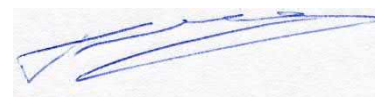


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. А.Н. КОСЫГИНА (ТЕХНОЛОГИИ. ДИЗАЙН. ИСКУССТВО)»

На правах рукописи



Галкин Андрей Владимирович

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ ИССЛЕДОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ
ВОССОЗДАНИЯ ИСТОРИЧЕСКОГО ТЕКСТИЛЬНОГО ОБЪЕКТА**

Специальность 05.19.01

«Материаловедение производств текстильной и легкой промышленности»

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук,
профессор Е.А. Кирсанова

Москва 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
ГЛАВА 1. ИСТОРИЧЕСКИЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ, ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ, РЕСТАВРАЦИЯ И ВОССОЗДАНИЕ	9
1.1. Развитие методов и приёмов научной реставрации для изучения экспозиционнопригодности текстильных исторических объектов в Рос- сии.....	9
1.2. Методы реставрации текстильных исторических объектов	13
1.3. Виртуальное воссоздание.....	19
1.4. Принятие решений о реконструкции исторического текстильного объекта	21
1.5. Факторы, вызывающие старение и деструкцию текстильных материалов	24
Выводы по главе 1.....	46
ГЛАВА 2 АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ И МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СОХРАННОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	49
2.1 Разработка методик оценки текстильных материалов для принятия рестав- рационного задания.....	49
2.2. Анализ методов и приборов используемых для исследования текстильных исторических объектов	50
2.3. Разработка автоматизированной установки фиксации ускоренного старения материалов insolation tool	56
2.4 Подбор источников искусственного излучения и их воздействия	64

2.5 Требования предъявляемые к оценке надежности и точности измерений кинетических нагрузок	71
Выводы по главе 2	78
ГЛАВА 3 ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ ВЛИЯЮЩИХ НА	
ДЕСТРУКЦИЮ ИСТОРИЧЕСКИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ В	
ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ИНСОЛЯЦИИ	79
3.1. Выбор объектов исследования	79
3.2 Подготовка образцов современной ткани для испытаний	83
3.3. Анализ характеристик и оценка исследуемых материалов при воздействии заданных факторов	84
3.3.1. Изменение линейных размеров исследуемых образцов по основе и утку в зависимости от продолжительности инсоляции	85
3.3.2. Изменение поверхностной плотности исследуемых образцов в зависимости от продолжительности инсоляции	87
3.3.3. Изменение воздухопроницаемости исследуемых образцов в зависимости от продолжительности инсоляции	90
3.3.4. Изменение жесткости при изгибе исследуемых образцов в зависимости от продолжительности инсоляции.....	93
3.3.5. Методика оценки степени выцветания образцов	94
3.3.6. Изменение разрывной нагрузки и удлинения при разрыве исследуемых образцов в зависимости от продолжительности инсоляции	97
3.3.7. Исследование изменений структуры молекулярных связей методами инфракрасной спектроскопии и термических анализов.....	100
Выводы по главе 3.....	108

ГЛАВА 4 ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИК ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВОССОЗДАНИИ ИСТОРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ	110
4.1. Большой театр. Воссоздание золотого занавеса «Россия»	110
4.2. Большой театр. Воссоздание занавеса-картины	116
4.3. Большой театр. Воссоздание панно императорского зала	119
4.4. Воронцовский дворец. Воссоздание фрагмента каймы	122
Выводы по главе 4	128
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ	129
Список литературы.....	131
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	144
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	155
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	162
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	172
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	175
ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....	177
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж.....	178
ПРИЛОЖЕНИЕ З.....	179
ПРИЛОЖЕНИЕ И.....	181
ПРИЛОЖЕНИЕ К.....	185

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы определяется тем, что в музейном деле при длительном хранении и экспонировании в открытом доступе текстильные материалы (волокна, нити, ткани) теряют свои первоначальные свойства под воздействием окружающей среды. Для продления жизненного цикла исторических текстильных объектов прибегают к реставрационным мероприятиям.

В случаях утрат, как целого, так и части текстильного исторического изделия применяется воссоздание, то есть, восстановление разрушенного слоя на основе современных материалов, которые по своим характеристикам должны максимально приблизиться к оригиналу.

Современное развитие общества значительно расширило ассортимент сырья, используемого для производства текстильных тканей.

Решение этой проблемы лежит в разработке методологии исследования текстильных материалов при воссоздании исторического текстильного объекта.

Методология позволит не только дать рекомендации по замене утраченной исторической ткани на современную, но и оценить степень старения артефакта, а также дать рекомендации по его использованию или консервации.

Поэтому актуальной задачей является прогнозирование экспонентопригодности текстильных материалов, как объектов культурного наследия на основе оценки качества. Таким образом, для решения поставленной задачи особенно актуально обоснование показателей, чувствительных к выявлению повреждений материалов и волокон на микро- и макроуровнях, разработка методик экспериментальных исследований климатической стойкости текстильных исторических материалов.

Объект исследования – исторический текстильный материал.

Предмет исследования – методы исследований свойств текстильных исторических объектов хранящихся в различных условиях.

Целью работы является разработка методологии исследования текстильных материалов объектов культурного наследия. Подбор текстильных материалов для воссоздания исторических текстильных объектов.

В соответствии с поставленной целью в работе решены следующие задачи:

анализ методов исследования свойств текстильных материалов, относящихся к объектам культурного исторического наследия;

анализ структурных и физико-механических характеристик исторических текстильных объектов,

выявление значимых характеристик, обеспечивающих принятие решения реставрационным советом экспонетопригодности текстильных объектов, являющихся предметами культурного наследия;

усовершенствование установки ускоренного старения текстильных материалов;

разработка оценки характеристик процесса изменения структуры и разрушения волокон от продолжительности искусственной инсоляции;

обоснование замены исторических текстильных материалов на современные.

Исследования проводились на кафедре «Материаловедение и товарная экспертиза» РГУ им. Косыгина.

Методы исследования и технические средства решения задач: использованы теоретические положения материаловедения производств текстильной и легкой промышленности, методы математического моделирования и алгоритмы программирования процессов, обеспечивающих заданные показатели при испытаниях.

Научную новизну исследования составляют:

Разработанные технические и технологические решения методологии исследования состояния и оценки параметров волокон, нитей и полотен исторического текстильного объекта.

Научно-обоснованные рекомендации по подбору материалов для воссозда-

ния исторического текстиля на основе разработанного алгоритма оценки исторических текстильных объектов и степени их деструкции (естественного старения).

Усовершенствование методов ускоренного старения текстильных объектов, обеспечивающих достоверную информацию для прогнозирования их сохранности и экспонетопригодности в музейных условиях.

Предложены рекомендации по оценке ремонтпригодности текстильных объектов на основе компьютерной оценки реплик исследуемого объекта и использования современных текстильных материалов и методов восстановления швейных изделий.

Разработка методик исследования изменения характеристик экспериментальных объектов на усовершенствованной инсоляционной установке.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке концептуальной модели и алгоритма оценки состояния исторических текстильных объектов. Методология в аспекте материаловедения позволит не только дать рекомендации по замене утраченной исторической ткани на современную, но и оценить степень деструкции артефакта, а также дать рекомендации по его использованию или консервации.

Практическая значимость работы

Получение новых методов и приборов для использования в анализе современных материалов в работе по реставрации и воссозданию исторических текстильных объектов.

Предложенная методология исследования материалов для воссоздания исторического текстильного объекта апробирована и использована в текущей реставрационной работе компании ООО «Научно-исследовательского реставрационного центра», результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс РГУ им. А. Н. Косыгина и Православного Свято-Тихоновского гуманитарного университета.

Апробация и реализация результатов работы.

Основные положения диссертации и результаты работы доложены на засе-

даниях кафедры материаловедения и товарной экспертизы РГУ им. А.Н. Косыгина 2018, 2019, 2020, 2021 гг.; международной научно-практической конференции, г. Вологда, 29 мая 2019 г.; XXI Международной научно-практической телеконференции «Advances in Science and Technology», международной научно-практической конференции ПOKPOBCKИE AKADEMИЧECKИE ЧTEHИЯ «Древнерусское шитьё – история и современность» г. Санкт-Петербург, Научно-исследовательский музей при РАН, 12-14 октября 2018г.; международной научно-практической конференции ПOKPOBCKИE AKADEMИЧECKИE ЧTEHИЯ «Древнерусское шитьё – история и современность» г. Санкт-Петербург, Научно-исследовательский музей при РАН, 12-14 октября 2018г.; международной научно-практической конференции XII Линтуловские чтения. Константино-Еленинский женский монастырь Санкт-Петербургской епархии. Научный архив Центра научных учреждений Российской академии художеств. Российский государственный гидрометеорологический университет. С.-Пб., 15 декабря 2018 г.; международной научной студенческой конференции. Москва, «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2019г.; VII международной научно-практической конференции Церевитиновские чтения- 2020, 9 октября 2020 г. Москва «РЭУ им. Г. В. Плеханова».

Публикации

Основные положения диссертационной работы опубликованы в 14 печатных работах, 3 из которых – в реферируемых изданиях, рекомендованных ВАК, 3-программы для ЭВМ.

Структура и объем диссертационной работы

По своей структуре диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов по каждой главе, общих выводов по работе, списка литературы, приложений. Работа изложена на 199 страницах машинописного текста, содержит 65 рисунков, 14 таблиц. Список литературы включает 120 библиографических и электронных источников. Приложения представлены на 55 страницах.

ГЛАВА 1. ИСТОРИЧЕСКИЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ, ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ, РЕСТАВРАЦИЯ И ВОССОЗДАНИЕ

Музей несет в себе две основные функции – сохранение исторических предметов в фондах и экспозиционная работа.

Под воздействием окружающей среды при длительном хранении и экспонировании в открытом доступе текстильные объекты теряют свои первоначальные внешние признаки. Изменяется цвет, нити и ткани начинают разрушаться. В последнее время идет активная работа по реставрации и воссозданию исторических интерьеров и их убранства. Среди значительных событий можно отметить реставрацию текстильного декора Петровского зала в Государственном Эрмитаже, воссоздание Лионской гостиной Екатерининского дворца в Царском селе, что потребовало многолетней работы целого ряда специалистов.

1.1. Развитие методов и приёмов научной реставрации для изучения экспозиционнопригодности текстильных исторических объектов в России

Основными методами сохранения музейных объектов различных исторических периодов, является реставрация консервация и воссоздание утраченных памятников культуры [5].

Реставрация – это процесс, который заключается в проведении максимально возможного восстановления внешнего вида исторических объектов и их консервация

Консервация- принятие мер для замедления старения сохраняемых объектов.

Воссоздание – восстановление полностью утраченного артефакта используя исторические или современные материалы. При работах над воссозданием используют исторические документы содержащие достоверные сведения о утраченном предмете максимально приближающих воссоздаваемый объект к оригиналу;

Реконструкция – восстановление утраченных элементов и свойств исторического объекта [5].

При реконструкции могут быть созданы копии, реплики, новоделы, стилизации и бутафории.

«*Копия* - объект, сделанный по существующей вещи из таких же материалов, в тех же размерах и по аутентичной технологии.

Реплика - репликация (от французского *replique*, от латинского *replico* - повторяю, *replication* - возобновление), может отличаться от копии размерами, изменением в деталях или иной разработкой формы и материалом. Реплика отражает стилистическую основу оригинала [72].

Новодел - объект, сделанный по существующим в научной литературе типологиям, из исторически верных материалов, по известным во время бытования предмета технологиям.

Бутафория - объект, изготовленный либо из не исторически верных материалов, но соответствующий существующими типологиями, либо наоборот, сделанный из исторически верных материалов, но не верный по типологии» [5, 12, 72].

«Понятие исторического памятника включает в себя как отдельное архитектурное произведение, так и городскую или сельскую среду, носящие характерные признаки определенной цивилизации, особого пути развития или исторического события. Оно распространяется не только на выдающиеся памятники, но также на более скромные, приобретающие с течением времени значительную культурную ценность [106].

Консервация и реставрация памятников составляет такую дисциплину, которая сотрудничает со всеми отраслями науки и техники, способствующими изучению и сохранению монументального наследия» [106].

Процесс становления и развития реставрации исторических текстильных материалов подробно описан Ермаковой Н.В. [58], в которой автор разделяет развитие научной реставрации исторических текстильных материалов на три периода: 1) вторая половина XIX в. - начало XX в. - зарождение реставрации; 2)

1920-1940-е гг. начало внедрения в практику реставрации естественнонаучных методов; 3) вторая половина XX в. – формируются методы и принципы комплексной научной реставрации исторического текстиля. В соответствии с существовавшими в конкретный из периодов концепциями, решались проблемы сохранения исторических текстильных материалов в музеях [58].

В первый период проявляется художественный и научный интерес к историческим тканям и древнему шитью, которые появляются в коллекциях музеев, а это в свою очередь способствуют возникновению реставрации таких объектов, как археологический и этнографический текстиль, тканые и шитые предметы царской казны и церковных ризниц, отечественные и трофейные знамена, они становятся ценными источниками культуры, которые необходимо сохранять [6, 58, 86, 94, 102].

Во второй период. начинают формироваться принципы и методы реставрации, появляются задачи выявления, систематизации и сохранения текстильных и шитых памятников культуры, в этот период эти задачи решались во время подготовки исторических текстильных изделий и произведений к различным выставкам. Археологические и церковные общества, государственные музеи и частные коллекционеры занимались реставрацией [62, 88, 79, 114]. В музеях с 1860-х гг. начали проводить работы по восстановлению первоначального вида старинных знамен, укреплять произведения древнерусского шитья и удалять более поздние фрагменты, проводить очистку растопочных тканей [59].

В третий период появились археологические и архитектурно-художественные общества, в которых главенствуют принципы сохранения подлинности реставрируемых объектов. Это изменило подход к сохранению музейных коллекций исторических текстильных объектов. В этот же период началась профессиональная подготовка в Строгановском училище и Московском археологическом институте, а в Патриаршей ризнице комитет по научному описанию начинает фиксировать научные принципы, хранения и укрепления исторических текстильных объектов, а также появились правила ремонта предметов ризницы [67, 85, 84, 111].

Крупнейшие музеи с 1914 - 1920-х гг. начинают формировать отделы, занимающиеся выявлением проблем хранения и реставрации исторических текстильных объектов, что сыграло важную роль в сохранении культурно-исторических ценностей.

С 1918 г. реставрационный отдел Всероссийской коллегии начал отслеживать состояние музейных коллекций. В структуре отдела открылись мастерские исторических тканей и шитья, в которых работали специалисты, в задачи которых входили не только изучение и проведение работ по укреплению тканей до-революционного периода, так же они должны были передавать знания и опыт по реставрации исторических текстильных объектов.

Чтобы заниматься разработкой методов и методик реставрации и обучением хранителей для музеев был сформирован научно-методический центр, который находился в Сергиевском филиале Центральной мастерской древнего шитья [1, 14, 101, 68].

Существенный вклад в развитие методов исследования исторического текстиля внесли Институт археологической технологии и лаборатория по изучению способов хранения и реставрации древних тканей Государственной академии истории материальной культуры им. Н. Я. Марра» [59].

В реставрационную практику были внедрены такие методы исследования: микроскопический, спектральный, микрохимический и гистологический анализы, а также проанализированы способы очистки текстиля и разработаны различные методы укрепления тканей, имеющих разные стадии разрушения [16, 56, 66, 100].

Культурные ценности, уцелевшие в годы Великой Отечественной войны, нуждались в реставрации и сохранении. В 1944г., возобновило деятельность Государственная центральная художественно-реставрационная мастерская (ГЦХРМ). Мастерская занималась разработкой новых методов реставрации, проводила стажировки реставраторов и хранителей, благодаря деятельности ГЦХРМ в московских музеях были сформированы мастерские по реставрации

текстильных объектов, которые впоследствии были объединены в единую государственную реставрационную службу, была создана система аттестации реставраторов [2, 21, 22].

Таким образом для расширения возможности реставрации исторических текстильных объектов необходимо использование новых реставрационных материалов. Комплексное исследование современной методологии реставрации и музейного текстиля позволит более точно определять цели реставрации и методы ее проведения.

1.2. Методы реставрации текстильных исторических объектов

Процесс реставрации исторических текстильных объектов состоит из этапов:

1. Первичная обработка объектов;
2. Проведение комплексных исследований объектов;
3. Описание состояния объектов;
4. Выбор из существующих или разработка новых методов заключительной очистки объекта;
5. Выбор или разработка методов укрепления объектов;
6. Выбор или разработка методов реконструкции или воссоздания объектов.

В зависимости от типов повреждений, полученных текстильными материалами, выбираются методы реставрации или в особых случаях разрабатывается методика.

При выборе или разработке методов реставрации необходимо учитывать следующее:

1. Методы, применяемые в реставрации исторического текстиля, должны быть максимально обратимыми;
2. При всех проводимых реставрационных работах необходимо сохранять физические свойства текстильных материалов, или дополнительно провести работы по их восстановлению;

3. Свести к минимуму применение химических веществ негативно влияющих на свойства материалов.

На первых этапах работы с историческими текстильными материалами необходимо провести закрепление поврежденных волокон раствором желатина или, клейкий раствор на мучной или крахмальной основе желатина и воды который, проникая с водой в структуру волокна, закрепляет его и создает защитный слой [91]. Минусом данного метода является появление благоприятной среды для биодеструкции.

Зашивка рваных полотен - самый простой метод реставрации. Для него используют нитку, которая совпадает по цвету с тканью, и места разрыва ткани зашивают через край. Но такой метод при стягивании образует натяжение и складки, что искажает рисунок полотна. Еще одним минусом этого метода является то, что он вызывает осыпание краев или разрыв непрочных нитей ткани. Из-за этого материал подвергается более быстрому разрушению в местах разрыва [45, 83].

Пришивка - метод, при котором под место разрыва подкладывается прочная ткань и края пришиваются к ней (частичная пришивка), или на новую ткань пришивается все полотно (общая пришивка). Но данный метод не останавливает процесс разрушения. С лицевой стороны материал может образовывать выпуклые участки при вертикальной экспозиции. Иногда возникает биологическая деструкция ткани, так как в пространстве между шерстяной тканью и подложкой могут завестись личинки моли.

Частичная наклейка - метод заключается в приклеивании к различным материалам рваных мест исторических полотен. Чаще частичная наклейка проводится на тюль (газ, сетка). Однако при использовании данного метода не происходит консервирования волокна.

Так же существует метод, при котором исторические ткани помещают в защитный чехол из прозрачных материалов на основе натурального шелка (шелковый тюль, газ, сетка) или в прозрачные футляры из пленки или стекла. Ткань, помещенная в заранее заготовленный защитный чехол, фиксируется нитками по

краям чехла или по краям и периметру материала. Однако, такой метод не задерживает старение, а материалы, помещенные в такие защитные чехлы, продолжают разрушаться, следовательно внутри накапливаются фрагменты разрушенной ткани [7, 91].

Большинство методов, применяемых в настоящее время в реставрации тканей, не подходят для археологического текстиля, поэтому при изъятии во время археологических раскопок новых текстильных объектов разрабатывались специальные методики, адаптированные под реставрацию археологического текстиля.

В 1984 г. в результате частичного вскрытия и исследования погребений подвальной палаты Архангельского собора были выявлены уникальные произведения средневекового шитья.

В 2002 г. в Судной палате начались работы по вскрытию саркофагов и обработке материалов. На основании полученных данных исследований были выработаны стратегия и методика очистки и консервации текстильных предметов из погребального комплекса.

По методике разработанной А.К. Елкиной [81], основанной на использовании органического растворителя перхлорэтилена и глицерина, предлагается обрабатывать текстиль непосредственно внутри захоронения. Обработанный таким способом исторический текстиль сохраняет свою хрупкость, не поддается пластификации и, если не подвергнуть текстиль обработке клеем А-45К он продолжит разрушаться. После пропитки текстиль теряет свои пластические свойства и влияет на данные химико-технологических исследований. Поэтому при выемке текстильных материалов из саркофагов Вознесенского монастыря было принято решение от этой методики отказаться.

Перед изъятием проводилась фиксация местоположения каждого фрагмента текстиля. Все действия в процессе работы фиксировались на фото- и видеокамеры с описаниями каждого этапа работы. Затем проводили быстрое и аккуратное изъятие с наименьшими повреждениями всего материала из саркофага и с минимальным контактом материала с воздухом и влажностью. После изъятые материалы тщательно упаковывали и переносили в лабораторию.

Для укрепления археологических тканей основным способом был выбран метод закрепления на шелковую ткань клеем А-45К в виде мелкодисперсных вкраплений.

«Акриловый сополимер (СПЛ) А-45К (ТУ-6-01-2-661-83) введен в отечественную реставрационную практику как первый синтетический клей для дублирования ветхих тканей реставраторами Литовского реставрационного центра им. П. Гудинаса в начале 70-х годов. Клей представляет собой бесцветный однородный 35%-ный раствор сополимера в этилацетате. Соплимер синтезирован в среде этилацетата из смеси мономеров: 50 масс. % винилацетата, 45 масс. % бутилакрилата и 5 масс. % метакриловой кислоты» [101].

Дублирование археологического текстиля происходило следующим образом: фрагменты археологического текстиля раскладывали на дублированном шелке предварительно растянутом на дублировочном столе клеевой стороной вверх, при наличии рисунка на текстиле проводится предварительная прорисовка орнамента под шелком, после раскладки текстиля на него сверху накладывали второй слой дублирующего шелка клеевой стороной вниз. В местах утрат два слоя шелка обрабатывали с помощью термонагревательного шпателя (температура нагрева: 60-70°C). Фрагменты археологического текстиля термообработке не подвергаются. По периметру все утраты пришиваются тонкой шелковой нитью. В случаях, хорошей сохранности текстиля в дублированном шелке делают «окна» на лицевой и изнаночной сторонах отреставрированного текстиля, для доступа к исторической ткани [93].

Установлено, что при обработке исторических текстильных объектов клеем А-45К, воздействие повышенных температур и химических реагентов приводит к гидролитическому разрушению волокон [15].

При необходимости провести повторную реставрацию экспоната необходимым требованием является возможность удаления используемых консервантов растворителями [15].

Было установлено, что из не состаренной и состаренной тканей сополимер вымывается почти полностью, и чем меньше концентрация пропитывающего

раствора сополимера, тем быстрее он вымывается. Сополимер практически не вымывается из термосостаренной композиции ткань-сополимер и композиции ткань сополимер, химически состаренной в водном растворе гипохлорита натрия (рис. 1.2.1).

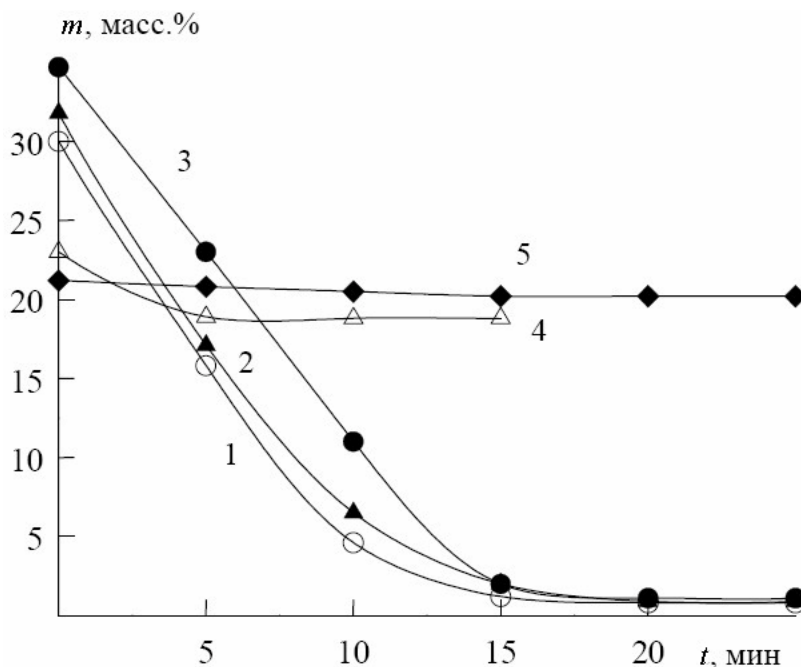


Рисунок 1.2.1. - Содержание (m) СПЛ А-45К в ткани (бязь) от времени (t) пребывания композиций в ацетоне. 1 – исходная ткань, пропитанная раствором СПЛ; 2 – ткань, термосостаренная в течение 1 часа при 180°C и пропитанная раствором СПЛ; 3 – химически состаренная ткань и пропитанная раствором СПЛ; 4 – композиция ткань–СПЛ, термосостаренная в течение 1 часа при 180°C; 5 – композиция ткань–сополимер, состаренная в растворе гипохлорита натрия. Концентрация пропитывающего раствора СПЛ – 10 масс. % [15].

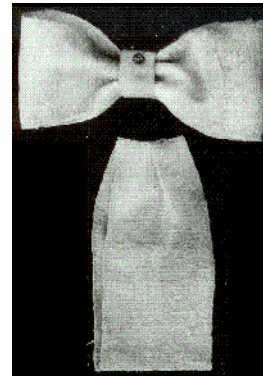
Следовательно, так как в результате сухого старения композиции ткань-сополимер при 180°C в течение 1 часа происходит сшивка молекул сополимера, то полимер перестает растворяться и вымываться из ткани. При химическом старении композиции ткань (бязь или шерсть) – сополимер (А-45К) также происходят необратимые химические превращения, препятствующие вымыванию сополимера из ткани. Таким образом, при повышенных температурах и химическом воздействии происходит значительное изменение ряда коллоидно-химических, а

также физико-механических свойств как отдельных компонентов, так и композиций ткань-СПЛ в целом [15].

На рисунке 1.2.2. представлена работа, выполненная студентами Суздальского художественно-реставрационного училища под руководством заведующей отделом реставрации тканей Л.М. Громыко с использованием клея [15].



а



б

Рисунок 1.2.2. - Бант до реставрации (а) и после реставрации (б). Бант укреплен и сдублирован на газовую ткань раствором сополимера А-45К.

Текстильные исторические объекты имеют разную степень разрушения, возникающие при хранении, следовательно со временем необходимо проводить повторную реставрацию хранящихся или перевозимых исторических объектов. К дефектам для исправления при повторной реставрации относят:

- отслаивание отдельных фрагментов исторического объекта от дублировочной ткани;
- повышение жесткости сдублированных исторических тканей, возникающую при применении мучного клея высокой концентрации (6-18%), а также высыхание пластификатора;
- изменение внешнего вида исторических тканей вследствие выцветания дублировочной ткани;
- отрицательное влияние на общее восприятие памятника выделяющейся фактуры дублировочного тюля в местах больших утрат;
- многочисленные биоповреждения.

При повторной реставрации исторических текстильных объектов проводится раздублирование и пластификация путем механического удаления дублировочной ткани или снятием ее после увлажнения, в зависимости от сохранившейся прочности клеевого соединения. Уменьшение содержания клея и пластификацию ткани проводят методом абсорбции. Проклеенные фрагменты, смоченные дистиллированной водой, протирают ватными дисками или губкой собирая излишки клея. После промывки на ткань наносится 5%-ный раствор глицерина. Растворы поверхностно-активных веществ применяются только после максимального удаления клеящего вещества с ткани хорошей сохранности, не содержащие текучих красителей. Применение ферментных препаратов, требующих длительного замачивания и рабочих температур растворов выше 50°C для реставрации не допустимо.

После процессов раздублирования и пластификации проводится тонирование ткани светостойкими красителями и передублирование с подборкой нового клея и метода нанесения.

Далее проводят исследования для выбора метода повторного укрепления исторических текстильных материалов [92].

1.3. Виртуальное воссоздание

При утратах элементов текстильных исторических объектов возможна их консервация или воссоздание.

Если нужно создавать реплику, то она должна быть максимально приближена по стилистике художественно – эстетического восприятия к первоначальному образцу. Реплика должна отражать особенности используемых технологических приемов, существующих в отражаемый исторический период времени.

При длительном хранении и экспонировании в музейном открытом доступе текстильные объекты теряют свои первоначальные свойства. Изменяется первоначальный цвет, волокна тканей и нитей начинают распродаться под воздействием окружающей среды. Для продления жизненного цикла таких предметов

прибегают к реставрационным мероприятиям, а при утратах, не поддающихся реставрации, применяется воссоздание [19]. «Реальный процесс воссоздания текстильных объектов, вызывает значительные трудности, так как это очень трудоемкая ручная работа. Кроме того, для сохранения уже воссозданного объекта, опять же необходимо соблюдение режимов хранения музейных объектов.

Постоянное развитие компьютерных технологий и совершенствование технического оборудования приводит к расширению применения 3D-сканирования в области сохранения, моделирования и реконструкции (в том числе поврежденных и даже утраченных) объектов историко-культурного наследия» [11]. Наиболее широко данная технология используется во многих сферах таких как, архитектура, археология и криминалистика. Эта технология позволяет вместо физического предмета относительно не дорого, создать визуальный образ сохранного или восстановленного исторического объекта. Однако до настоящего времени не применяется визуализация объектов текстильных исторических памятников.

«Виртуальное представление проектируемых моделей одежды осуществляется в процессе производства одежды на стадии моделирования, конструирования и разработки лекал ПЭВМ, работающих с пакетом программ 3D MAX Studio – единым программным комплексом моделирования, визуализации и анимации» [48]. В настоящий момент не существует программного комплекса, который мог бы визуализировать реальную картину поведения нитей в составе ткани. Необходимо исследовать реальные процессы изменения в процессе эксплуатации структуры ткани для создания их математически визуализированных моделей. С этой целью необходимо проводить сравнение реальных и компьютерных моделей, что вызывает сложности по сохранности исторического текстиля.

1.4. Принятие решений о реконструкции исторического текстильного объекта

В 2020 году Министерство культуры Российской Федерации был издан и опубликован приказ об утверждении «Единых правил организации комплектования, учета, хранения и использования музейных предметов и музейных коллекций» [78] в соответствии с которыми каждый музей в зависимости от назначения формирует свои внутримузейные правила хранения исторических объектов. Разные типы музеев (исторические, этнографические, музеи-квартиры, музеи усадьбы) формируют свои реставрационные советы или комиссии, которые на основании решения главного хранителя о необходимости проведения реставрационных работ (основанием являются внутримузейные концепции хранения) назначают реставратора в зависимости от вида и сложности необходимых работ. Принцип взаимодействия хранителя и реставратора с текстильным историческим объектом при проведении реставрационных работ представлен на рисунке 1.4.1.

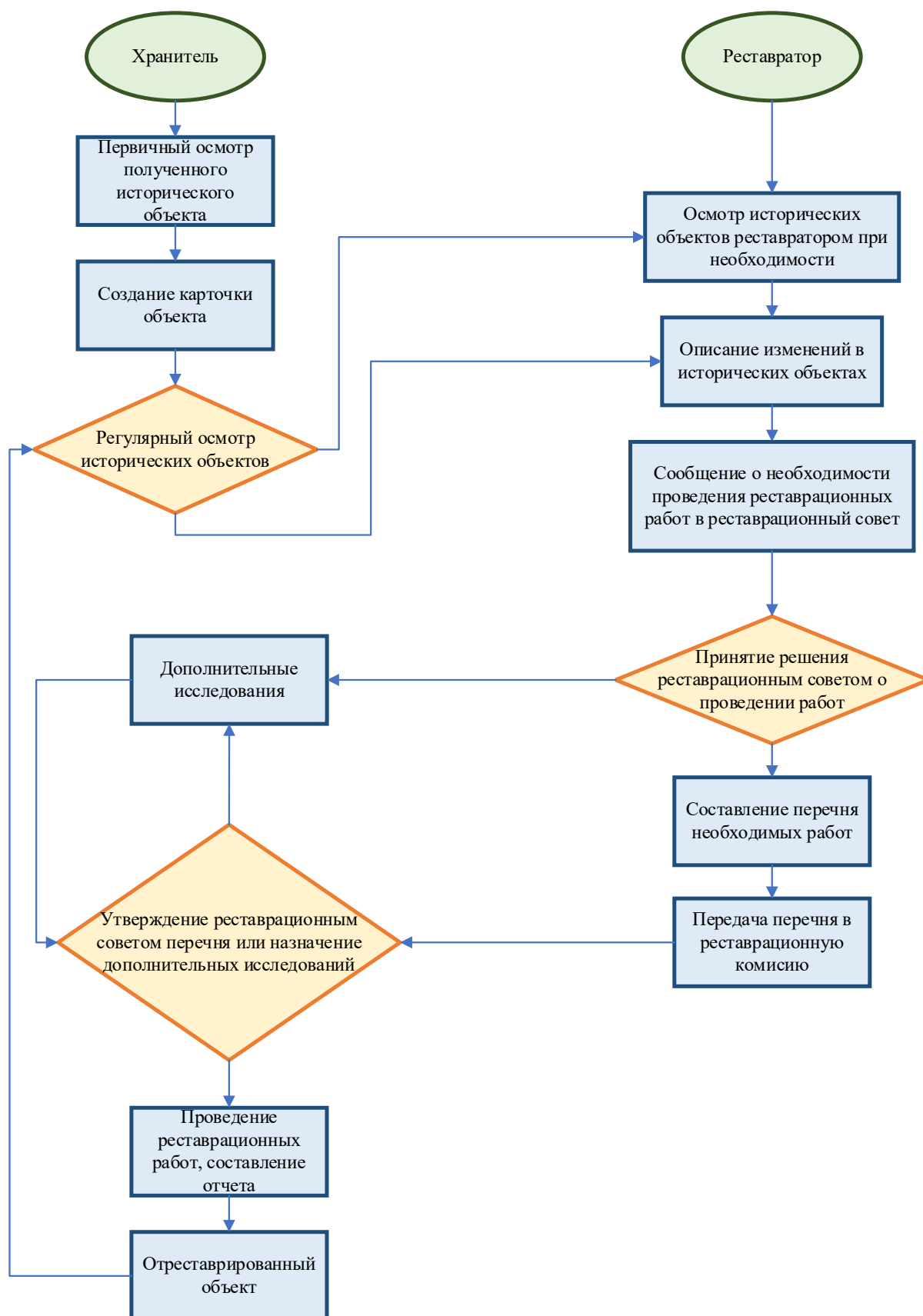


Рисунок 1.4.1. - Блок-схема взаимодействия хранителя и реставратора с текстильным историческим объектом при проведении реставрационных работ.

Уровень квалификации реставраторов представлена в таблице 1.4.1.

Таблица 1.4.1. Уровень выполняемых работ в зависимости от квалификации реставраторов [72].

Квалификация реставраторов по категориям	Квалификация объектов культурного наследия	Перечень работ, выполняемых в соответствии квалификацией реставраторов	Ответственность реставратора
Высшая	Уникальные памятники	Все виды консервационных и реставрационных работ особо высокой сложности в соответствии с реставрационным заданием по утвержденной методике; разрабатывать методики, методические указания, участвовать в подготовке учебных пособий; руководить работой художников-реставраторов менее высокой квалификации (по той же специальности)	Несет всю ответственность за качество выполненных работ
1-я	Высокая музейно-художественная ценность	Значительной сложности в соответствии с реставрационным заданием по утвержденной методике, руководить работой художников-реставраторов менее высокой квалификации (той же специальности), проводить занятия со стажерами	Несет всю ответственность за качество выполненных работ
2-я	Невысокая музейно-художественная ценность	Средней сложности в соответствии с реставрационным заданием по утвержденной методике	Нет
3-я	Невысокая музейно-художественная ценность	Несложные консервационные и реставрационные работы в соответствии с реставрационным заданием по утвержденной методике	Нет

Комиссия выбирает реставратора, а затем реставратор готовит на совет последовательность реставрационного процесса.

Реставрационная комиссия утверждает представленный перечень работ или проводит дополнительные исследования для уточнения; если органолептический анализ дает не полную картину состояния текстильного материала, что затрудняет выбор дальнейших действий реставратора то проводят дополнительные инструментальные исследования такие как: изменение цветности, микроскопический и биологический анализы в аккредитованной организации.

На основании представленных результатов испытаний, реставрационная комиссия определяет дальнейшую судьбу объекта - возможно ли экспонирование или необходима консервация и отправка в хранилище или можно провести воссоздание и экспонирование;

В случае необходимости реставрационных работ объект разделяют на условные составные части, над каждой из которых производят соответствующая реставрационная работа.

Реставратор составляет реставрационный паспорт документ, подтверждающий проведение реставрационных работ.

Изучив общие правила, можно понять, что принятие решений о дальнейшей судьбе исторического текстильного объекта возлагается на реставратора, который принимает решение на основании данных полученных при всестороннем анализе исторических объектов.

Для квалифицированного принятия решений, необходимо учитывать не только данные о состоянии объекта в настоящее время, но и иметь сведения о возможных рисках при экспонировании отреставрированного объекта. Поэтому для конкретных условий экспонирования и выбора условий хранения различных исторических материалов необходимо иметь данные о кинетике изменения физико-механических свойств что позволит определить и спрогнозировать степень протекания процессов в материалах.

1.5. Факторы, вызывающие старение и деструкцию текстильных материалов

Процессы, связанные с изменением свойств материалов во времени при их эксплуатации или хранении, называются старением [76].

Под действием света, влаги, тепла, проникающей радиации, кислорода, озона, микроорганизмов, агрессивных сред, механических нагрузок в полимерном материале происходят химические превращения двух типов: деструкции и сшивание макромолекул.

Деструкция полимеров волокна происходит из-за разрыва наименее прочных химических связей в макромолекуле и приводит к изменению молекулярной массы полимера.

Сшивание или структурирование при старении проявляется в соединении макромолекул полимера волокна путем рекомбинации макрорадикалов или по реакции диспропорционирования с отщеплением низкомолекулярного вещества (воды, аммиака) [85].

1.5.1 Биофакторы, влияющие на деструкцию исторических текстильных объектов и разработка биозащиты

Биологическое изменение материалов происходит во время их длительного хранения при температуре отличающейся установленной условиями хранения в музеях (25 °С) и относительной влажности воздуха отличающейся от 75-95 % [107].

Музейные экспонаты и предметы искусства из текстильных материалов попадая в неблагоприятные условия хранения повреждаются разными группами микроорганизмов, которые наносят необратимые разрушения.

«По устойчивости к действию микроорганизмов все материалы делят на 3 группы: фунгицидные; фунгинертные (которые не являются питательной средой для грибов, но и не препятствуют их развитию вследствие наличия загрязнений); негрибкостойкие (являющиеся питательной средой для плесневых грибов)» [54]. «К фунгинертным относятся синтетические и ацетатные материалы, негрибкостойким материалы из хлопковых, льняных и вискозных волокон в меньшей степени микроорганизмами повреждаются материалы из шерстяных волокон и натурального шелка. Причиной местного износа шерстяных материалов является повреждение молью личинки, которой питаются кератином шерсти, из-за чего разрушаются волокна и изделие становится непригодным к дальнейшей эксплуатации» [54,107].

Музейные ткани по своей природе являются в основном негрибостойкими, поэтому для подавления очагов заражения необходимо применять биоцидную обработку. Однако не всегда имеется возможность подвергнуть антимикробной обработке поврежденные исторические текстильные объекты, это связано с плохим состоянием сохранности объектов или присутствием органических веществ (красители, связующие), которые в результате обработки могут изменить свои свойства. В таких случаях применяются косвенные методы, ограничивающие развитие микроорганизмов путем обработки материалов, с которыми контактируют экспонаты – упаковочные материалы, дублировочные ткани, витринные покрытия и т.п. В музейной практике при реставрации применяются такие материалы как натуральные и синтетические ткани и нетканые материалы, «шелковый газ», сукна и войлоки эти материалы так же подвержены действиям агентов-биодеструкторов поэтому важно создать барьер, предотвращающий биологическую деструкцию текстильных материалов [54].

Решением этой проблемы является использование биостойких материалов или применение безопасных для человека и окружающей среды растворов содержащих наночастицы металлов – серебра и меди форме гидрозолей стабилизированные различными органическими соединениями практически применяют наночастицы серебра которые обладают лиофобными свойствами [54]. Практическое применение наночастиц серебра на текстильных материалах показало, что обработанные материалы, обладают комплексом антисептических свойств, при этом сохраняют свои гигиенические и физико-механические характеристики [10,54,95].

Нанесение гидрозолей серебра приводит к изменению окраски обрабатываемых материалах и появлению других необычных оптических свойств, что нежелательно для аутентичности музейных объектов.

В работе были использованы образцы, полученные при замене задника вышитого ковра во время реставрационных работ в Алушкинском Воронцовском Дворце. Возраст шерстяной ткани составляет около 76 лет.

Для решения этой проблемы в работе [47] было разработано четыре вида

бесцветных растворов гидрозолей серебра и меди с концентрацией:

1. Ag^0 - 0,015% в качестве стабилизатора - желатин;
2. Cu^0 - 0,015%, стабилизатор поливинилпирролидон;
3. Ag^0 - 0,027 % и Cu^0 - 0,010 %; стабилизатор желатин;
4. Ag^0 - 0,012 % обесцвеченный пероксидом водорода, стабилизатор желатин.

В видимой области спектр поглощения у них полностью отсутствует.

Фунгицидная активность обработанных тканей оценивалась визуально по пятибалльной системе с лицевой и изнаночной сторон образца диско- диффузионным методом, где:

0 – полное подавление роста грибов с образованием зоны подавления вокруг образца;

1 – полное подавление роста грибов без образования зоны подавления вокруг образца;

2 – ограниченный рост грибов без спороношения;

3 – ограниченный рост грибов со спороношением;

4 – слабое подавление роста грибов, отличается от контроля более низкой плотностью мицелия;

5 – подавление роста грибов отсутствует, от контроля не отличается.

Значения экспериментально определённой фунгицидной активности образцов шерстяной ткани, обработанной гидrozолями металлов, представлены в таблице 1.5.1.

Внешний вид образцов шерстяной ткани помещенных в чашки Петри с испытуемыми растворами, для определения фунгицидной активности ко всем исследованным микроорганизмам представлено на рисунке 1.5.1.

Таблица 1.5.1. - Значения фунгицидной активности образцов шерстяной ткани, обработанной гидрозолями металлов [54].

Вариант	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus terreus</i>	<i>Penicillium chrysogenum</i>	<i>Penicillium funiculosum</i>	<i>Paecilomyces variotii</i>	<i>Ulocladium atrum</i>
Гидрозоль серебра	1/0	2/2	2/4	2/4	4/3	4/2
Гидрозоль меди	4/3	4/4	3/3	2/4	5/0	5/5
Биметаллический гидрозоль (Ag + Cu)	4/0	3/4	4/3	3/4	5/0	5/3
Обесцвеченный гидрозоль серебра	3/4	4/3	3/2	2/4	5/0	5/5
Контроль	5/1	5/3	5/3	5/4	5/4	5/5

Примечание: В числителе – визуальная оценка поверхности образца (сверху), в знаменателе – визуальная оценка с оборотной стороны (снизу – со стороны питательной среды).

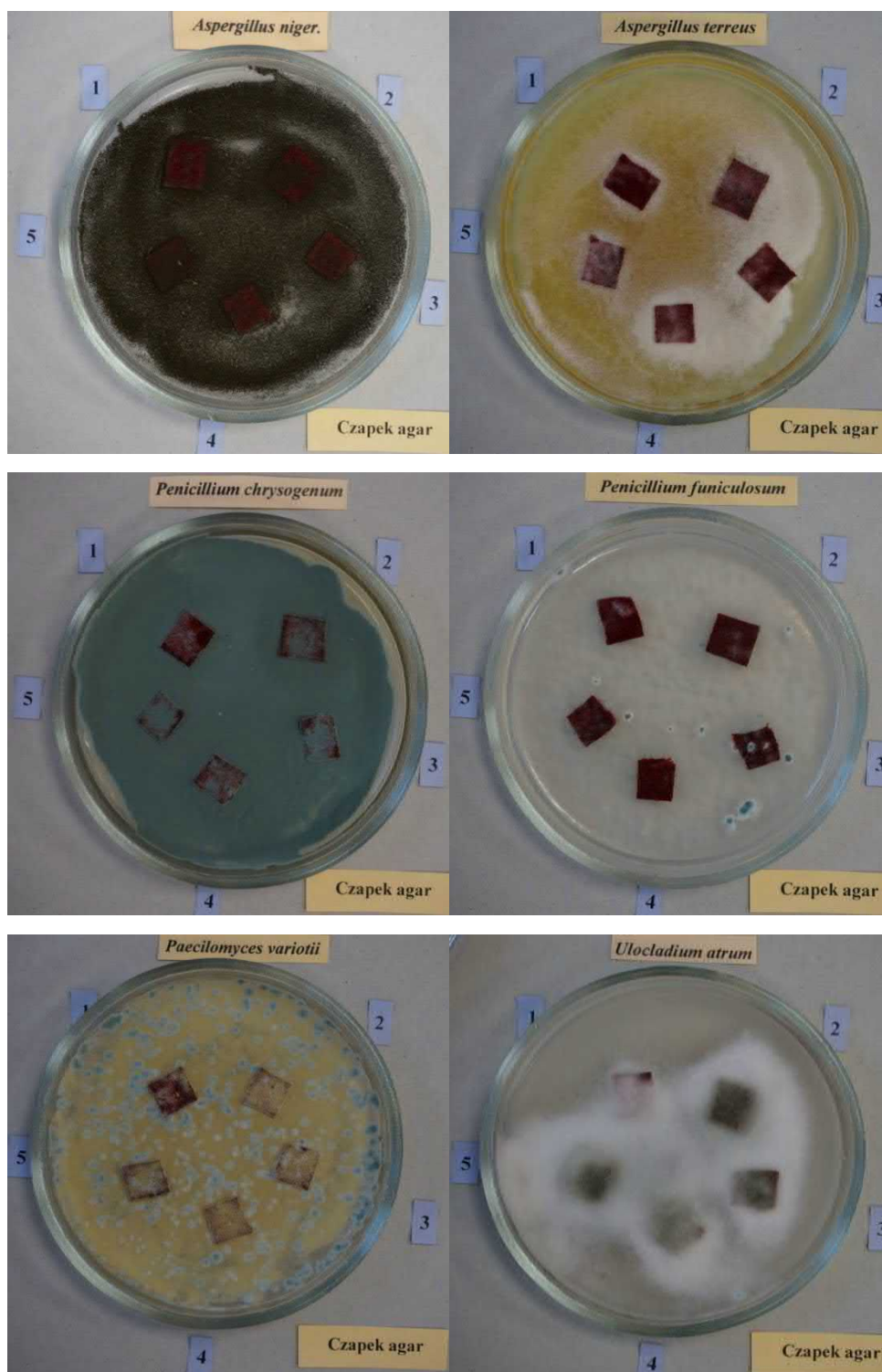


Рисунок 1.5.1. - Внешний вид образцов шерстяной ткани помещенных в чашки Петри с испытуемыми растворами, для определения фунгицидной активности ко всем исследованным микроорганизмам по пятибалльной шкале.

Из полученных растворов наибольшей фунгицидной активностью ко всем

исследованным микроорганизмам обладали ткани, обработанные гидрозолеом серебра (Ag^0), наблюдалось более слабое действие гидрозоля меди (Cu^0) и биметаллической системы $\text{Ag}^0 + \text{Cu}^0$.

Лучшим средством для защиты стен и потолков с ковровыми покрытиями в музейных помещениях, не причиняющее вред здоровью людей и сохраняющее все характеристики исходных систем, является разработанный в РГУ им. А.Н.Косыгина раствор с гидрозолеом серебра (Ag^0) который был применён автором во время реставрационных работ в Альгамбре Воронцовского Дворца город Алупка.

1.5.2. Климатические факторы, влияющие на деструкцию текстильных материалов

Понятие «светопогода» подразумевает действие климатических факторов окружающей среды на различные материалы, в нашем случае будем рассматривать климатические факторы, влияющие на деструкцию текстильных материалов такие как температура, влажность воздуха, осадки, солнечное излучение, ветер и пр. «Под действием светопогоды происходит старение текстильных материалов, ухудшаются их первоначальные свойства: уменьшается прочность, эластичность, снижается стойкость к истиранию, выцветает или меняется окраска и др., или происходит полное разрушение материалов» [8, 113]. «Падение прочности образца через определенные промежутки времени обычно используют в качестве критерия износа. Более чувствительным критерием является изменение выносливости или долговечности» [48].

Под действием солнечного света в атмосфере кислорода и воздуха в материалах протекают реакции окисления, разложения, синтеза и др. которые приводят к разрушению текстильных материалов, например в работе «действие света и атмосферных условий на хлопчатобумажные ткани» [89]. Ф.И. Садов установил, что «при воздействии на хлопчатобумажные ткани светопогоды в материа-

лах происходит окисление целлюлозы с образованием оксицеллюлозы и одновременным выделением углекислоты». При длительности воздействия равной трем месяцам прочность хлопчатобумажного материала снижается на 60%.

В работе Ю.С. Шустова было установлено что «прочность различных текстильных материалов под действием солнечных лучей в течении 56 часов уменьшается: у хлопка на 11 %, натурального шёлка на 44 % и у вискозных комплексных нитей на 22 %, по сравнению с другими материалами шерсть меньше подвергается разрушению. Там же было определено, что разрывная нагрузка различных волокон понижается на 50 % под воздействием прямых солнечных лучей после 200 часов естественного облучения (для натурального шёлка), 400 часов (для джута), 900 часов (для искусственных нитей (вискозных)), 940 часов (для хлопка), 999 часов (для конопли), 1100 часов (для льна), 1120 часов (для невыттой шерсти), 2120 часов (для шерсти)» [113].

Приведённые данные указывают на то, что к действию светопогоды наиболее устойчивым естественным волокном является шерсть.

В естественных условиях фотоокисление занимает длительный период времени, поэтому для изучения этого процесса применяют установки светопогоды.

«Инструментальные методы измерения и программные методы контроля и анализа параметров цвета в ходе хранения и экспозиции — это единственный способ для реставраторов изучить неразрушающим способом медленные, но фактически идущие процессы старения и разрушения аутентичных материалов и начать понимать тонкости скрытого до этого времени процессов энтропии. Последнее должно послужить большому продвижению понимания реставраторами и технологами выбора методов и средств для обратимой консервации и реставрации. Развитие превентивной реставрации вообще невозможно без применения технологии получения точных упреждающих измерений с использованием неразрушающих методов, которым возможен с помощью переносного спектрофотометра» [50].

«Светостойкость материалов определяется не только светостойкостью составляющего их вещества, но также зависит от толщины, структуры, способов окраски и отделки материала. На светостойкость в большей степени влияет окраска изделий, причем не только цвет, но и химический состав применяемых красителей. Изменение свойств окрашенного материала под действием света обусловлено фотохимическими превращениями в этом материале» [89]. Подробно действие света на окрашенные текстильные материалы описывает в своей работе [69] Г. Е. Кричевский, для понимания процессов выцветания окраски на волокнах автор выделяет два основных закона:

«1. Согласно закону Гротгуса – Дрэйпера на систему красителя с материалом фотохимическое действие оказывает поглощенная часть излучаемого света, на краситель и волокно излучение действует по разному, т.к. красители являются мощными приемниками радиации и поглощают большую часть видимого и малую часть УФ-излучения, а полимеры в зависимости от их химической структуры поглощают части в разных областях УФ – спектра.

2. Согласно закону квантовой эквивалентности Эйнштейна, для одного фотохимического акта требуется один квант света (фотон), однако возможны фотохимические превращения с поглощением одной молекулой двух квантов. Подобные двухфотонные фотохимические реакции характерны при большой плотности энергии в облучающем световом потоке, которая используется в лазерных установках» [69,90].

«Помимо разрушения под действием света немаловажную роль в деструкции тканей играет влажность. Количество влаги в материалах возрастает при прямых контактах с водой и при повышенной относительной влажности воздуха, в зависимости от волокнистого состава и структуры текстильные материалы поглощают и удерживают большее или меньшее количество влаги. В таких материалах поглощение воды определяется не только видом, природой волокна и равновесным растворением воды в полимере, но и действием неотрелаксированных внутренних напряжений в материале, заполнением влагой пор и капилляров в во-

локнах, капиллярным всасыванием влаги, капиллярно-пористой структурой материала. Молекулы воды удерживаются в материале с помощью связей разнообразной формы. По мнению П.Г. Германса [20], влагу поглощают в первую очередь аморфные области волокна, а величина поглощения водяного пара является функцией содержания аморфного вещества в волокне. В результате поглощения водяных паров свойства волокон заметно меняются – снижается разрывная нагрузка и изменяются линейные размеры. Также при эксплуатации текстильных материалов на открытом воздухе и при испытаниях на устойчивость к действию светопогоды важное значение имеет состав атмосферы, однако при ускоренных испытаниях на приборах на состав атмосферы может повлиять участвующий в фотодеструкции озон, который выделяется при облучении ртутными и ксеноновыми лампами» [8].

1.5.3. Физико-химическое воздействие в системе краситель-волокно-облучатель

Интенсивность поглощения света окрашенным материалом определяет силу радиационного удара, который воспринимается освещенным объектом из всего светового потока, падающего на этот объект. Сила такого радиационного удара существенным образом влияет на скорость фотодеструкции окраски, что описывается следующим уравнением:

$$\tau = 1 / \sum_{i=1}^n (\gamma_{ik} \Phi_{ik} + \gamma_{ip} \Phi_{ip}), \quad (1.5.1)$$

где τ – величина светостойкости системы краситель-волокно, с;

Φ_{ik}, Φ_{ip} – скорость поглощения света красителем и полимером на длине волны λ_i , характеризуется количеством квантов поглощаемых образцом в единицу времени,

γ_k – количественная характеристика светостойкости – квантовый выход превращения красителя под воздействием света, поглощенного этим красителем; безразмерная величина, представляющая собой число квантов, идущих на

разрушение одной молекулы реагента (красителя) или на образование одной молекулы разрушаемого продукта (шерстяного волокна).

Светостойкость характеризуется величиной τ_k , обратной скорости фоторазрушения [60]:

$$\tau_k = 1/W_k = 1/(\gamma_k \Phi_k), \quad (1.5.2)$$

$$W_k = \gamma_k \Phi_k, \quad (1.5.3)$$

где W_k – скорость разрушения красителя, с^{-1}

$$W_n = \gamma_n \Phi_n, \quad (1.5.4)$$

где W_n – скорость разрушения полимера, с^{-1}

Уравнение содержит все необходимые данные для количественного анализа влияния основных параметров системы краситель-волокно-облучатель-окружающая среда. «К основным факторам, обуславливающим светостойкость окраски, Кричевский относит:

- 1) спектральную характеристику излучателя - его интенсивность и спектральный состав;
- 2) спектральную характеристику окрашенного материала - интенсивность поглощения и спектральный состав;
- 3) свойства красителя - состояние красителя в субстрате и реакционная способность красителя в условиях облучения;
- 4) свойства полимерного субстрата - его химическая природа и физическая структура;
- 5) природу связи краситель-полимер;
- 6) характеристику окружающей среды - влажность, температура, химический состав» [69].

Повлиять на спектральный состав естественного излучателя (солнца) невозможно, однако его характеристику необходимо знать и учитывать для прогнозирования поведения красителей и волокон при облучении. Наибольшей фотоактивностью обладает УФ-область спектра, однако на красители оказывают фотодеструктурирующее действие и определенные участки видимой части спектра

[69]. В зависимости от длины волны УФ-лучей оказывается разностороннее биологическое действие, в связи с этим весь спектр разделяют на три области (табл. 1.5.2).

Таблица 1.5.2 – Области спектра и их биологическое воздействие

Область спектра	Длина волны, нм	Биологическое воздействие
Длинноволновая - спектр А	400 - 320	Слабовыраженное биологическое действие - изменяет биохимические процессы белков
Средневолновая - спектр В	320 - 280	Выраженное десенсибилизирующее действие - понижают светочувствительность материала к белому свету или к отдельным спектральным областям
Коротковолновая - спектр С	280 - 180	Денатурирование белковой структуры клеток - нарушение природной структуры белка

Интенсивность поглощения окрашенного материала складывается из интенсивности поглощения красителя и самой полимерной матрицы (волокно).

Каждой химической связи соответствует колебательная полоса, в инфракрасном спектре (ИК), которая отражает переход в цепочке повторяющихся химических связей. В белках шерсти ярко выражены три инфракрасные полосы (рис. 1.5.2), которые связаны с растяжением связей N–H ($\approx 3300 \text{ см}^{-1}$) и C=O ($1640\text{-}1660 \text{ см}^{-1}$, полоса Амид I) и деформацией связи N–H ($1520\text{-}1550 \text{ см}^{-1}$, полоса Амид II).

При формировании вторичной структуры белка за счет энергии этих трех пептидных колебаний происходит сдвиг полос в ИК спектре. Водородная связь облегчает смещение атома азота амидной группы и атома кислорода карбонильной группы в направлении акцептора или донора протона. В результате первые две полосы, которые отвечают валентным колебаниям, смещаются в область более низких энергий. Полоса Амид II смещается в сторону более высоких энергий, так как водородная связь препятствует изгибанию связи N–H [3].

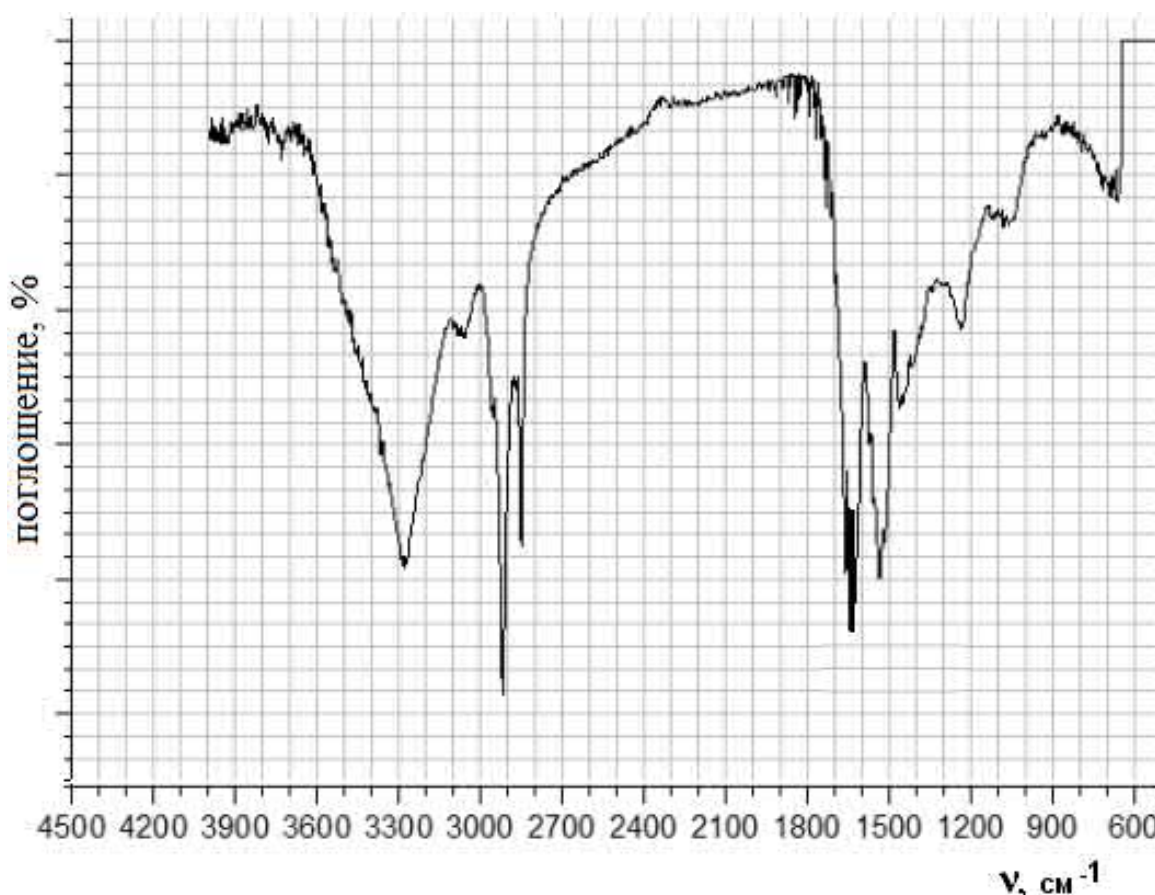


Рисунок 1.5.2. - Инфракрасный спектр волокон шерсти

Ширина интенсивности в области $3000 \div 3600 \text{ см}^{-1}$ – результат наложения полос валентных колебаний гидроксильных и аминогрупп (NH_3^+), полосы в области $1400\text{-}1000 \text{ см}^{-1}$ связаны с колебаниями карбонильной группы. Полоса в области $1660 \div 1610 \text{ см}^{-1}$ - результат ассиметричных деформационных колебаний аминогруппы, а полоса в области $1550 \div 1485 \text{ см}^{-1}$ связана с симметричными деформационными колебаниями этой группы.

Полосы, относящиеся к валентным колебаниям в углеродной связи $\text{C}-\text{C}$, мало интенсивны и проявляются в широком интервале в области $1200 \div 800 \text{ см}^{-1}$; обычно, они не имеют существенного значения для установления структуры молекул. Валентные колебания в связи между углеродом и водородом $\text{C}-\text{H}$ наблюдаются в области $3000 \div 2840 \text{ см}^{-1}$. Эти колебания проявляются в виде сложной полосы поглощения. Пики при 2962 и 2872 см^{-1} принадлежат колебаниям метильной группы (асимметричные ν_{AS} и симметричные ν_{S}), а пики при 2926 и 2853 см^{-1} относятся к валентным колебаниям метиленовой группы (ν_{AS} и ν_{S}).

Поглощение в области $1470\div 1300\text{ см}^{-1}$ и около 700 см^{-1} обусловлено деформационными колебаниями С-Н-связей» [3].

Суммарная интенсивность поглощения красителя зависит от его концентрации в субстрате и спектра поглощения красителя. Последний для большинства красителей состоит из интенсивной полосы в видимой области, определяющей цвет красителя и одной-двух полос УФ-области (чаще всего это два ярко-выраженных максимума в коротковолновой и длинноволновой части спектра). Краситель в волокне полидисперсен (имеет не только моно- и димерную формы) и также за счет сродства к волокну образует с ним межмолекулярные и ковалентные связи. В связи с этим изменения в спектрах могут быть связаны с явлением агрегации и наличием взаимодействия краситель-волокно.

К. Мак-Ларен выявил зависимость между относительной фотоактивностью красно-синей и фиолетовой областей спектра и светостойкостью красителей на волокнах (чем выше светостойкость, тем большая доля выцветания обусловлена действием УФ-облучения).

Е. Бруншвейлер, анализируя результаты разных исследований, резюмирует следующим образом влияние спектральной характеристики облучения на выцветание красителей на волокне [18]. ИК-часть спектра не фотоактивна. Красные лучи видимой части спектра оказывают влияние только на окраски низкой светостойкости (1-2 балла международного стандарта); синие и фиолетовые лучи видимой части спектра и УФ-лучи обладают самой высокой фотоактивностью на окраски высокой светостойкости (6-8 баллов); УФ-лучи не сильно действуют на окраски низкой светостойкости, в отличие от лучей видимой части спектра.

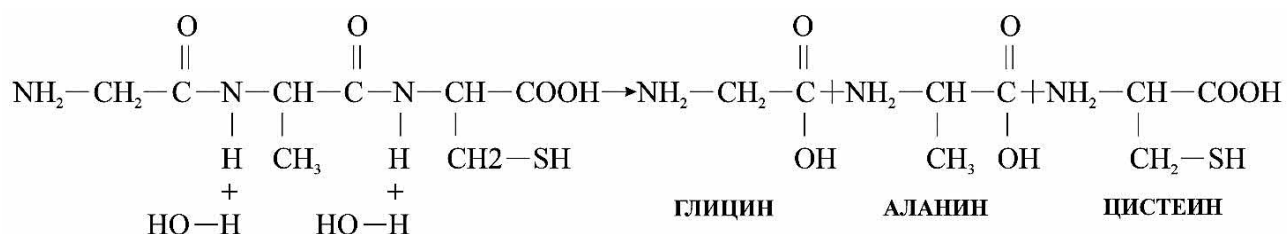
Для прогнозирования светостойкости окраски важным является соотношение спектров поглощения красителей в видимой и особенно УФ областях со спектром эмиссии облучателя. Таким образом спектр излучения облучателя характеризует, какую силу радиационного удара он способен нанести молекуле красителя, а спектр поглощения красителя указывает, какую долю этого удара воспримет на себя молекула красителя.

Процесс крашения шерстяного волокна осложнен специфическими свойствами

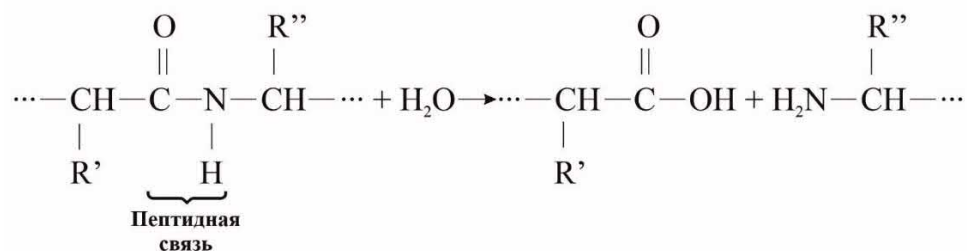
волокна, но в то же время белки обладают высокой реакционной способностью и могут образовывать с красителями различные химические связи. Продолжительная высокотемпературная обработка волокна во время крашения и сильно-кислые среды приводят к его частичной деструкции. Сегодня существуют и холодные способы крашения (полунепрерывный плюсовочно-накатной), в котором диффузия красителя происходит за счет введения мочевины [74].

Но чаще всего, под действием солей тяжелых металлов, кислот и оснований, органических растворителей, а также при нагревании происходит частичное или полное разрушение пространственной структуры белковой молекулы в процессе крашения, т.е. денатурация [110].

При нагревании со щелочами или кислотами белок гидролизуется:



Разрыв поперечной связи в цистиновом остатке происходит наряду с набуханием вследствие поглощения ионов OH . С гистологической точки зрения, в начале растворяется чешуйчатый слой и обнажается так называемый роговой. [69]. Белки также денатурируют при облучении ультрафиолетовым светом, большими дозами рентгеновых и γ -лучей. Действие ультрафиолетового света особенно выражено при длинах волн от 260 до 310 мкм, причем основное поглощение обусловлено кольцами тирозина и триптофана. При воздействии ультрафиолетового излучения происходит разрыв пептидных связей, расположенных рядом с ароматическими кольцами:



Здесь R' , R'' - остатки аминокислот.

При этом энергии разрыва концевых и средних пептидных связей не равны и составляет примерно 2 ккал на моль и равен 8,38 кДж.

Длина волны электромагнитных колебаний λ , (нм, мкм, м), а также частота ν (с⁻¹) и энергия E (Дж) квантов или фотонов света определяют значение светового излучения, что описывает формула:

$$E = h\nu = hc/\lambda, \quad (1.5.5)$$

где c - скорость света, h - постоянная Планка ($6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж · с).

Энергия фотонов пропорциональна волновому числу $\nu = 1/\lambda$ (см⁻¹) применяемому при спектроскопии. Энергию количества вещества равного одному молю фотонов, обозначают характеристикой Эйнштейн (Дж/моль) и рассчитывают по формуле:

$$E = NAh\nu = NAhc/\lambda, \quad (1.5.6)$$

в которой NA – постоянная, число Авогадро фотонов, для количества вещества равного $6,023 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹ [10].

Молекулы шерсти в полимере шерстяного волокна имеют разную длину, шерстяное волокно подвергается подготовительной и заключительной отделке на производстве и скручивается в нить, и из этих нитей ткется ткань.

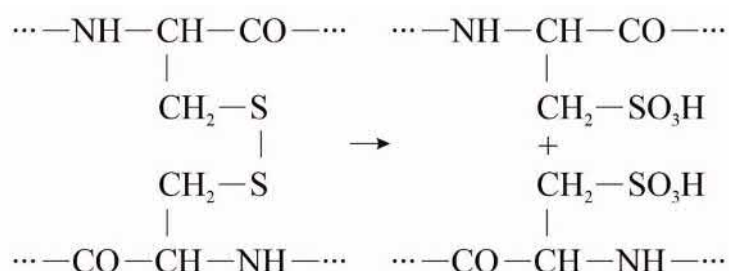
Известно примерное значение количества звеньев макромолекул кератина, оно составляет 600-700 [10].

Следовательно количество пептидных связей зависит от множества факторов таких как:

- разница длин молекул в составе волокна;
- подготовка шерстяного волокна;
- состав красителя;
- породы овцы;
- вид корма;
- окружающая среда.

Поэтому найти количество молекул на единицу длины и количество пептидных связей в одной молекуле проблематично, и рассчитать энергию разрыва пептидных связей можно только теоретически математически-статистическими методами [53].

Также под действием вышеперечисленных факторов происходит разрушение дисульфидных мостиков:



Если дисульфидная связь в кератине соединяет две отдельные цепи, то после окисления молекулярный вес белка снижается. Если же дисульфидная связь соединяет два участка одной и той же цепи, то после окисления молекулярный его вес не изменяется [104].

Описание свойств и строения шерстяных волокон подробно рассматриваются в работах Б.А. Бузова, В.Е. Гусева, Г.Н. Кукина. Из текстильных волокон у шерсти наиболее сложная структура: волокна состоят из клеток в чешуйчатом, корковом и сердцевинном слоях (рис.1.5.3).

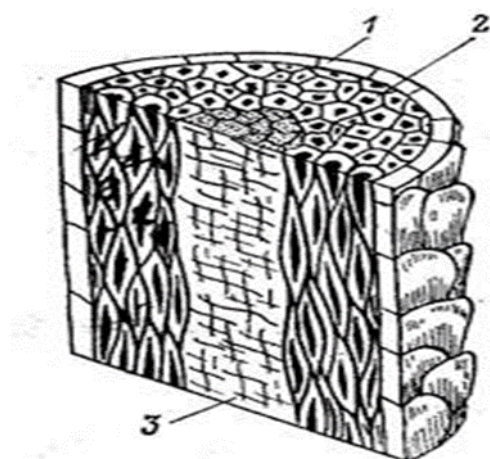


Рисунок 1.5.3. – Продольно-поперечный срез шерстяного волокна: 1- чешуйчатый наружный защитный слой, 2- корковый слой (кортекс) состоит из кератина, 3- пористая сердцевина.

«Защитным слоем для волокна является чешуйчатый слой (кутикула), который состоит из плоских, тонких бесцветных пластинчатых клеток, которые располагаются на поверхности волокна черепицеобразно. Каждая чешуйка в свою очередь состоит из трех слоев: эпикутикулы, экзокутикулы и эндокутикулы. Разрушение слоя происходит по мере изнашивания и старения ткани под действием механических или химических воздействий. При нарушении чешуйчатого слоя изменяется способность волокна поглощать влагу. Количество чешуек характеризует качество шерсти, чем больше чешуек (на 1 мм волокна приходится около 100 чешуек), тем больше ее способность к сваливанию, по этой способности можно судить о сохранности старых шерстяных тканей.

Основную часть волокна шерсти представляет *корковый слой*, который образуется из веретенообразных клеток, расположенных в направлении длины волокна. Образующие клетки - *макрофибриллы* состоят из более мелких *микрофибрилл*, которые располагаются пучками и имеют упорядоченную кристаллическую структуру и неупорядоченную - аморфную. Пустоты, разделяющие микрофибриллы заполнены межклеточным цементирующим веществом - матриксом. С микрофибриллами отождествляется водонепоглощающая, а с матриксом - водопоглощающая фазы, это важно учитывать при анализе поглощающей способности старых шерстяных тканей. Так же корковый слой определяет основные физико-механические свойства шерстяных волокон: прочность, жесткость, упругость» [10].

«По своему химическому составу шерсть относится к разряду белковых или протеиновых веществ, основу которых составляет кератин. Главные полипептидные цепи кератина ориентированы вдоль оси волокна и соединены большим количеством поперечных боковых связей за счет солевых, ковалентных и водородных связей. Разрывы этих связей по мере старения волокон приводят к разрушению матрикса и в целом полимера.

Такие свойства шерсти, как гибкость и способность деформироваться определяет совокупность аморфного и кристаллического строения волокон.

Нарушение этого соотношения приводит к разрушению полимера. По мере старения волокна становятся жесткими и хрупкими, на их поверхности появляются поперечные трещины и разрывы, облегчающие доступ влаги и кислорода внутрь структуры, что приводит к дальнейшей деструкции волокна.

Структурирование молекул возникает при появлении новых поперечных связей вызванные изменением аморфной составляющей в процессе старения волокна.

Описанные выше эффекты, характеризующие деструкцию шерсти, исследуются с помощью рентгеноструктурных методов. Особенностью молекул шерстяных волокон является устойчивость их химической структуры, которая остается неизменной даже тогда, когда в волокнах наблюдается значительное снижение физико-механических свойств» [74].

Волокно овечьей шерсти состоит из белковых молекул главным образом из кератина (рис. 1.5.4.) [124].

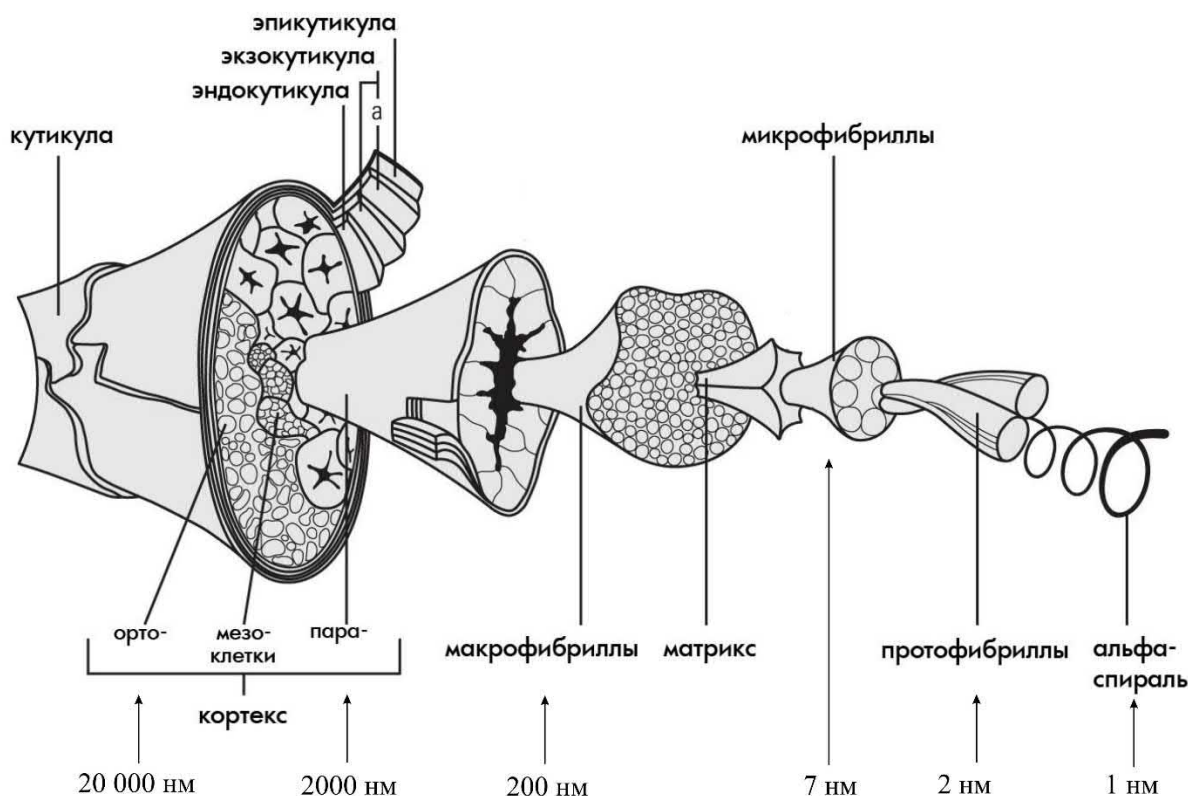




Рисунок 1.5.4. – Подробное строение волокна шерсти

Макромолекулы белков имеют разветвленную структуру сложной формы α -спирали, которая удерживается с помощью межмолекулярных водородных связей, сил Ван-дер-Ваальсовых и солевых ионных связей между спиралями.

При внешних воздействиях α -спирали  макромолекулы могут распрямляться на отдельных участках и переходить в β -спирали

. α - и β -модификации кератина шерсти представлены на рисунке 1.5.4.

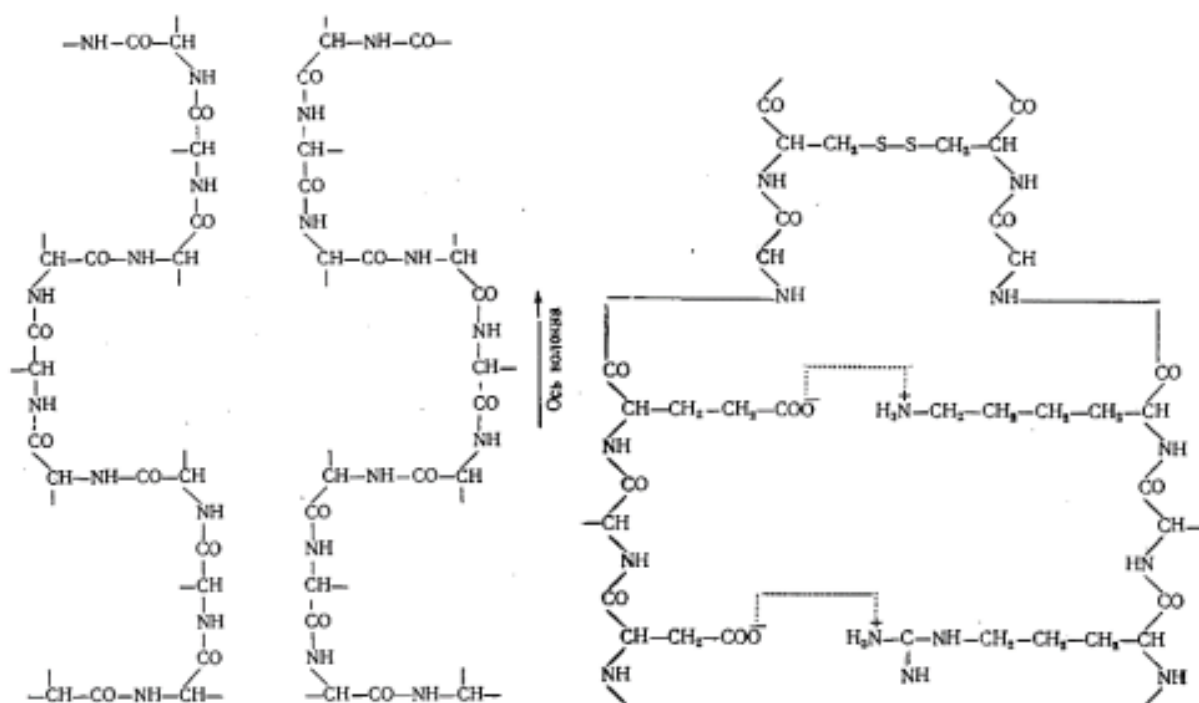


Рисунок 1.5.5. - Строение волокна овечьей шерсти, структура α -кератина (слева) и цистиновая связь (справа) в α - и β -модификациях

Различие белков заключается в типах аминокислотных остатков, их числе и характере расположения в макромолекулах. В кератине шерсти в большом количестве содержатся остатки аспарагиновой, глутаминовой кислот, цистин, серин, лейцин и др. (табл. 1.5.3).

Таблица 1.5.3. - Содержание аминокислот в белке кератина

Аминокислота	%	Аминокислота	%
тирозин	60,1	глицин	6,5
глутаминовая	16,0	валин	5,5
цистеин	13,1	изолейцин	4,5
аргинин	10,4	аланин	4,4
серин	9,5	фенилаланин	4,0
лейцин	8,1	лизин	3,3
пролин	8,1	триптофан	2,1
аспарагиновая	7,3	метионин	0,7
треонин	6,6	гистидин	0,7

В состав кератина входят: углерод, водород, кислород, азот и сера. Одним из наиболее значимых белков в составе овечьей шерсти является цистеин. При воздействии ионизирующего излучения в установке светопогоды возникают разрывы между α -углеродными атомами и боковыми цепями аминокислот. Также возможны вторичные процессы, вызванные образованием различных свободных радикалов типа H_2O_2 , OH и т.д. Что приводит к разрывам дисульфидных связей т.к. радикалы OH являются сильными окислителями [103].

Природа связи краситель-полимер влияет на светостойкость окраски в той мере в какой эта связь может служить каналом для передачи энергии возбуждения между компонентами системы краситель-полимер. Если указанная связь способствует передаче энергии, то светостойкость компонента, отдающего энергию, растет, а если связь препятствует, то светостойкость материала снижается. Если связь краситель-полимер не оказывает влияния на передачу энергии возбуждения, то такая связь не сказывается на процессах светодеструкции.

Передача энергии возбуждения возможна не только между молекулами, не только состоящими в непосредственном контакте, но и находящимися на достаточно большом удалении, превышающем несколько молекулярных радиусов. Это обусловлено эффектом концентрационного самотушения и подтверждает предположение о передаче энергии возбуждения между макромолекулами во-

локнистого материала и молекулами красителя, которые находятся в непосредственном контакте и между которыми действуют силы различного характера (водородные связи, силы Ван-дер-Ваальса всех видов, ионные связи, координационные и ковалентные связи).

Вероятность передачи энергии возбуждения от молекулы красителя к макромолекуле полимерной матрицы волокна зависит от расстояния между ними и возможности совмещения плоскостей их молекул. Образование ковалентной связи сближает молекулы красителя и полимера и в то же время снижает подвижность молекулы красителя, уменьшая вероятность расположения ее в одной плоскости с элементарными звеньями полимера. Отсюда следует, что образование ковалентных связей не оказывает существенного влияния на светостойкость окраски.

Шерстяные волокна можно окрашивать следующими типами красителей:

- кислотными (высокая диффузионная способность молекул),
- кислотными-металлокомплексными (средняя устойчивость окрасок, образуют с волокном ионные и координационные связи),
- хромовыми (высокие показатели ко всем видам физико-механического воздействия),
- активными (высокая стойкость к химико-физическим воздействиям, образуют ионные связи с волокном в кислой среде и ковалентные в нейтральной и слабощелочной, но слабая диффузия в волокно через поверхностный слой),
- кубовыми (высокая устойчивость к свету и стиркам, 3-4 балла устойчивость к трению, деструкция волокна под действием восстановителей и щелочных агентов при крашении - в настоящее время используются для реставрационных работ),
- прямыми (ионные связи, молекулы красителя очень крупные с количеством сульфо-групп более 3-х - крашение для смеси шерсти с х/б волокнами),
- катионными (необычайно яркие окраски, слабые показатели светостойкости - 2-4 балла, ионные связи с волокном - сегодня используют для смешанных с

(ПАН) полиакрилонитрил волокон) [74].

«По мере облучения полимеров (в том числе и макромолекул шерстяных волокон) ультрафиолетом под нагрузкой (а также в процессах подготовки волокон и непосредственно крашения) накапливаются разрывы химических связей, что приводит к уменьшению числа держащих нагрузку фрагментов макромолекул. От этого, напряжения в оставшихся макромолекулах растут и при достаточном росте локальных напряжений радиастадия разрушения сменяется термофлуктуационной. То есть роль облучения существенна на начальной стадии облучения, а затем становится несущественной. Иными словами, УФ-облучение надрывает образец, а термофлуктуационный процесс (кинетический процесс накопления повреждений, развивающийся в полимере с момента приложения нагрузки) подхватывает и заканчивает разрушение» [4].

Выводы по главе 1

В музейном деле решаются задачи по сохранению исторических памятников и по популяризации и привлечению граждан к культурному наследию нашей Родины.

Однако не всегда цели сохранения и реставрации совпадают с внутренней концепцией музея, поэтому некоторые хранящиеся в музее предметы не восстанавливаются.

В момент принятия хранителями и реставраторами решений о дальнейшей судьбе исторических текстильных объектов инструментально не подтверждается степень деструкции волокон текстильных материалов. Получение количественных данных в области определения износа материалов под действием различных факторов поможет определить степень деструкции и спрогнозировать период времени и условия полного разрушения.

Вопрос старения текстильных материалов с точки зрения изменения свойств объекта исторического наследия не рассматривались, а так же, как изменяется строение и состав волокон в процессе старения. Старение натуральных текстильных материалов - процесс необратимый.

Анализ основных факторов вызывающих старение текстильных материалов и подробное изучение био- и светодеструкции позволил определить основные способы замедления деструкции текстильных материалов.

Определены факторы влияющие на процесс старения и деструкции исторических текстильных материалов.

Однако, определение уровня затрат энергии при разрушении ткани, является задачей затруднительной в связи с невозможностью определения точного количества пептидных связей в волокне ткани.

Для продления жизненного цикла исторических текстильных объектов прибегают к реставрационным мероприятиям, а при утратах, не поддающихся реставрации применяется воссоздание, то есть, восстановление разрушенного на основе современных материалов причем для воссоздания мы должны максимально приблизиться к оригиналу.

За время существования реставрации появлялось множество методов воссоздания и сохранения исторических предметов, которые претерпели не сильные изменения и используются по сей день. В области реставрации применяется довольно немного разработок текстильной и легкой промышленности, однако, этот опыт мог бы обогатить реставрационную науку.

Без системного методологического подхода и использования новейших достижений в области материаловедения производств текстильной и легкой промышленности такие работы будут недостаточно эффективны.

Для этого необходима разработка научно-обоснованных рекомендаций по подбору материалов и имитационных методов воссоздания исторического текстиля.

Что подтверждает необходимость создания методик для замены исторических текстильных объектов воссозданные на основе современных материалов.

Проведен исторический анализ реставрационных методик для выявления тенденций и имеющихся разработок для установления дальнейшего исследования.

Анализ методик показал, что они не структурированы и находятся в описательной форме.

Результаты испытаний не формализованы

Анализ взаимодействия хранителя и реставратора с текстильным историческим объектом позволил выявить на каких этапах работ необходимо исследование.

ГЛАВА 2 АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ И МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СОХРАННОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

2.1 Разработка методик оценки текстильных материалов для принятия реставрационного задания

В обычных условиях текстильные материалы испытывают воздействие световых лучей, влаги, температуры, механических усилий и различных химических и биологических реагентов. Для каждого вида материалов состав комплекса воздействий определяется в зависимости от назначения и условий эксплуатации материала [106, 109, 119, 120, 121].

При проведении испытаний исследуют следующие свойства материалов: устойчивость материала к действию микроорганизмов, прочность на разрыв и удлинение при разрыве, устойчивость окраски к действию физико-химическим воздействиям, жесткость, воздухопроницаемость, изменение размеров после влажной обработки, поверхностная плотность в тканях и др.[9].

На основе систематизации исследований предложена концепция критериев оценки свойств текстильных материалов позволяющая принять решение о состоянии текстильного объекта и составление реставрационного задания по дальнейшей работе с этим объектом.

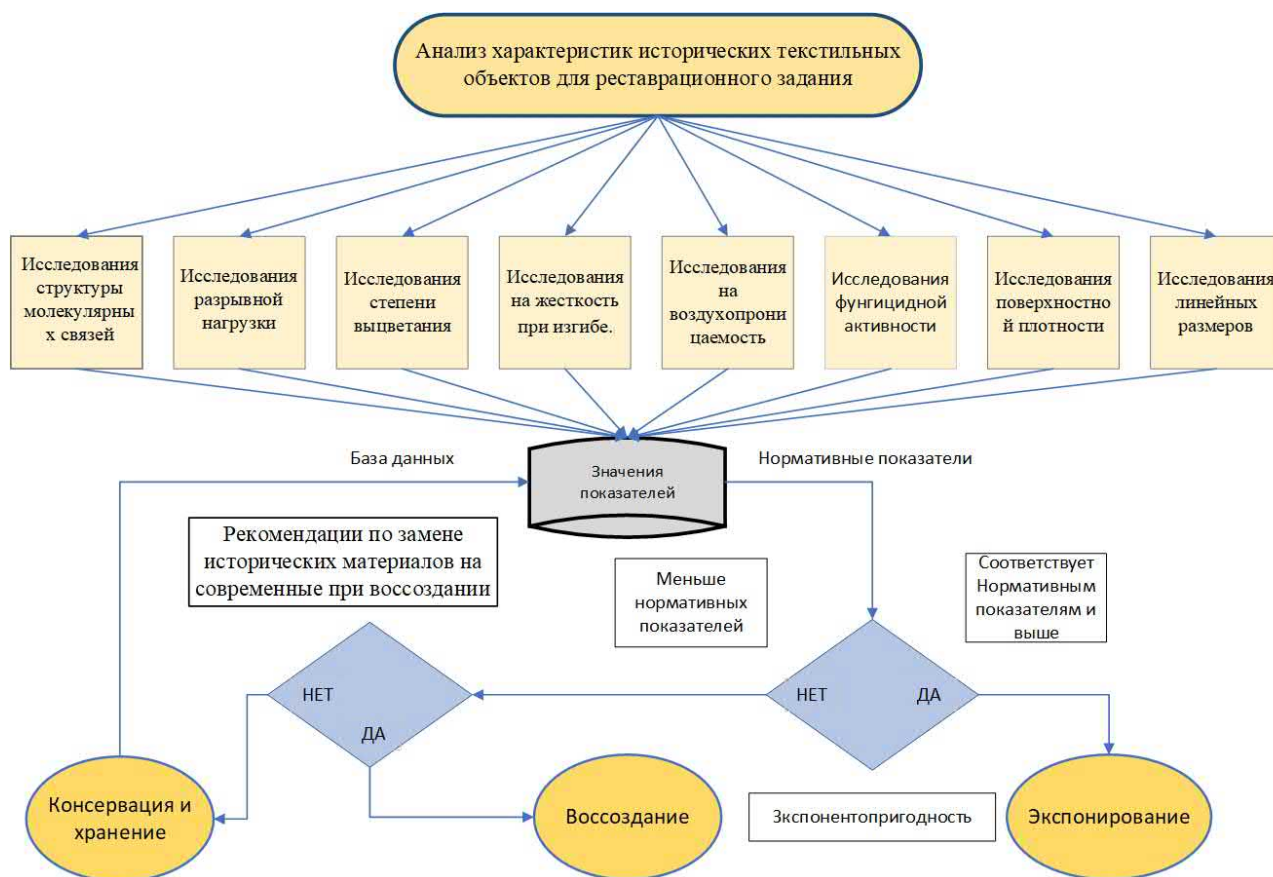


Рисунок 2.1.1. – Схема процесса обеспечивающего принятия решений

Предложенный алгоритм позволяет принять решение о судьбе исторического текстильного объекта на разных стадиях его исследования.

Предложенная методика заключается в том, что происходит двухэтапная работа: 1 - оценка исторического текстильного объекта и 2 - подбор аналогичного историческому материалу текстильного образца (рис.2.1.1).

2.2. Анализ методов и приборов используемых для исследования текстильных исторических объектов

Воссоздание декоративных текстильных изделий представляет собой выполнение точных реплик текстильных исторических объектов из современных материалов с соблюдением существующих на сегодняшний день требований пожарной и экологической безопасности.

«Устойчивость окраски тканей к различным физико-химическим воздействиям проверяют при лабораторных испытаниях по ГОСТ 9733.1-91 [41] (к свету), ГОСТ 9733.5-83 [43] (к дистиллированной воде), ГОСТ 9733.9-83 [44] (к морской воде), ГОСТ 9733.27-83 [42] (к трению), ГОСТ 27323-87 [30] (к химической чистке)».

Изменение окраски текстильных материалов после физико-химических воздействий определяют по ГОСТ Р ИСО 105-A02-99. Метод заключается в расположении в одной плоскости и направлении исходной и испытуемых проб и серой (ахроматической) шкалы, визуально определяют цветовое различие (контраст) между исходной и испытанной пробами путем сравнения с парами полос серой шкалы. После чего в зависимости от применяемой шкалы основной (пятибалльной) или расширенной (девятиступенчатой) присваивается бал изменения окраски. Недостатками метода являются – наличие специальных наборов шкал, которые требуют специальных условий хранения, необходимость регулярной поверки, сложность процесса применения шкал и неточность результатов [45].

«*Воздухопроницаемость* определяется по методике ГОСТ 12088-77. Сущность метода заключается в измерении объема воздуха, проходящего через испытуемый материал за единицу времени при определенном разрежении под точечной пробой» [27].

Жесткость при изгибе определяется по методике ГОСТ 10550-93 бесконтактным консольным методом или переменной длины [23,115]. Недостатками метода являются – длительность процесса измерения.

Сущность метода измерений на приборе заключается в следующем: Исследуемый образец полоски ткани укладывается на горизонтальную платформу (1) так, чтобы один конец совпадал с передним верхним краем платформы. Линейка (2) помещается на платформу, на образец так, чтобы отметка нуля на шкале соответствовала отметке (3). Далее линейка продвигается вперед с одинаковой скоростью, перемещая с собой образец по направлению его длины, который изгибается под действием собственной массы, пока кончик образца не достигнет отражения линий (4.1) и (4.2), нарисованных под углом $41,5^\circ$ ниже горизонтали. Если

образец скручивается, то с двумя отметками совмещается середина края образца, те же действия проводятся с изнаночной стороной и повторяются с другого конца образца. Длина изгиба считывается по шкале линейки.

По длине изгиба и массе на единицу площади ткани впоследствии рассчитывается жесткость при изгибе и модуль изгиба.



Рисунок 2.2.2. - Прибор М003В для определения жесткости

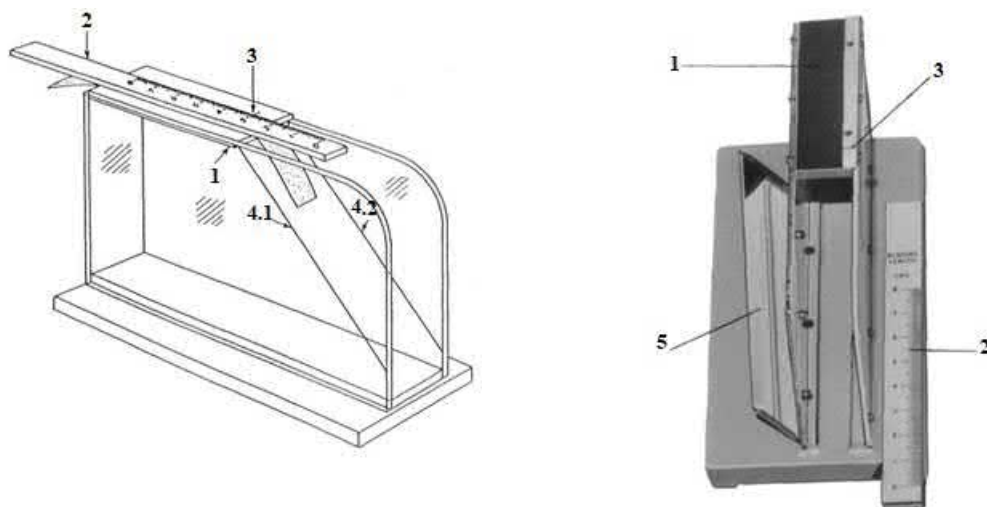


Рисунок - 2.2.3. – Схема прибора М003В для определения жесткости ткани

Линейка 2 проградуирована для измерения длины в сантиметрах, обратная сторона имеет покрытие предотвращающее соскальзывание образцов с гладкой поверхности горизонтальной платформы 1. На каждой пластиковой прозрачной детали отмечены линии 4.1 и 4.2, отражающиеся в зеркале 5. Обе эти линии соприкасаются с краем платформы 1 и лежат ниже горизонтали под углом $41,5^\circ$

Для определения длины изгиба C , см, рассчитывается среднее значение длины с лицевой и изнаночной сторон, с обоих концов образца (значения по основе и утку рассчитываются отдельно).

Жесткость при изгибе G , мг·см - является мерой жесткости, связанной с эргономическими показателями качества материала.

Рассчитывают жесткость при изгибе отдельно по продольным и поперечным направлениям по следующей формуле:

$$G = 0,10 \cdot m_{ao} C^3 \quad (2.2.1.)$$

где m_{ao} - поверхностная плотность, г/м², C - длина изгиба, см.

«Повреждение текстильных материалов микроорганизмами происходит во время их длительного хранения и транспортирования при повышенной влажности воздуха (выше 75-95 %) и благоприятной температуре или в процессе эксплуатации в мокром или влажном состоянии, что случается при нарушении условий хранения и экспонирования объектов культурного наследия. В этих условиях в структуре материала развиваются различные микроорганизмы (плесневые или другие грибки, бактерии, актиномицеллы, микрофлора самого материала, почвы и воздуха), жизнедеятельность которых приводит не только к ухудшению физико-механических свойств, но и к потере внешнего вида, цвета, блеска, стойкости к эрозии» [107,109].

«Лабораторный метод определения *устойчивости ткани к микробиологическому разрушению* (ГОСТ 9.060-75) заключается в том, что пробы, на поверхность которых нанесена специальная смесь, содержащая комплекс активной почвенной микрофлоры, выдерживаются при определенных условиях в течение 10 суток [40].

Изменения размеров после мокрых обработок определяются по ГОСТ 30157.0-95. «Сущность методов заключается в определении изменения расстояний между метками, нанесенными на элементарную пробу, после обработки в водном растворе. Изменение размеров характеризуется отношением изменения расстояний между метками элементарной пробы после мокрой обработки к первоначальному расстоянию и выражается в процентах» [33].

Разрывную нагрузку, удлинение при разрыве текстильных материалов определяют по методикам ГОСТ 3813-72, ИСО 5081-77, ИСО 5082-82. «Сущность методов заключается в испытании на разрывной машине обеспечивающих: постоянную скорость опускания нижнего зажима относительную погрешность показаний разрывной нагрузки. Элементарные пробы зажимают в зажимах разрывной машины с предварительным натяжением в зависимости от поверхностной плотности, приводят в движение нижний зажим машины до разрыва пробы или видимой деформации и записывают показания шкалы нагрузки или удлинения» [36].

Любая вещь на открытом воздухе неизбежно подвергается разрушительному воздействию солнечного света, температуры и влаги. В результате происходят необратимые изменения - материалы обесцвечиваются, теряют блеск, покрываются трещинами, теряют защитные и потребительские свойства, разрушаются. Для анализа изменений после длительного воздействия *светопогоды* на текстильные материалы проводят предварительные лабораторные испытания в аппаратах искусственной погоды (АИП) одним из современных представителей таких аппаратов является везерометр QUV [118]. Моделируя многократно увеличенное по интенсивности воздействие ультрафиолета, дождя, образование конденсата и температурные перепады позволяют создавать ускоренные процессы старения и разрушения материалов, что позволяет сэкономить время и сократить этап разработки новой продукции. Основным недостатком везерометров является их дороговизна.

Описание зарегистрированных способов инсоляции и их недостатки представлены в таблице 2.2.1

Таблица 2.2.1 - Способы инсоляции и их недостатки [61, 116, 117, 118]

Способ инсоляции	Недостатки
<p>Испытуемый материал облучают в вакууме светом узкополосного спектра, фотохимически активного к данного типа материалу (длиной волны менее 200 нм), при этом используют спектр с энергией кванта более 10 эВ, превышающий энергии связей материала. За счет максимального поглощения такого света материалом происходит ускоренное старение. После облучения в течение заданного времени фиксируют механические свойства материала, по изменению которых судят о его старении.</p>	<p>Существенное различие модельных условий, предлагаемых в эксперименте, с реальными условиями солнечного излучения на поверхности земли. Солнечный свет, достигающий поверхности земли, после фильтрации в слоях атмосферы имеет спектр с длинами волн от 280 до 300 нм. Испытание в вакууме не имитирует условий эксплуатации изделий в естественной среде, полностью исключая составляющую окисления кислородом воздуха. Время проведения испытаний порядка 150 часов.</p>
<p>На образец периодически воздействуют импульсным излучением с длительностью импульсов 0.1-1.0 мс, частотой 0.1-10 Гц и дозой 10^{19}-10^{21} квант/с·см². Спектр излучения лампы близок к солнечному. О светостойкости судят по времени старения пленок ПВХ (до интенсивного окрашивания при облучении в течение 120 часов). Изобретение позволило в 2-2.5 раза ускорить продолжительность испытания по сравнению с ранее известными методами.</p>	<p>Испытания длящиеся 120 часов являются слишком продолжительными.</p>
<p>В качестве источника излучения в приборе для испытаний на погодостойкость используется специальная металлическая галогенная лампа мощностью 1.5 кВт. В диапазоне длин волн 300-400 нм интенсивность излучения может достигать от 20-60 до 80-120 мВ/см², при этом разогрев образца может быть до 100°С. Поддержание температуры постоянной достигается дополнительным охлаждением лампы, фильтра или приспособления для крепежа образца.</p>	<p>Сложность конструкции самого прибора, заключающаяся как в необычности самой лампы, так и в дополнительном охлаждении как лампы, фильтров, так и в некоторых случаях самого испытуемого образца.</p>

<p>Образец материала воздействуют излучением, спектр которого соответствует солнечному, и определяют изменение параметров материала, по которому судят о светостойкости, В данном способе используют ксеноновую лампу. Испытание проводят при 30°C и интенсивности излучения 0.05 кал/см²мин. При этом определяют коэффициент сохранения белизны, относительное удлинение, толщину фотодеструктированного слоя. Способ позволил выявить коэффициент ускорения старения, равный 5.3, т.е. если в естественных условиях испытания проводились один год (18740 часов), то при испытании по изобретению достаточно 1632 часа.</p>	<p>Описанные в изобретении подходы требуют длительных временных затрат, что не приемлемо как на стадии отработки рецептур, так и при сравнительном контроле материалов на светостойкость при решении о запуске материала в производство изделий.</p>
--	--

Описанные методы позволяют проводить испытания материалов, не только используемых для воссоздания, но и для контроля за сохранностью подлинных текстильных объектов культурного наследия, находящихся в запасниках или в основных экспозициях различных музеев, театров и других объектах культуры. Однако некоторые методы являются очень трудоемкими, не всегда дают точных результатов и не могут быть применены к некоторым историческим объектам, поэтому для упрощения измерения и фиксации необходимых измерений целесообразно использовать свои методики, разработанные для конкретных исторических материалов.

2.3. Разработка автоматизированной установки фиксации ускоренного старения материалов INSOLATION TOOL

Старение текстильных материалов в искусственных климатических условиях осуществляют в специальных аппаратах искусственной погоды, где они подвергаются действию искусственного источника излучения света, влаги, тепла и дождевания.

В настоящее время существует несколько аппаратов искусственной погоды, они различаются в зависимости от используемого типа облучателя: угольно-дуговых, ртутно-кварцевых, ксеноновых и люминесцентных ламп.

Лампы подбираются близкие по параметрам излучения к спектру естественного источника оптического излучения (Солнца), состав которого не постоянен и меняется в зависимости от времени суток, времени года, местности, что не позволяет точно определить спектр солнечного света. Для каждого случая он свой. Поэтому чтобы приблизить спектр излучения источников света к солнечному в аппаратах искусственной погоды часто применяют для облучения материалов несколько ламп одновременно. Типы и спектр излучения ламп представлены в таблице 2.3.1

Таблица 2.3.1 Типы и спектр излучения ламп.

Тип лампы	Спектр излучения, λ , нм.	Комментарий
Угольно-дуговые	300 - 430	по мере сгорания углей интенсивность излучения меняется
Ртутно-кварцевые	205-315	лампы изготавливают низкого, среднего и высокого давления
Ксеноновые	200-780	сверхвысокого давления имеют сплошной спектр излучения, наиболее близкий к спектру солнечного света в УФ и видимой области спектра и мощные линии в ИК зоне излучения
Люминесцентные	380 - 750	по спектральному составу близки к солнечному свету. Однако спектр излучения лежит в видимой области спектра
Ультрафиолетовые	253,7	спектр излучения лежит в невидимой области спектра, увиолевое стекло

По своим характеристикам для приборов искусственной светопогоды наиболее подходящими являются ксеноновые лампы, излучающие полный спектр близкий к солнечному свету, однако такие лампы являются дорогостоящими и при эксплуатации требуют дополнительного охлаждения. Если использовать комбинацию люминесцентных и ультрафиолетовых ламп, то температура при работе в приборе будет составлять не более 50 °С, а спектр излучения будет примерно таким же.

Прототипом являлся один из старых представителей, выпущенных ещё в СССР, прибор дневного света (ПДС) системы ЦНИХБИ [25] представлен на рисунке 2.3.1.

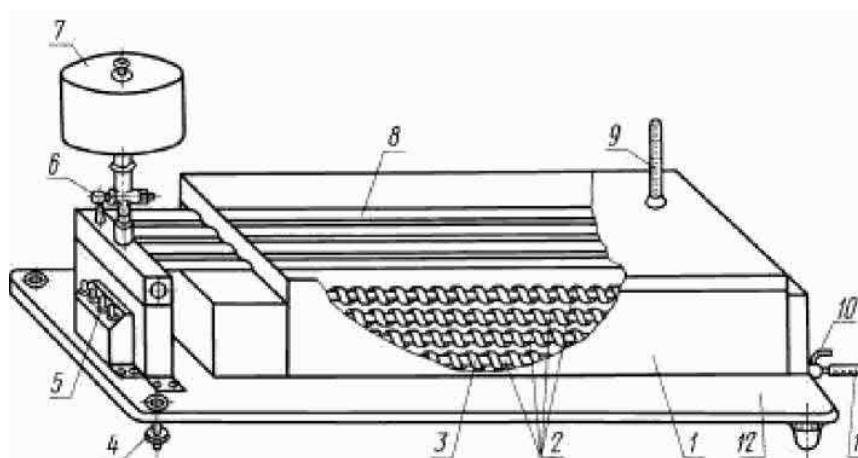


Рисунок 2.3.1. – Схема прибора ПДС системы ЦНИХБИ: 1 - стальная ванна; 2 - люминесцентные лампы; 3 - пробы ткани; 4 - регулировочные винты; 5 - электрокнопки; 6 - кран для пуска раствора; 7 - стальной трехлитровый сосуд; 8 - стальные трубки; 9 - термометр; 10 - кран для слива раствора; 11 - шланг для слива раствора; 12 - станина.

Аппарат ПДС (рис. 2.3.1) используется для определения устойчивости хлопчатобумажных, вискозных и смешанных тканей к фотоокислительной деструкции [25].

Недостатком является то, что перед использованием ламп им необходимо дать гореть в течение 10 ч вхолостую для выравнивания светового потока, после чего лампы будут пригодны для работы. Также основные недостатки были учтены и устранены при проектировании и создании автоматизированной установки фиксации ускоренного старения материалов INSOLATION TOOL(табл.2.3.2).

Таблица 2.3.2. – Характеристики аппарата ПДС системы ЦНИХБИ и установки INSOLATION TOOL

Прибор дневного света ПДС системы ЦНИХБИ	Автоматизированная установка фиксации ускоренного старения материалов INSOLATION TOOL
На протяжении всего эксперимента необходимо, присутствие лаборанта для периодической доливки жидкости для дождевания	Для проведения длительного эксперимента не требуется лаборант
Опытные образцы помещаются в прибор лицевой стороной на люминесцентные лампы	Опытные образцы помещаются в прибор на решетку под лампы
Установлены 4 трубчатые лампы дневного излучения типа ЛД30	Установлены 2 лампы дневного излучения и 2 лампы УФ излучения
Установлен спиртовой термометр	Установлен датчик температуры и влажности
-	Установлена видеокамера
-	Установлен насос ротационного типа
Подача растворов по трубкам орошения производится вручную, открытием крана	Автоматизированная подача жидкости в трубки орошения
Кран и шланг - для слива раствора из ванны	Установлена дополнительная трубка с автоматизированной подачей жидкости снизу
-	Установлена дополнительная емкость с датчиком уровня жидкости
-	Установлены клапаны для автоматической подачи воды
Жидкость в систему заливается лаборантом	Жидкость рециркулирует в системе автоматически
Каждая лампа включается индивидуально двойным включением: Режим разогрева Режим горения	Розжиг ламп осуществляется двумя электронными балластами модели EL2x36ngn попарно по 2 лампы
Перед использованием ламп им необходимо дать гореть в течение 10 ч вхолостую для выравнивания светового потока	-
Кабель питания соединён с установкой неразрывно. Заземление устанавливается дополнительно	Кабель питания соединяется с установкой отдельно. Заземление осуществляется через кабель питания

Описание и технические характеристики комплектующих разработанной автоматизированной установки фиксации ускоренного старения материалов представлены в приложении А.

Основным отличием автоматизированной установки фиксации ускоренного старения материалов INSOLATION TOOL общий вид и схема которой представлены на рисунках 2.3.1. и 2.3.2. от прототипа является отсутствие необходимости обслуживать установку в течении эксперимента. Лаборанту требуется загрузить испытуемые образцы в установку, запустить программу исследований и по окончании эксперимента достать испытуемые образцы. При этом всё происходящее в установке фиксируется видеокамерой.

В камере имитируют естественные климатические условия: солнечное излучение, температура и влажность. Для имитации солнечного излучения используют лампы двух типов: люминесцентные, имеющие спектр излучения в видимой области максимально приближенный к солнечному, и ультрафиолетовые, дополняющие спектр в верхней области. Инфракрасное излучение получают от обоих типов ламп. Выделяемая в виде излучения мощность составляет 120 ватт.



Рисунок 2.3.2. - Общий вид автоматизированной установки фиксации ускоренного старения материалов INSOLATION TOOL

Процесс работы установки обеспечивает устройство управления (контроллер) на базе микрокомпьютера Raspberry PI: включение исполнительных устройств установки (клапаны, лампы, насос), а также сбор данных о температуре и влажности в камере и фотофиксация опытных образцов.

Для задания режимов работы установки и получения данных эксперимента используют WEB-интерфейс. Обмен данными с контроллером осуществляется посредством подключения его к сети Ethernet.

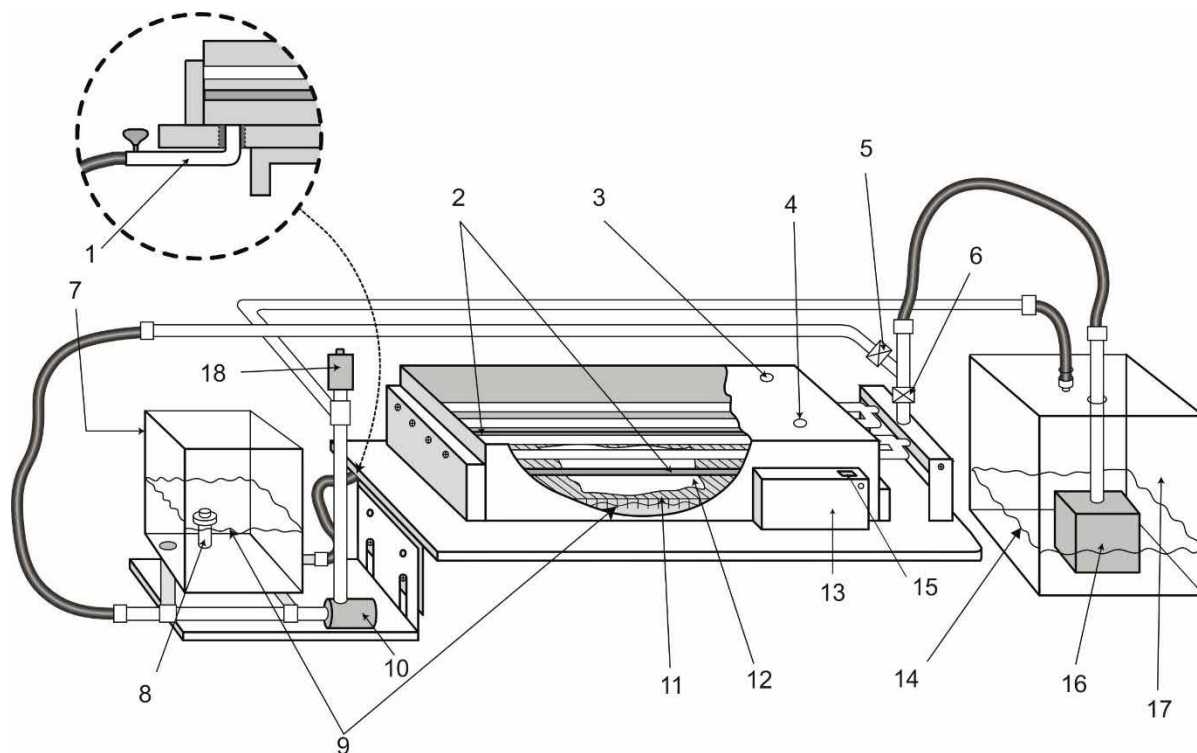


Рисунок 2.3.2. – Схема автоматизированной установки фиксации ускоренного старения материалов INSOLATION TOOL: 1 - сливная воронка, 2 - лампы дневного и ультрафиолетового света, 3 - датчик температуры и влажности, 4 - камера видеофиксации, 5 - клапан нижней подачи жидкости, 6 - Клапан дождевания, 7 - емкость выравнивания уровня жидкости, 8 - датчик уровня жидкости, 9 - уровень жидкости, 10 - насос откачки из емкости выравнивания уровня жидкости, 11- металлическая решетка, 12 - испытуемый материал, 13 - блок электронного управления, 14 - уровень жидкости в емкости подкачки, 15 - клавиша выключения прибора, 16 - насос подкачки, 17 - емкость подкачки, 18 - воздушный клапан.

Установка работает в двух режимах: имитация атмосферных условий вне помещения (рис.2.3.3) и в помещении (рис.2.3.4).

Режим №1 – воссоздание атмосферных условий вне помещения: Опытные

образцы испытуемой ткани помещают в ванну на решетку 11. Находясь на решетке, образцы подвергаются дождеванию с помощью 4 каналов. В каналы орошения жидкость поступает при помощи насоса подкачки 16 из ёмкости подкачки 17 через клапан орошения 6. Включаются люминесцентные лампы, являющиеся максимально приближенным по спектру излучения к солнечному свету.

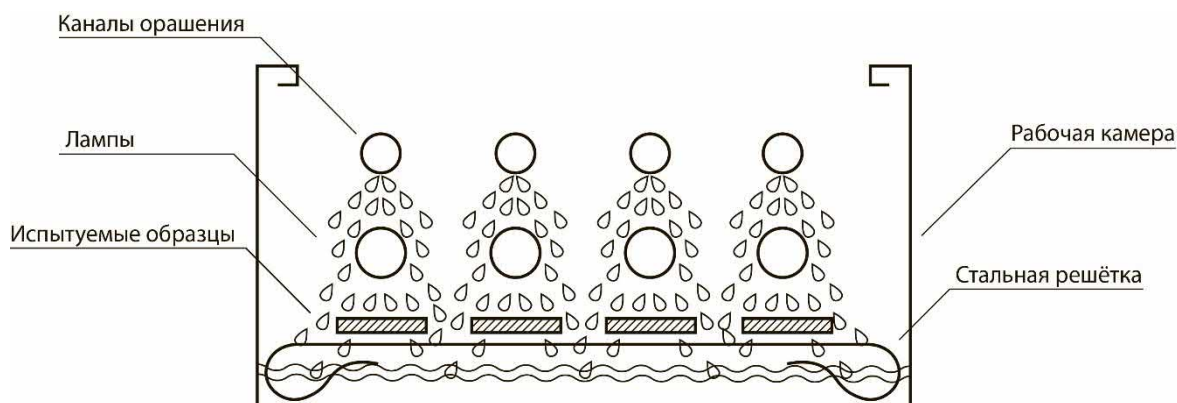


Рисунок 2.3.3. – Принцип работы установки в режиме воссоздания атмосферных условий вне помещения.

Раствор протекает на лампы, далее стекает на образцы 12, и просачивается на дно ванны. Для поддержания уровня жидкости на дне ванны. По принципу сообщающихся сосудов раствор сливается в воронку 1, из которой попадает в ёмкость для выравнивания уровня жидкости 7. Там установлен поплавковый датчик 8. При подъёме поплавкового датчика включается откачивающий насос 10. Клапан дождевания 6 закрывается и жидкость перемещается обратно в ёмкости подкачки 17.

Поплавковый датчик уровня жидкости служит для предотвращения перелива жидкости в ванне. При необходимости сработает система, включит насос, и жидкость вернется в ёмкость подкачки. Для удаления лишнего воздуха в гидравлической системе установлен обратный клапан.

Уровень жидкости в ванне регулирует поплавковый датчик, находящийся поплавающей камере. Уровень жидкости должен быть отрегулирован так чтобы

испытываемые образцы не касались жидкости дне ванны. Это достигается регулировкой высоты поплавковой камеры.

Режим №2 – Воссоздание атмосферных условий в помещении: Опытные образцы испытываемой ткани помещаются в ванну на решетку 11. Включаются лампы дневного света. Жидкость при помощи насоса подкачки 16 из ёмкости подкачки 17 через клапан нижней подачи 5 поступает в основную рабочую ёмкость, через клапан нижнего наполнения перетекает в ёмкость выравнивания уровня жидкости 7, где установлен поплавок датчик 8 закрывающий клапан нижней подачи 18. По принципу сообщающихся сосудов жидкость через сливную воронку 1 попадает в рабочую зону.

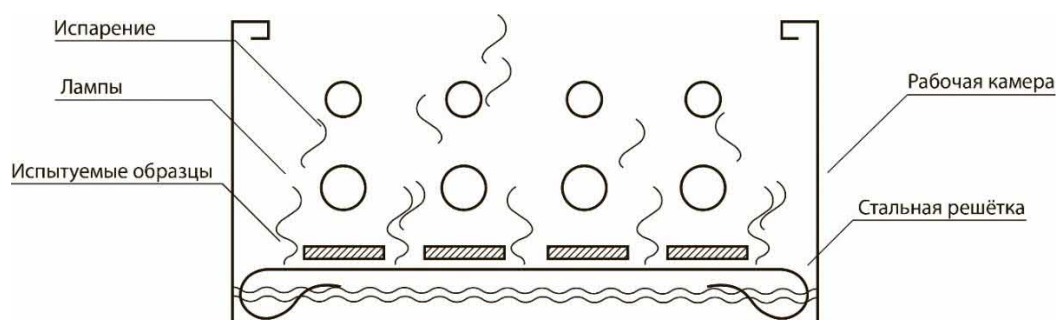


Рисунок 2.3.4. – Принцип работы установки в режиме воссоздания атмосферных условий в помещении (испарение с контролем влажности).

В случае превышении уровня раствора закрывается клапан для нижнего наполнения и активируется жидкостной насос для выравнивания уровня жидкости на дне ванны (рис.2.3.5).

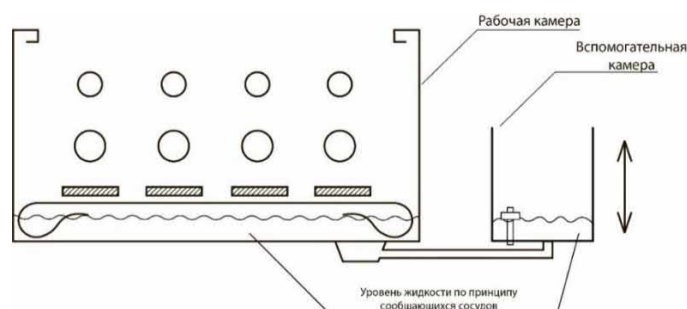


Рисунок 2.3.5. – Принцип работы выравнивания уровня жидкости в установке.

Температура и влажность измеряются в течение всего эксперимента. Интервал измерений задают при установке параметров эксперимента.

В установке предусмотрена фотокамера для фиксации изменений в процессе эксперимента. Интервал фотофиксации устанавливают при установке параметров эксперимента.

2.4 Подбор источников искусственного излучения и их воздействия

При проектировании установки одной из основных задач являлся подбор источников излучения, которые по спектру излучения максимально приближены к солнцу для имитации воздействий окружающей среды.

При подборе было изучено несколько типов ламп с различными спектрами, и подобраны более подходящие для установки люминесцентные OSRAM L 30 W/840 с диапазоном излучения 400-700 нм и УФ лампы ДБ 30-1 с диапазоном излучения 200-300 нм. Описание и характеристики ламп представлены в разделе 1.7. приложения А.

На рисунке 2.4.1. представлен полный спектр солнечного излучения и области работы выбранных ламп.

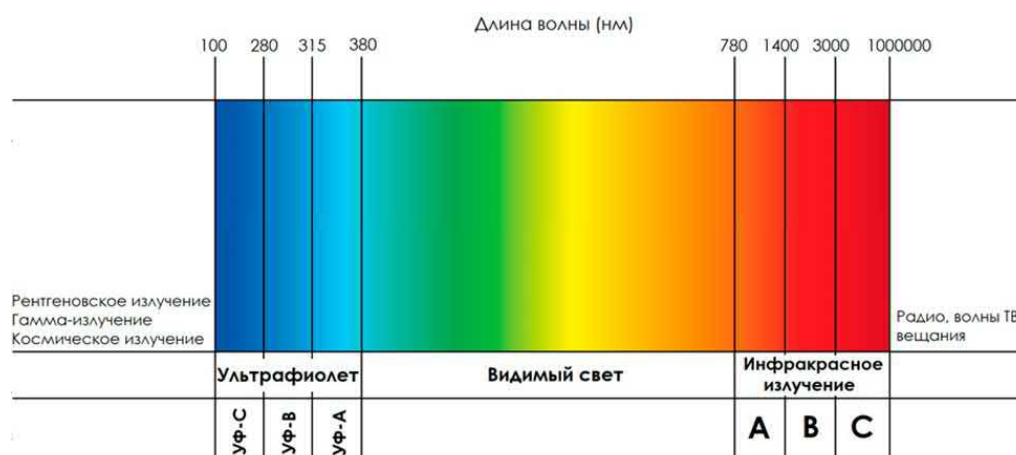


Рисунок 2.4.1. - Полный спектр солнечного излучения – от рентгеновского до инфракрасного и область работы ламп выбранных для установки.

При включении ламп движение фотонов происходит по схеме, представленной на рисунке 2.4.2.

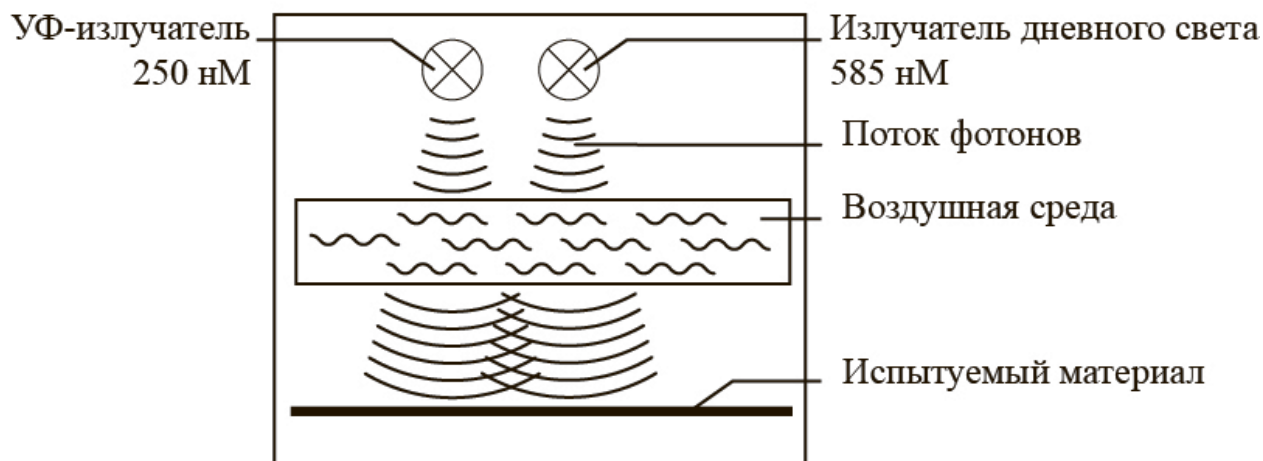


Рисунок 2.4.2. - Поток локализованных в пространстве дискретных частиц, движущихся со скоростью равной скорости света в вакууме

Взаимодействие фотонов в рабочей камере происходит в 3 этапа: поток фотонов, излучаемый лампами, проходит через воздушную среду и попадает на испытуемый материал. Так как потеря энергии фотонами происходит только в космическом и межгалактическом пространстве, в нашем случае расстояние настолько мало, что этим можно пренебречь.

Энергия фотона - это энергия элементарной частицы (фотона), квант электромагнитного излучения (в узком смысле - света). Это безмассовая частица, способная существовать только двигаясь со скоростью света.

$$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda} \quad (2.4.1.)$$

где E - энергия фотона,

$h=6,6 \cdot 10^{-34}$ - постоянная планка,

ν - частота волны,

$c=3 \cdot 10^8$ - скорость света в вакууме,

λ - длина волны

Распространение света следует рассматривать не как непрерывный волновой процесс, а как поток локализованных в пространстве дискретных частиц, движущихся со скоростью равную скорости света в вакууме. В 1926 году эти частицы получили название фотонов. Фотоны обладают всеми свойствами частицы (корпускулы).

Таким образом энергия фотона увеличивается с ростом частоты (или с уменьшением длины волны), например, фотон фиолетового света (0.38 мкм) имеет большую энергию, чем фотон красного света (0.77 мкм).

Так же фотон имеет массу. Масса фотона - это масса элементарной частицы (фотона), квант электромагнитного излучения (в узком смысле - света). Это частица, способная существовать и иметь массу только двигаясь со скоростью света. Фотон не может иметь массу покоя, она будет равняться нулю. Фотон обладает массой только когда он движется со скоростью света.

$$\text{Масса фотона:} \quad m = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c\lambda} = \frac{hw}{2\pi c^2} \quad (2.4.2.)$$

$$\text{Импульс фотона:} \quad p = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda} \quad (2.4.3.)$$

где m - масса фотона.

Энергия и импульс фотона для УФ излучателя с длиной волны 250 нм определяется:

$$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda} = \frac{6,6 * 10^{-34} * 3 * 10^8}{250 * 10^{-9}} = 0,0132 * 10^{-17}$$

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6,6 * 10^{-34}}{250 * 10^{-9}} = 0,0044 * 10^{-25}$$

Энергия и импульс фотона для ДС излучателя с длиной волны 585 нм рассчитывается:

$$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda} = \frac{6,6 * 10^{-34} * 3 * 10^8}{585 * 10^{-9}} = 0,016 * 10^{-17}$$

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6,6 * 10^{-34}}{585 * 10^{-9}} = 0,011 * 10^{-25}$$

Таким образом было рассчитано воздействие излучателя на исследуемый объект в рабочей камере инсоляционной установки.

Информация на все используемые в установке компоненты отражена в приложении А.

Для установки фиксации искусственного старения была разработана программа Insolation Tool V.1.0. Программа предназначена для управления, просмотра, сортировки и предварительной обработки данных физических измерений аппаратного комплекса имитирующего воздействие солнечного излучения внутри и вне помещений.

- Реализует управление устройствами (насосы, электроклапаны, ультрафиолетовые и дневные лампы).

- Фиксирует данные эксперимента (температура, влажность, цвет и изображение образца)

- Сохраняет в базы данных.

- Обрабатывает получаемые данные.

- Имеет пользовательский интерфейс.

Запуск программы осуществляется через браузер на компьютере, по адресу: <https://sw-softstich.ru>. Для ограничения доступа неизвестным пользователям, а также сохранения для каждой учетной записи экспериментов с различными параметрами необходимо провести авторизацию используя логин и пароль.

В программе установки все включенные функции подсвечиваются красным, отключенные - серым.

Перед началом работы на установке, необходимо провести проверку оборудования (клапанов, ламп, насосов, фотокамеры, датчика температуры и влажности), для этого запускается режим, при котором происходит тестирование работоспособности установки.

Ниже на рисунке 2.4.3. приведены рабочие кнопки и их назначение.











	Обновить данные;
	Сделать снимок;
	Проверка клапана орошения;
	Проверка клапана нижней подачи;
	Проверка насоса осушения установки;
	Проверка ультрафиолетового излучателя;
	Проверка лампы дневного света;
	Отключить проверку оборудования;
	Проверить оборудование;
	Завершить сеанс работы.

Рисунок 2.4.3.- Кнопки рабочего экрана и их назначение.

При отключении режима проверки интерфейс установки переходит в режим готовности с четырьмя кнопками Рисунок 2.4.4.



Рисунок 2.4.4. – Кнопки режима готовности.

Над панелью с кнопками, в верхней строке рабочего экрана отражаются текущие: имя пользователя, дата и время, температура и относительная влажность в рабочей камере прибора на текущий момент. (Рисунок 2.4.5.)

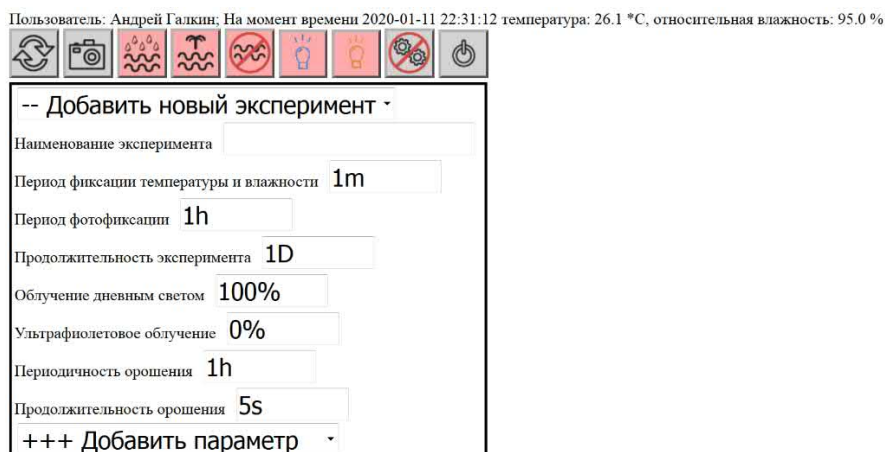


Рисунок 2.4.5 - Внешний вид рабочего экрана

Для начала работы с установкой в программе необходимо выбрать эксперимент из сохраненных или «**добавить новый эксперимент**». Меню выбора параметров эксперимента расположено на рабочем экране. Настройка режима проведения эксперимента, заключается в последовательном вводе, данных в соответствующие поля:

- период фиксации температуры и влажности вносится в минутах (m);
- период фотофиксации в часах (h);
- продолжительность эксперимента в сутках (D);
- облучение дневным светом в процентах (%) от продолжительности эксперимента;
- ультрафиолетовое облучение в процентах (%) от продолжительности эксперимента;
- периодичность орошения в часах (h);
- продолжительность орошения в секундах (s);

После выбора параметров эксперимента установка может быть запущена в работу при помощи кнопок (Рисунок 2.4.2):

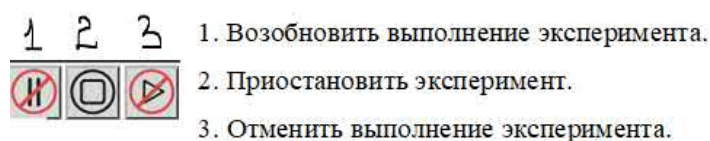


Рисунок 2.4.6 – Кнопки запуска эксперимента.

После окончания работы с установкой из базы данных получаем интересующие нас значения в виде файла с расширением (*.csv).

Работы по оценке старения материалов на установке проводятся по разработанной методике (приложение Б)

2.5. Требования предъявляемые к оценке надежности и точности измерений кинетических нагрузок

Для оценки кинетики предельных механических нагрузок текстильных материалов изучают характеристики, получаемые при растяжении материала до разрыва, определяют такие характеристики на разрывных машинах различной конструкции. Машины, работающие по механическому принципу не способны предоставить достаточно точные данные, несмотря на свои небольшие габаритные размеры имеют большую массу. Машины с установленным электронным интерфейсом довольно компактны, обладают высокой точностью измерений.

Проведена модернизация разрывной машины модели РТ-250М-2, в которой функцию маятникового механизма измерения нагрузок на испытуемые материалы выполняет установленный тензодатчик (взамен маятникового механизма) в составе программно-аппаратного комплекса, что позволило получать данные на компьютер в режиме реального времени.

Модернизированная машина была названа автором «ГЕРКУЛЕС-200».

Схема работы машины и представлена на рисунке 2.5.1.

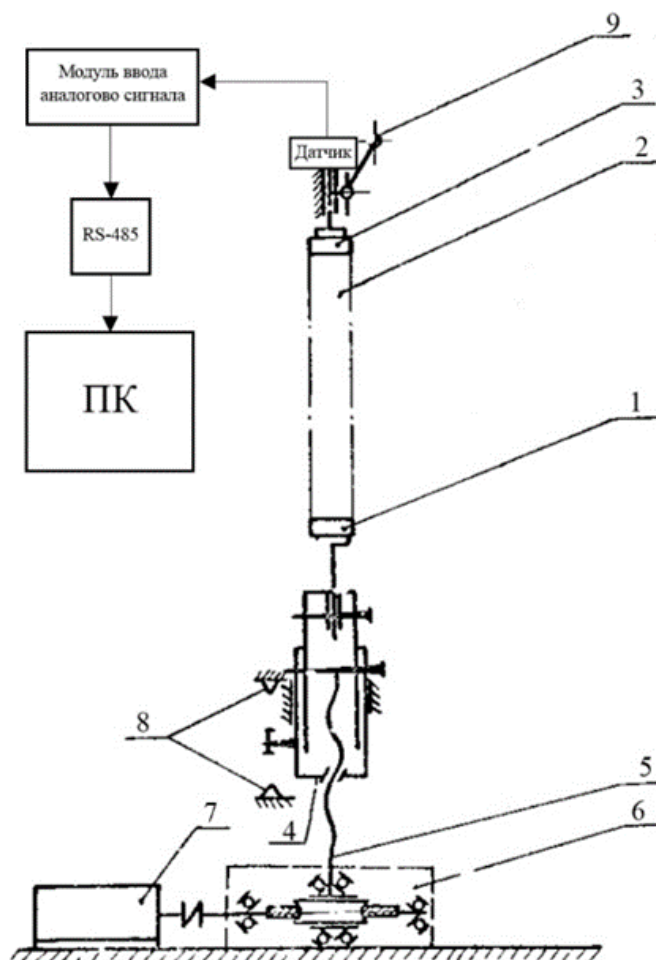


Рисунок 2.5.1 - Схема работы машины ГЕРКУЛЕС-200. 1 - нижний зажим; 2 - образец; 3 - верхний зажим; 4 - гайка; 5 - винт; 6 - редуктор; 7 - электродвигатель; 8 - ограничитель; 9 - арретир

Сравнительные характеристики разрывной машины РТ-250М-2 и модернизированной разрывной машины «Геркулес-200» представлены в таблице 2.5.1.

Таблица 2.5.1.- Технические характеристики разрывной машины РТ-250М-2 и модернизированной машины Геркулес 200

Показатель модель	Параметр РТ-250М-2	Параметр Проектируемой установки
Наибольшая предельная нагрузка, кгс	250	200
Количество поясов	3	Без ограничений
Предельные значения шкалы, кгс:	пояс А от 0 до 50 пояс Б от 0 до 100 пояс В от 0 до 250	от 0 до 200
Рабочая часть шкалы, кгс.	пояс А от 10 до 50 пояс Б от 10 до 100	0,05-200

	пояс В от 20 до 250	
Цена деления шкалы, кгс	пояс А 0,10 пояс Б 0,20 пояс В 0,50	НЕТ
Динамическое получение и обработка результатов испытаний	НЕТ	Есть
Возможность планирования эксперимента с различными динамическими параметрами (прямые и обратные ускорения)	НЕТ	Есть
Предел допускаемой погрешности показаний при прямом ходе (нагрузении) от измеряемой нагрузки, % не более	±1	±0,05
Вариация показаний измеряемой нагрузки, % не более	1	0,001
Абсолютная чувствительность в пределах диапазона измерения нагрузки должна быть не менее	0,5	0,005
Разность показаний между прямым и обратным ходами в каждой поверяемой точке шкалы, %, не более	2	нет
Предельное значение шкалы деформации, мм	200	200
Цена деления шкалы деформации, мм	1	1
Погрешность измерения деформации, мм.	±1	±1
Скорость перемещения активного захвата плавным регулированием, мм/мин	от 25 до 250	от 25 до 250
Наибольшее расстояние между захватами (с интервалом через 50 мм), мм не менее	450	450
Рабочий ход активного захвата, мм, не менее	200	200
Предварительное натяжение ткани, кгс.	0,015; 0,025; 0,04; 0,05; 0,06; 0,1; 0,2; 0,25; 0,5; 1,0; 1,5	0,015; 0,025; 0,04; 0,05; 0,06; 0,1; 0,2; 0,25; 0,5; 1,0; 1,5
Потребляемая мощность, кВт	0,2	0,2
Габаритные размеры, мм,	Длина 650 Ширина 480 Высота 1500	Длина 650 Ширина 380 Высота 1500
Масса машины, кг,	220	180

Используемое оборудование и программное обеспечение для модернизации: - S-образный тензодатчик Sierra SH3 с диапазоном измерения до 200 кг; - преобразователь аналогового сигнала MB-100-24.4ТД; - Преобразователь сигнала RS-485 в USB; - MASTER-SKADA; OPC-сервер ОБЕН; - конфигуратор MB110; - OS Microsoft Windows.

Вместо маятникового силоизмерителя был выбран наиболее подходящий для размещения в рабочих органах разрывной машины РТ-250М-2, тензодатчик S-образного типа общий вид (и вид в рукаве силоизмерителя) которого представлен на рисунке 2.5.1.

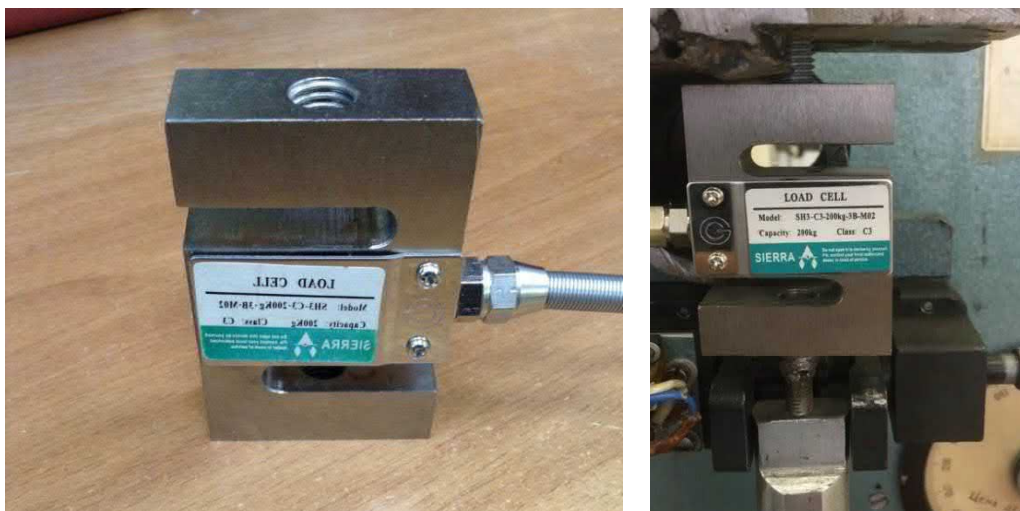


Рисунок 2.5.1. - Тензодатчик S-образного типа

Для подключения к компьютеру через USB-2 применяли модуль аналогового ввода MB110-224.1ТД (рисунок 2.5.2.), который имеет выход RS-485, для преобразования электрического сигнала в сигнал ввода.

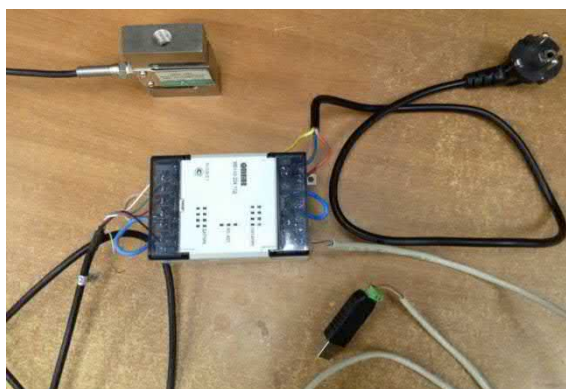


Рис2.5.2. - Модуль аналогового ввода с подключенным датчиком

Юстировка тензодатчика. Для корректной работы тензодатчика необходимо провести перед испытаниями его юстировку, для этого питание датчика

подключается к сети, датчик подключается к компьютеру через модуль аналогового ввода, запускается программа конфигуратора MB110-224, в программе указываются значения, соответствующие прибору, и выбирается порт, к которому подсоединен контроллер. Далее необходимо перейти к «Заводским сетевым настройкам» и в окне настроек ввести значения, указанные на рисунке 2.5.3.

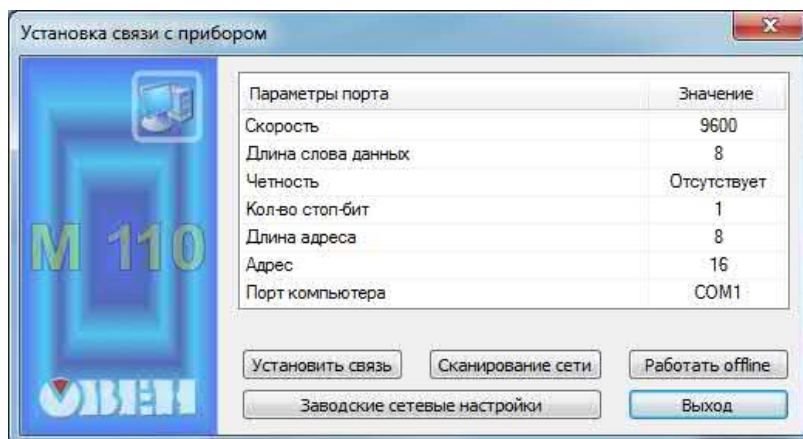


Рисунок 2.5.3 – Окно сетевых настроек

После появления окна с сообщением «Связь установлена» открывается программа и в верхней панели управления необходимо выбрать раздел «режимы программы» - «юстировка» на рисунке 2.5.4.

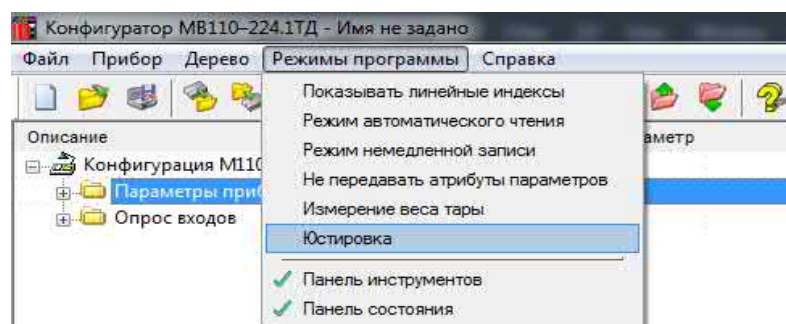


Рисунок 2.5.4. – Раздел «режимы программы» - «юстировка» в панели управления

В открывшемся окне «Шаг 1» необходимо ввести код доступа (792), оставить пользовательские настройки и после нажатия кнопки «Продолжить», установленный тип юстировки сохраниться и останется неизменным на рисунке 2.5.5.

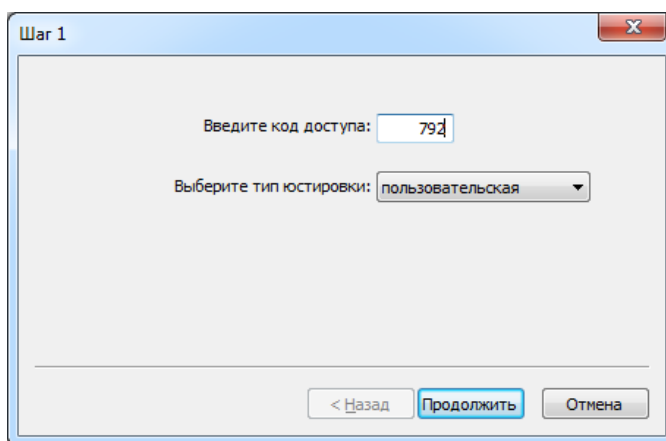


Рисунок 2.5.5 – Окно «Шаг 1»

В следующих окнах выполняется калибровка прибора, путём взвешивания комплекта гирек. Сначала взвешивается гирька с малой массой «Шаг 2», затем с большей «Шаг 3» и указываются их значения в граммах и процентах на рисунке 2.5.6.

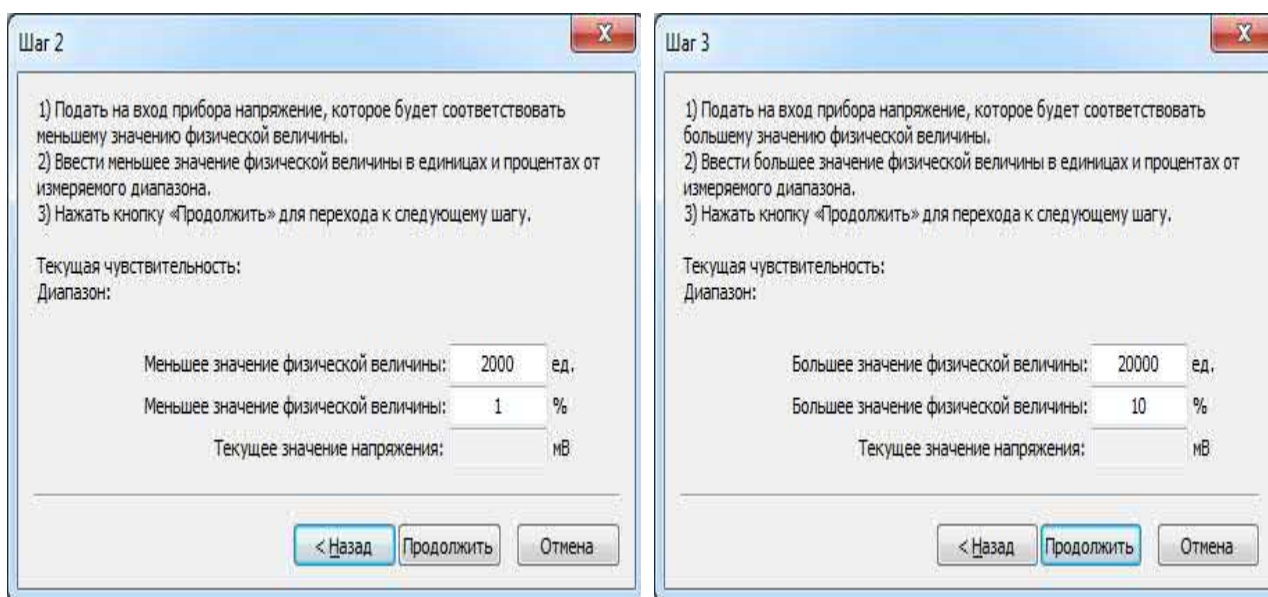


Рисунок 2.5.6 – Окна «Шаг 2», «Шаг 3»

Для завершения юстировки последнем окне нажимаем кнопку «Сохранить» на рисунке 2.5.7.

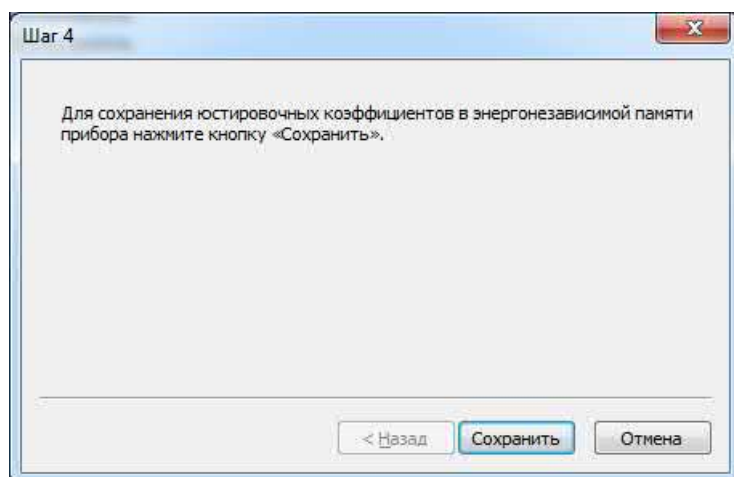


Рисунок 2.5.7 - Окно «Шаг 4»

Оборудование готово к работе.

Работы на модернизированной машине Геркулес 200 проводятся по методике, представленной в приложении В.

Таким образом в соответствии с предложенным алгоритмом (рис.2.1.1) осуществляют ускоренное старение образца (на специально разработанной установке с фото-фиксацией и фиксацией температурно-влажностного режима в реальном времени), а затем при изменении визуальных характеристик, проводят оценку упруго-пластических свойств по методу малых полосок на усовершенствованной автором машине РТ-250М-2. Геркулес 200.

Критерием оценки экспонентопригодности материалов могут служить сравнительные показатели изменения цвета образцов, их жесткости, воздухопроницаемости.

Проведены сравнительные испытания по изменению цвета образцов материалов разного волокнистого состава [18]. Использовали ткани разного волокнистого состава полотняного переплетения, сине-голубой цветовой гаммы которые обычно используются для мужской и женской одежды, особенно в жарком климате, (табл.2.5.2).

Таблица 2.5.2. - Технические характеристики тканей

Код ткани	Влокнистый состав, %	Число нитей на 10мм		Поверхностная плотность, г/м ²	Линейная плотность пряжи, текс
		по основе	по утку		
А	Пр х/б-100	32	26	165	30
Б	ВПэф 65, Пр х/б 35	21	18	160	30
В	ВПэф 100	32	16	156	30

Эксперимент проводили в общей сложности шесть дней подряд, помещая все образцы (т.е. десять образцов) одновременно, а затем извлекая их из установки чрез каждые два дня. Были выбраны достаточно жесткие режимы испытаний «вне помещения». Полученные данные изменения цветности образцов (рис.2.5.8.) показали характерные результаты в зависимости от посветления их первоначальной окраски и времени воздействия.

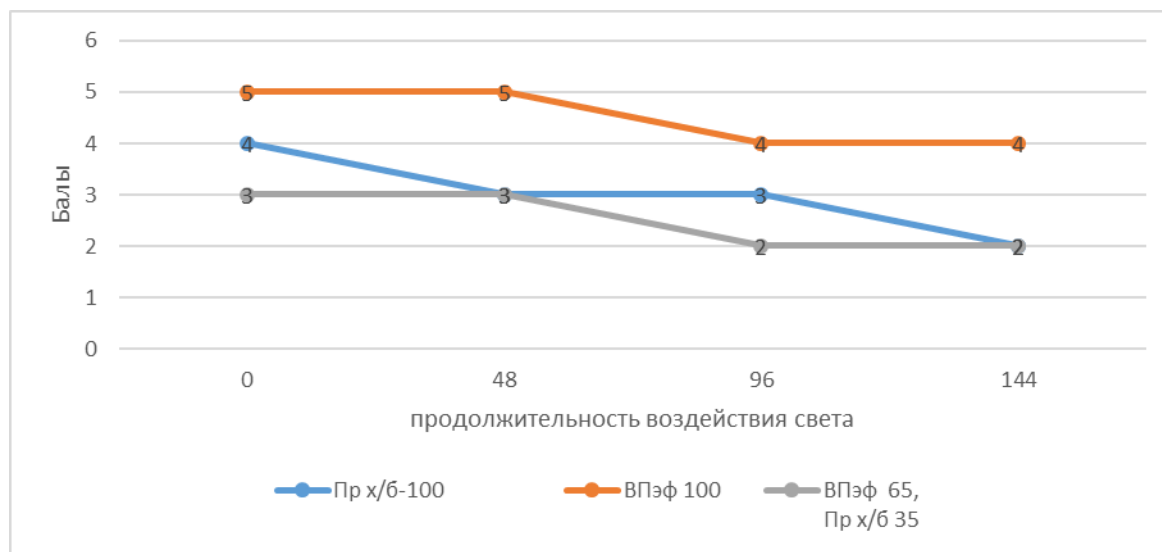


Рисунок 2.5.8 - Влияние продолжительности воздействия света на изменение цвета

Из рисунка 2.5.8., видно, что образец из 100% полиэстера (оранжевая линия) не показал изменения цвета при воздействии света в течение двух дней, но снизился с 5 до 4 баллов через четыре дня и остался таким же до шестого дня, И также, образец 65/35% -полиэфир / хлопок (серый цвет) не показал изменения

цвета при воздействии света в течение двух дней, но изменился с 3 до 2 баллов через четыре дня и остается неизменным до конца испытаний. С другой стороны, образец из 100% хлопка (линия синего цвета) изменил свои цвета с 4 до 3 баллов на второй день испытаний, оставался неизменным до четвертого дня, а затем изменился с 3 до 2 баллов на шестой день.

Выводы по главе 2

1. Была проведена систематизация существующих методик исследования и усовершенствование методик для получения более точных результатов.

2. Усовершенствованная установка светопогоды INSOLATION TOOL обеспечивает полностью автоматизированный процесс искусственного старения материалов и позволяет получить все параметры воздействий на испытываемые пробы на протяжении полного цикла эксперимента в реальном режиме времени.

3. Модернизированная разрывная машина Геркулес-200 (РТ-250М -2) позволяет получать достоверные результаты в реальном режиме времени показателей разрывной нагрузки и удлинения при разрыве в формализованном виде для дальнейшей обработки на ЭВМ.

4. Апробация разработанных приборов показала, что работа на разработанных установках стала более удобной и простой, позволяет затрачивать намного меньше времени на проведение экспериментов и получение результатов. Апробация была проведена при выполнении выпускной квалификационной работы (ВКР) на тему: «Исследование свойств материалов одежды для жаркой климатической зоны» а также при выполнении лабораторных работ на on-line платформе по курсу «Материаловедение материалов в производстве изделий легкой промышленности».

5. Были разработаны методики работы на установках и внедрены в учебный процесс.

ГЛАВА 3 ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ ВЛИЯЮЩИХ НА ДЕСТРУКЦИЮ ИСТОРИЧЕСКИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ИНСОЛЯЦИИ

3.1. Выбор объектов исследования

Во время реставрации в Алушкинском дворцово-парковом музее-заповеднике «Воронцовский дворец» двух портретов работы Ага-Бозорга (инв. №№ 1-2, №№ КП 978-979, 297 x 252 см, 304 x 250 см) в 2016-2018 годах проводилась реставрация с заменой ткани закрывающей заднюю сторону ковра установленной во время предыдущей реставрации проводившейся в 1945 году. Возраст вышитого ковра датируется до 1830 года. Во время реставрации были отобраны образцы эталонной ткани без ущерба для произведения. Возраст образцов составляет примерно 191 год. Эти образцы использовались для микроскопических исследований «Историческая эталонная» представлена на рис. 3.1.1. характеристики даны в (табл.3.1.1):

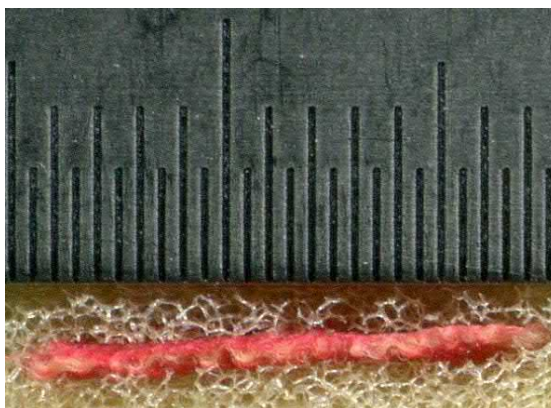


Рисунок 3.1.1 - Историческая эталонная красная (191год)

Современная ткань по эстетическим характеристикам соответствует историческим.

В соответствии с записями в дефектном акте возраст снятой подкладки

ковра составляет более 76 лет [52]. Эта ткань была выбрана в качестве юстировочной (таб. 3.1.1).

В качестве современной ткани было выбрано шерстяное сукно, полотняного переплетения близкое по характеристикам к эталонной ткани:
ткань полотняного переплетения;

Таблица.3.1.1 – Структурные характеристики исследуемых тканей

Образец ткани	Толщина, Т, текс		Число нитей на 10 см		Линейное заполнение ткани, %	
	по основе	по утку	по основе, По	по утку, Пу	по основе, Ео	по утку, Еу
Историческая эталонная	90	90	142	154	44,1	45,9
Историческая юстировочная	112,12	87,92	136	150	59,24	57,86
Современная	93,24	92,02	150	150	59,59	59,19

Для более глубокого анализа степени разрушения исторических эталонных материалов необходимо провести различные исследования, однако в связи с тем, что образцы очень малых размеров необходимо проводить испытания, не разрушающие текстильные материалы. Для этого использовали микроскопический и компьютерный анализы.

При органолептическом анализе состояния исторической ткани замечены сильные разрушения материала. Видны поражения материала молью, утрачен первоначальный цвет, в отдельных местах утраты волокон. Ткань пропитана пылью, отчего ощущается большая сухость и ломкость ткани. В местах закрепления ткани гвоздями наблюдаются ржавые пятна и сквозные прорывы. Микроскопический анализ проводили на электронном сканирующем микроскопе Phenom [73] при увеличении М: 1:1000 представлены на рисунке 3.2.1.

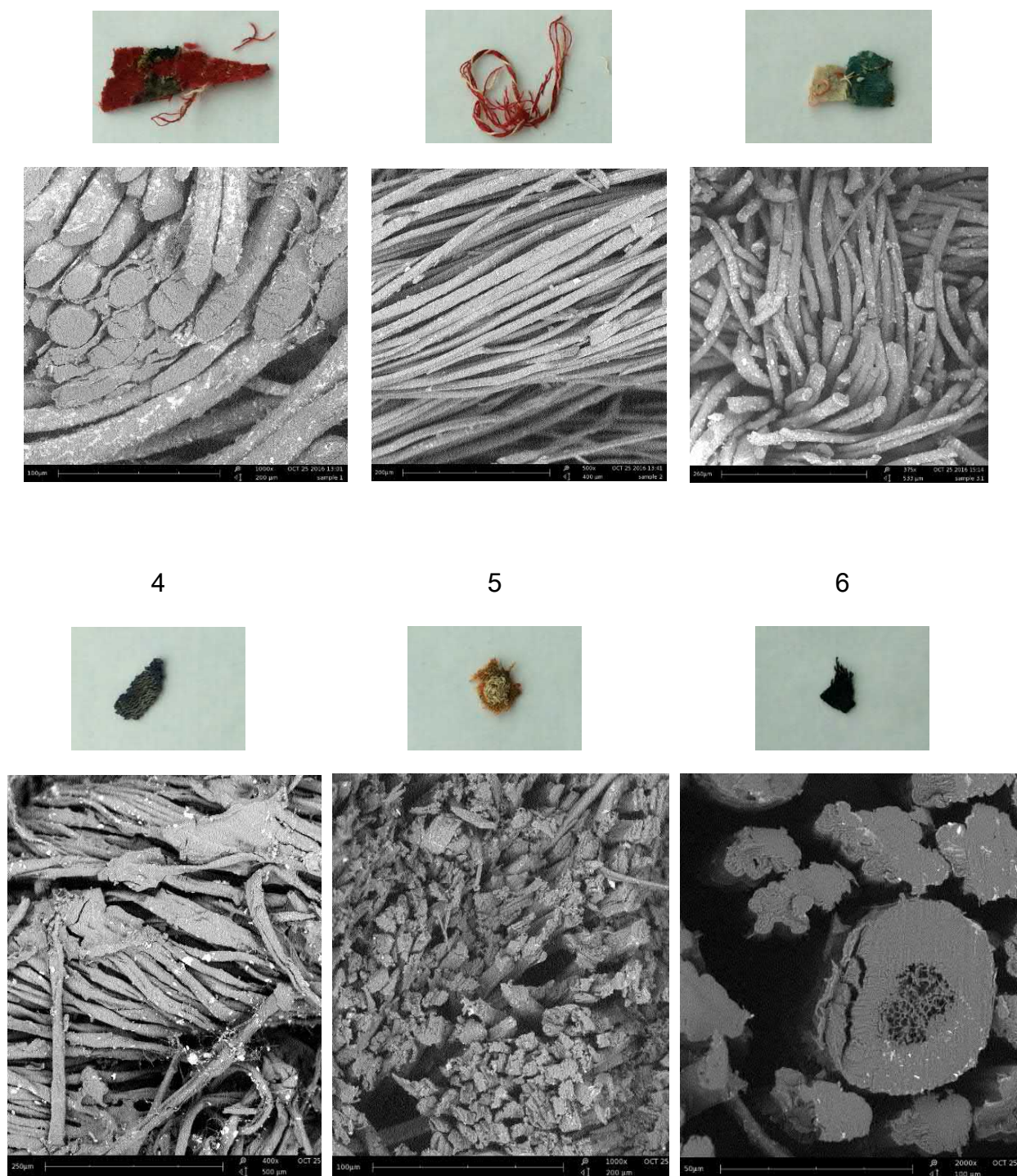


Рисунок 3.2.1 - Цифровые фотографии структуры материалов и волокон в масштабе М: 1:1000.

Микроскопический анализ структуры материалов и волокон различных фрагментов исторического объекта показал разрушение волокон и наличие множественных грибковых поражений (Рисунок 3.2.1). Такие повреждения не подлежат реставрации, более того распространяющиеся грибковые поражения

приводят к ускорению разрушения текстильных материалов, поэтому возникла необходимость провести бактерицидную и противогрибковую обработку полотен материалов.

При изучении фотоматериалов исторических эталонных тканей, было отмечено, что различные элементы вышивки имеют немного отличающуюся структуру, это связано с тем, что при хранении некоторые части ковра были утрачены в следствии естественных временных разрушений, и были заменены подручными средствами во время предыдущих музейных реставраций. Что бы воссоздать часть каймы автором были проведены анализы структуры основы вышитого ковра и вышивальных нитей.

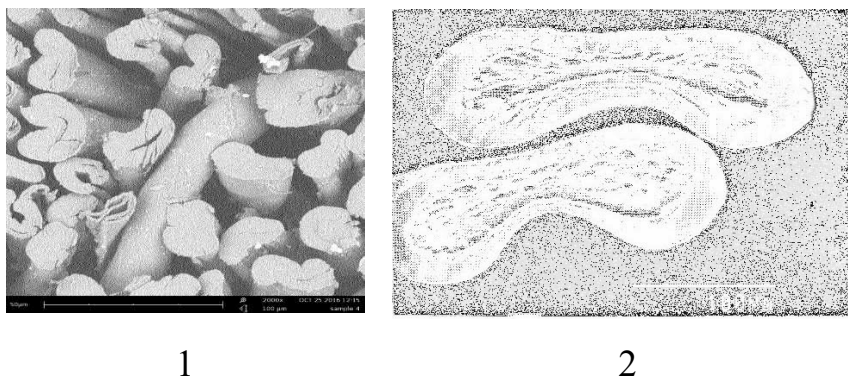


Рисунок 3.2.2 – Изображения срезов волокон шерсти под электронным микроскопом: 1 – эталонного материала (образец 4); 2 – семейство Bovidae Подсемейство Caprinae Ammotragus lervia - Гривистый баран [108].

При сравнении срезов волокон шерсти исторических эталонных материалов под микроскопом с атласом волос млекопитающих, (Рисунок 3.2.2) было определено что шерсть, используемая для изготовления тканей для каймы, принадлежит гривистому барану занесенного в красную книгу международного союза охраны природы и природных ресурсов, имеющего охранный статус [108]. Это означает, что ткань из шерсти этого животного создать невозможно. Поэтому необходимо найти современные ткани, которые по своим характеристикам максимально приближенны к историческим (эталонным).

3.2. Подготовка образцов современной ткани для испытаний

Подготовка проб для испытаний: Исследуемые материалы перед испытаниями подвергали кондиционированию при климатических условиях по ГОСТ 10681 [24] в течение 24 ч.

Из ткани вырезали 21 элементарную пробу по направлению нити основы и выдергивая нити из краев пробы доводили ее до размера 35 мм по ширине (уток) и 220 мм по длине (основа), каждую пробу маркировали, вышивкой в виде римских чисел контрастными гидрофобными нитями (Таблица 3.3.1). Восемнадцать проб подвергали испытанию в установке, а остальные использовали как контрольные. В таблице 3.2.1 представлена маркировка образцов и длительность циклов инсоляции.

Таблица 3.2.1 – Маркировка образцов и длительность циклов инсоляции

№ опыта	Маркировка образцов	Длительность эксперимента
1	I, II, III	48 часов
2	IV, VI, VII, VIII	96 часов
3	IX, X	144 часа
4	XI, XII, XIII	192 часа
5	XIV, XV, XVI	240 часов
6	V, XVII, XVIII	288 часов

Подготовка установки к работе: в сосуд установки заливали 5 литров воды комнатной температуры. Включали питание прибора. Проходили процедуру авторизации через ПК по адресу <https://sw-softstich.ru>. При помощи кнопок с контекстными подсказками включали режим проверки оборудования (клапанов, ламп, насосов, фотокамеры, датчика температуры и влажности)

После подготовки установки и образцов, испытываемые пробы размещали на решётках под лампами таким образом, чтобы восемнадцатая проба оказалась под объективом фотокамеры. Для начала работы выбирали в меню программы установки «добавить новый эксперимент». Для определения предельных значений были выбраны более «жесткие» режимы. Проводили настройку

режима проведения эксперимента, последовательно вводя данные в соответствующие поля:

- период фиксации температуры и влажности – 1 минута;
- период фотофиксации – 1 час;
- продолжительность эксперимента – 12 дней;
- интенсивность облучения дневным светом – 100 %;
- интенсивность ультрафиолетовым облучением – 100 %;
- периодичность орошения – 5 секунд;
- продолжительность орошения – 1 час.

Один полный цикл воздействия составлял 48 часов, при прохождении которых доставали по 3 пробы и промывали водопроводной водой под краном в течение 1 минуты и сушили на воздухе до постоянной массы

После окончания эксперимента данных получали интересующие нас данные в виде файла с расширением (*.csv).

3.3. Анализ характеристик и оценка исследуемых материалов при воздействии заданных факторов

В зависимости от продолжительности инсоляции проводили оценку изменения:

- линейных размеров;
- поверхностной плотности;
- воздухопроницаемости;
- жесткости при изгибе;
- цвета окраски;
- разрывной нагрузки и удлинения при разрыве;
- влияния временных факторов на качественный состав и состояние пептидных связей при помощи инфракрасной спектроскопии (ИКС), термогравиметрического анализа (ТГА), дифференциальной сканирующей калориметрией (ДСК) с дифференциально термическим анализом (ДТА)

3.3.1. Изменение линейных размеров исследуемых образцов по основе и утку в зависимости от продолжительности инсоляции

Изменение линейных размеров исследуемых образцов после инсоляции определяли стандартным методом по ГОСТ 30157.0-95 [32] при помощи программы COREL DROW, инструмента «параллельные размеры».

Изменение размеров ΔL после мокрой обработки в направлении основы (длины) ΔL_o и утка (ширины) ΔL_y , %, было вычислено по формуле:

$$\Delta L = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \cdot 100 \quad (3.3.1.)$$

где L_1 - расстояние между метками после обработки, мм; L_2 - расстояние между метками до обработки, мм.

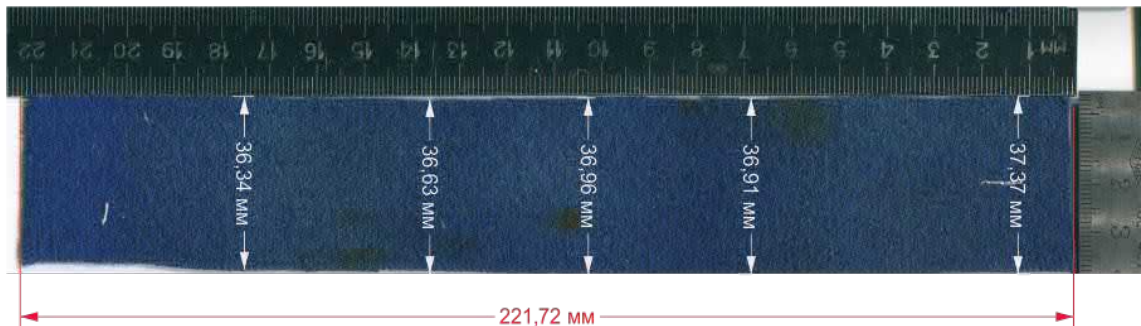


Рисунок 3.3.1. – Измерение длины и ширины образца инструментом «параллельные размеры» программы COREL DROW.

Данные измерений и вычислений изменений линейных размеров исследуемых образцов в зависимости от продолжительности инсоляции (коэффициент вариации не более 3%) представлены в таблице 3.3.1.

Таблица 3.3.1. - Линейные размеры образцов современной ткани по основе и утку в зависимости от продолжительности инсоляции

Инсоляция, час	Длина образца, мм		Изменение длины образца, мм	Среднее изменение длины образца, мм	Ширина образца, мм		Изменение ширины образца, мм	Среднее изменение ширины образца, мм
	До	После			До	После		
48	221,0	220,0	1,0	1,7	36,0	36,8	-0,8	-0,2
	222,0	220,0	2,0		39,0	38,0	1,0	
	222,0	220,0	2,0		34,0	34,8	-0,8	
96	225,0	221,8	3,2	4,5	35,7	36,5	-0,8	-1,4
	225,0	221,0	4,0		35,7	37,3	-1,6	
	225,0	221,7	3,3		35,7	36,3	-0,5	
	224,0	216,6	7,4		35,0	37,6	-2,6	
144	223,0	217,4	5,6	4,0	34,0	34,3	-0,3	-0,8
	222,0	219,7	2,3		35,0	36,4	-1,4	
192	220,5	222,1	-1,6	0,7	36,0	36,7	-0,7	-0,9
	225,0	224,0	1,0		35,5	36,5	-1,0	
	223,0	220,3	2,7		36,5	37,4	-0,9	
240	222,0	220,2	1,8	2,0	34,0	34,8	-0,8	-0,9
	220,5	221,1	-0,6		33,5	34,6	-1,1	
	224,0	219,3	4,7		35,0	35,9	-0,9	
288	224,0	219,0	5,0	3,7	36,0	37,1	-1,1	0,3
	224,0	219,9	4,1		37,0	35,5	1,5	
	224,0	222,2	1,8		38,0	37,6	0,4	

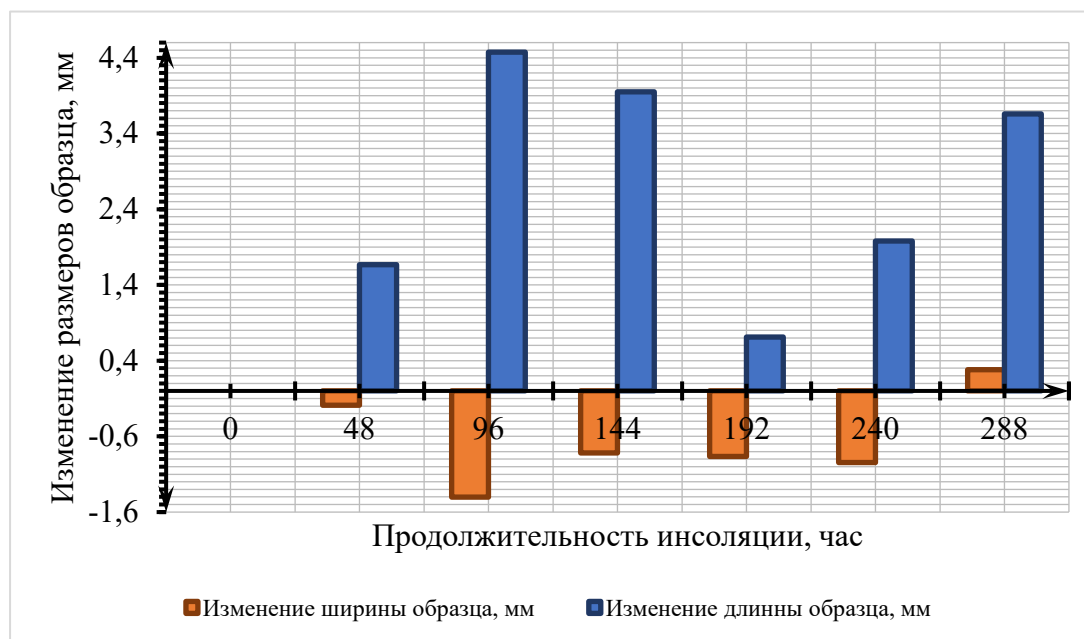


Рисунок 3.3.2. – Графики изменения показателей линейных размеров исследуемых современных образцов по основе и утку в зависимости от продолжительности инсоляции

Получение данные измерения линейных размеров исследуемых образцов после инсоляции показали, что:

- по основе на начальных этапах инсоляции происходит увеличение линейных размеров исследуемых образцов, связанное с процессом набухания шерстяных волокон, затем с продолжением инсоляции происходит разрушение чешуек и внешних слоев волокон, что приводит к уменьшению линейных размеров материала, до полного разрушения внешнего слоя волокон. Отсутствие внешнего слоя предотвращающего проникновение жидкостей в структуру волокна приводит к повторному набуханию волокон и дальнейшему их разрушению.

Математическая модель представлена формулой:

$$y = -7E-05x^2 + 0,0253x + 0,7305$$

- по утку на протяжении значительной части эксперимента происходит небольшая усадка образцов, это связано с описанным выше процессом набухания волокон, размеры нитей увеличиваются и изменяется сила натяжения уточных нитей что приводит к уменьшению линейных размеров образцов по ширине. В конце эксперимента образцы начинают растягиваться из-за разрушения волокон и ослабления сцепления нитей между собой в переплетении.

Математическая модель представлена формулой:

$$y = 6E-05x^2 - 0,0172x + 0,1343$$

3.3.2. Изменение поверхностной плотности исследуемых образцов в зависимости от продолжительности инсоляции

Поверхностную плотность определяли по ГОСТ 3811-72. Поверхностная плотность точечной пробы была вычислена по формуле:

$$m_{ao} = \frac{m_{AO}}{L_{AO} \cdot b_{AO}} \quad (3.3.2)$$

где L_{AO} – средняя длина образца, м; b_{AO} - средняя ширина образца, м [34].

Вычисления производили с точностью до первого десятичного знака.

Результаты измерений и вычислений изменений поверхностной плотности исследуемых образцов в зависимости от продолжительности инсоляции (коэффициент вариации не более 5,33%) представлены в таблице 3.4.1.

Таблица 3.3.2 – Поверхностная плотность исследуемых современных образцов от продолжительности инсоляции

Инсоляция, час	Масса, г	Поверхностная плотность, г/м ²	Средняя поверхностная плотность, г/м ²
0	2,3	266,7	271,2
	2,2	272,8	
	2,3	278,3	
	2,3	267,1	
48	2,2	276,8	279,5
	2,4	283,5	
	2,2	282,2	
96	2,1	260,6	258,5
	2,2	263,2	
	2,0	252,6	
	2,1	257,5	
144	2,0	264,5	258,0
	2,0	251,5	
192	2,0	246,8	253,2
	2,1	258,0	
	2,1	254,8	
240	2,1	272,8	261,8
	2,0	256,0	
	2,0	256,5	
288	2,0	245,2	251,3
	2,0	253,6	
	2,1	255,0	

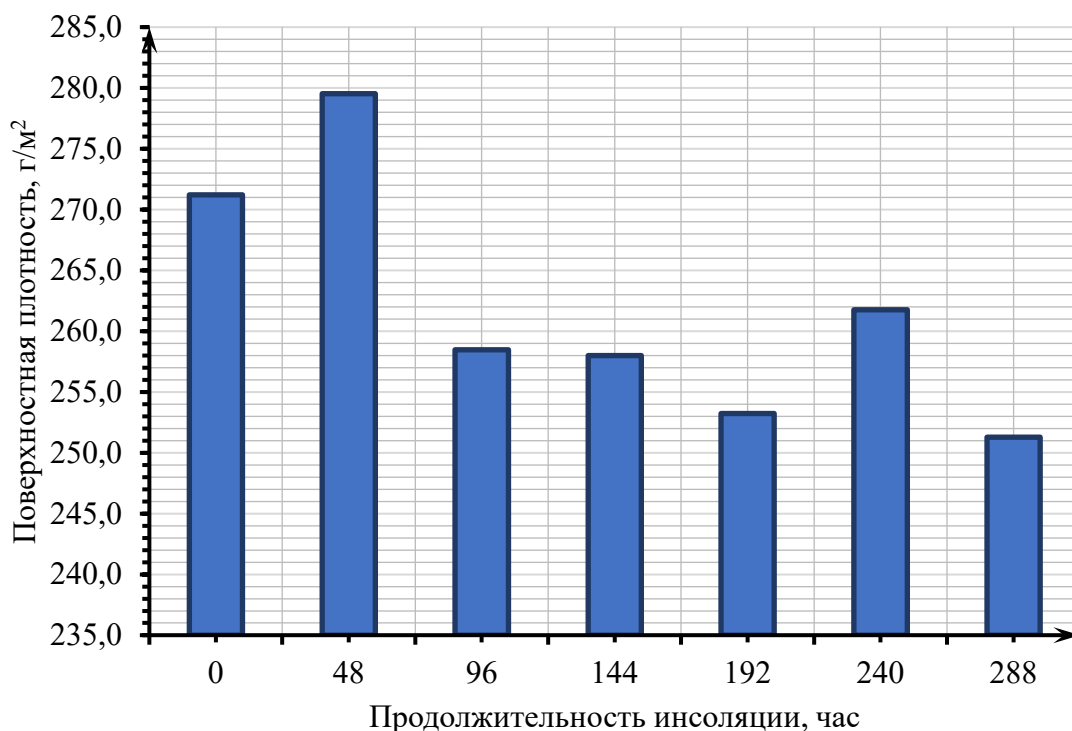


Рисунок 3.3.3. - Изменение поверхностной плотности исследуемых современных образцов от длительности инсоляции

Анализ полученных данных при исследовании поверхностной плотности исследуемых образцов показал выделение трех стадий деструктивных изменений. На начальных этапах эксперимента плотность исследуемых образцов увеличивается до максимальных значений, это связано с процессом набухания волокон, при воздействии на материалы температуры и влаги, чешуйки волокон раскрываются, и вода проникает во внутрь структуры. При продолжении опыта масса образцов начинает уменьшаться и при дальнейшем проведении эксперимента плотность снижается до минимальных значений, что говорит разрушении чешуек и внешней структуры волокон, не имея слоев, удерживающих влагу внутри структуры волокна, материал высыхает, теряя свою массу. В конце эксперимента наблюдается небольшой прирост плотности что говорит о дальнейшем разрушении и разрыхлении структуры волокон.

Математическая модель представлена формулой:

$$y = 0,0002x^2 - 0,1423x + 275,39$$

3.3.3. Изменение воздухопроницаемости исследуемых образцов в зависимости от продолжительности инсоляции

Определение воздухопроницаемости проводили на приборе марки АТЛ-2 (FF – 12/А) по методике, описанной в ГОСТ 12088-77 [26]. Внешний вид, схема и описание прибора представлены на рисунках 3.3.4. и 3.3.5.



Рисунок 3.3.4– Общий вид прибора FF – 12/А (АТЛ-2)

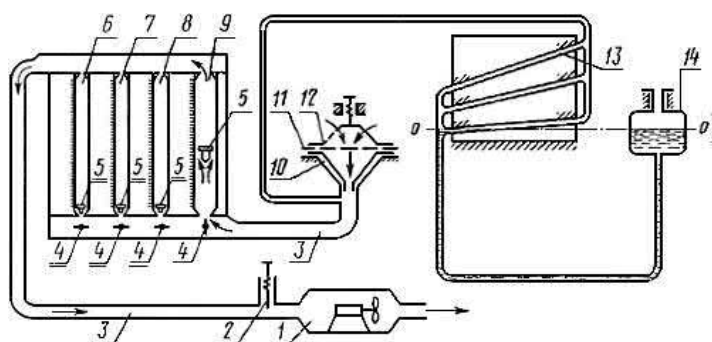


Рисунок 3 3.5. - Схема прибора типа FF – 12/А (АТЛ-2):

«1 - электровентиль; 2 - игольчатый клапан; 3 - соединительные трубы; 4 - рукоятки ротаметров; 5 - поплавки ротаметра; 6, 7, 8, 9 - ротаметры; 10 - сменный столик; 11 - испытуемая ткань; 12 - прижимное кольцо; 13 - микроманометр; 14 - сосуд с дистиллированной водой» [26].

За результат испытания принимали средние значения воздухопроницаемости $Q_{\text{ср}}$, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{мин})$ из всех измерений каждой точечной пробы:

$$Q_{\text{ср}} = q_{\text{ср}} / (6 \cdot f), \quad (3.3.1)$$

где $q_{\text{ср}}$ - среднее значение расхода воздуха из всех испытаний точечной пробы (показания ротаметра), л/час;

f - испытываемая площадь, см^2 »

В связи с тем, что размер исследуемых образцов меньше столика с отверстием, был изменен диаметр отверстия - D и введен расчетный коэффициент [98]. Расчет переходного коэффициента f для используемого в исследовании диаметра отверстия производили следующим образом:

$$f = \frac{\pi R^2}{100} \quad (3.3.2)$$

где R радиус отверстия мм.

$$D = 21,5 \text{ (мм)}; \quad f = 3,62 \text{ см}^2$$

Таблица 3.3.3. – Расчеты показателей свойств воздухопроницаемости от продолжительности инсоляции исторической юстировочной ткани

Образцы	Расход воздуха, л/час			Воздухопроницаемость, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \text{ мин})$			
	q_1	q_2	q_3	Q_1	Q_2	Q_3	$Q_{\text{ср}}$
Историческая юстировочная	4500	4200	4100	197,4	184,2	179,8	187,1
Современные, при действии инсоляции, час 0	4400	3300	3800	202,0	151,5	174,5	176,0
48	3900	4350	4500	179,1	199,7	206,6	195,1
96	3550	4400	4500	163,0	202,0	206,6	190,5
144	4300	4000	3800	197,4	183,7	174,5	185,2
192	4250	3400	4000	195,1	156,1	183,7	178,3
240	4400	4200	4250	202,0	192,8	195,1	196,7
288	3900	4700	4300	179,1	215,8	197,4	197,4

Изменения показателей воздухопроницаемости современной ткани в зависимости от продолжительности инсоляции представлены графически на рисунках.3.3.6.

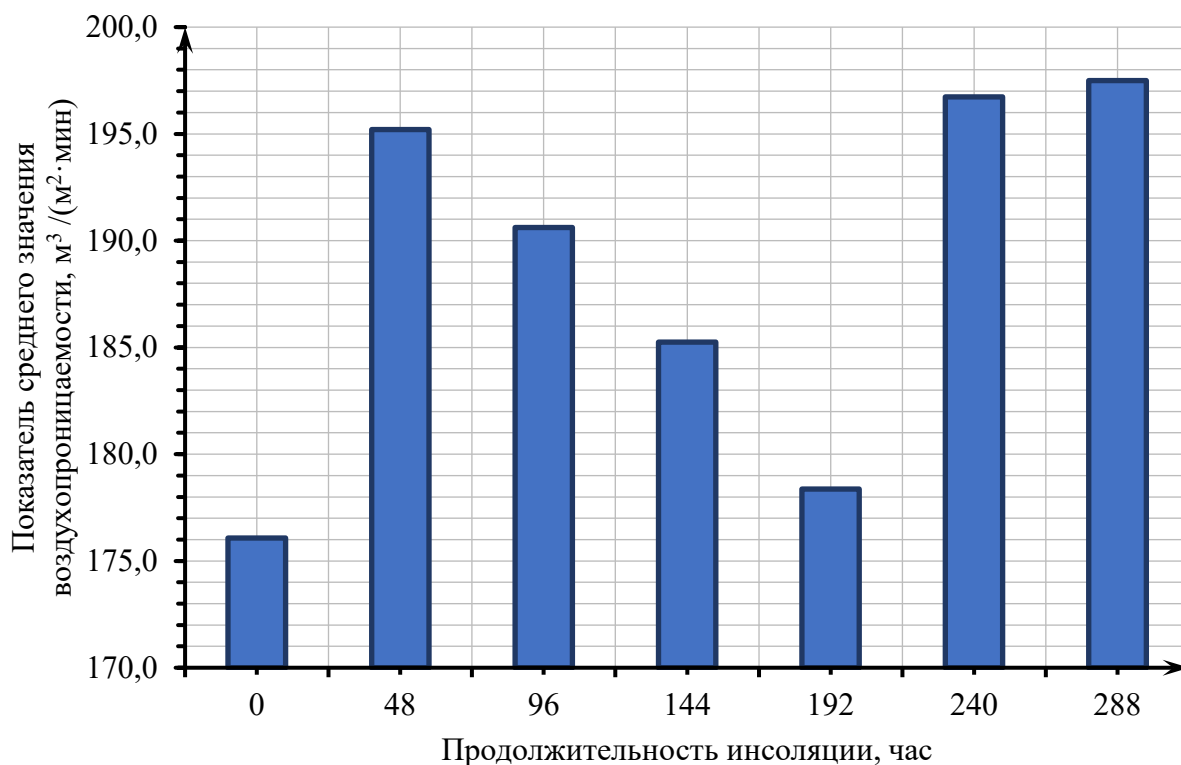


Рисунок 3.3.6. – График изменения средних показателей воздухопроницаемости современной ткани от продолжительности инсоляции

Сравнительный анализ полученных результатов измерений показателей воздухопроницаемости исследуемых образцов показал, что на начальных этапах инсоляции количество объемов прохождения воздуха через материал увеличивается, затем начинает снижаться, это объясняется тем, что при воздействии влаги и света на волокна происходит изменение их структуры, чешуйки шерсти поднимаются влага проникает внутрь волокна увеличивая их линейные размеры (т.е. они начинают набухать) и размеры пор между нитями уменьшаются, при высушивании образцов увеличенная структура волокон сохраняется. При продолжении инсоляции после набухания волокон происходит разрушение чешуек и самого волокна что приводит к уменьшению линейных размеров волокна, поры между нитями увеличивают, что приводит к возрастанию показателей воздухопроницаемости. Математическая модель представлена формулой:

$$y = 8E-06x^3 - 0,0034x^2 + 0,3835x + 178,45$$

3.3.4. Изменение жесткости при изгибе исследуемых образцов в зависимости от продолжительности инсоляции

Жесткость при изгибе исследуемых образцов измеряли по методике BS 3356(1990) [115], на приборе для определения жесткости ткани Fabric stiffness tester M003B. Внешний вид, схема и описание прибора представлены на рисунках 3.3.4. и 3.3.7

Для измерений вырезали образцы размером 25 ± 1 мм x 200 ± 1 мм (линейка прибора также действует как шаблон для вырезания образцов), не менее трех по основе и не менее трех по утку.

Результаты измерений показателей изгиба исследуемых образцов и расчета изменений жесткости в зависимости от продолжительности инсоляции (Среднеквадратичное отклонение, S не более 3%) представлены в таблице 3.3.4. и на рисунке 3.3.7.

Таблица 3.3.4. – Исследование образцов на жесткость при изгибе в зависимости от продолжительности инсоляции исторической юстировочной ткани

Исследуемые образцы	Поверхностная плотность, г/м ²	Длина изгиба со стороны, см		Среднее значение длины изгиба, мм	Жесткость при изгибе, мг · см
		Лицевой	Оборотной		
<i>Историческая юстировочная</i>	323,3	4,7	5,2	4,95	3921,22
Часы инсоляции					
0	253,5	4,00	4,30	4,15	1811,79
48	280,8	2,80	2,80	2,80	616,51
96	258,5	2,50	2,50	2,50	403,87
144	258,0	2,70	2,30	2,50	403,11
192	253,2	2,60	2,40	2,50	395,65
240	261,8	2,50	2,70	2,60	460,07
288	251,3	2,60	2,50	2,55	416,66

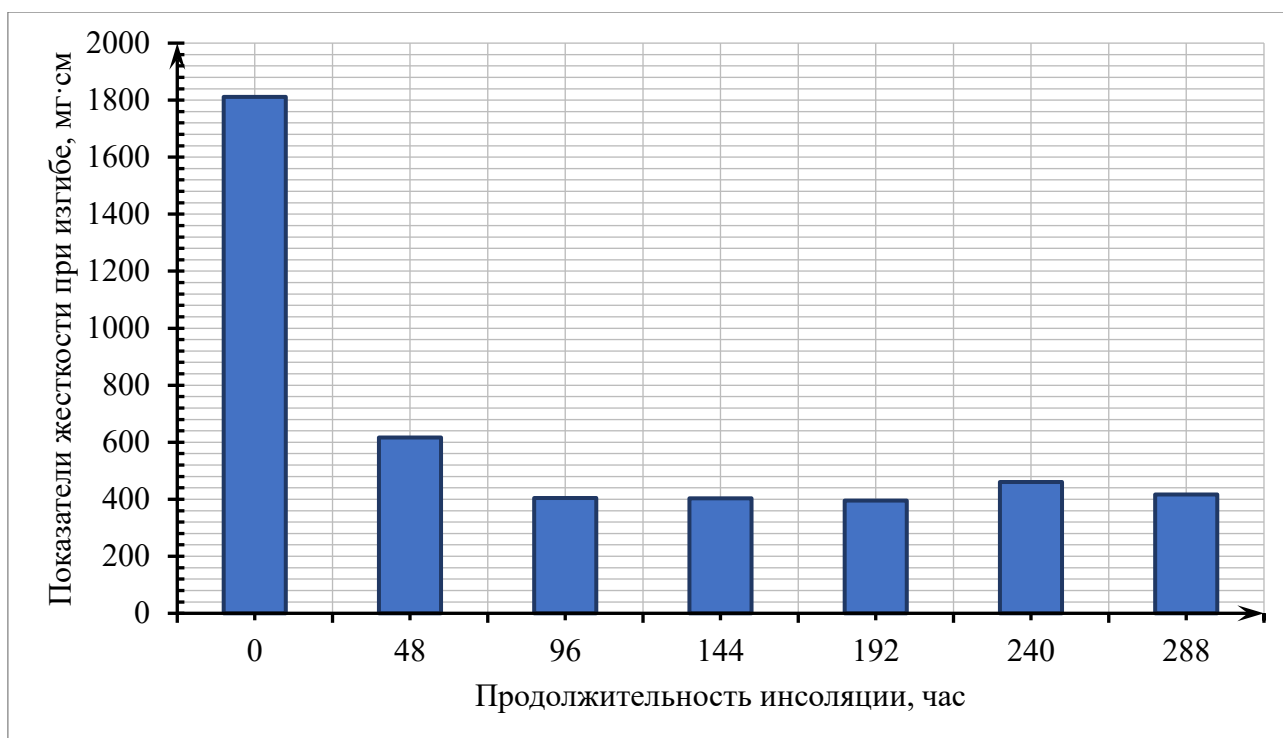


Рисунок 3.3.7– Изменение показателей жесткости при изгибе современных образцов в зависимости от продолжительности инсоляции

Анализ измерений жесткости при изгибе исследуемых образцов показал, что при небольшой продолжительности инсоляции когда волокна набухают снижается жесткость материала, далее когда начинается разрушение волокон и усадка материала - жесткость увеличивается и при дальнейшей инсоляции когда структура волокон из-за их разрушения разрыхляется и волокна снова набухают, материал становится более гибким.

Математическая модель представлена формулой:

$$y = 0,0368x^2 - 13,965x + 1551,3$$

3.3.5. Методика оценки степени выцветания образцов

Для оценки изменения окраски исследуемых образцов от воздействия светопогоды проводим сканирование выбранных образцов с помощью цветного сканера, в меню настроек параметров сканирования выбираются следующие значения:

- разрешение 300 DPI;
- цветное 48 Бит;
- тип файла *.jpeg.



Рисунок 3.3.8. – Отсканированное изображение образца №14 для описания получения результатов степени выцветания

Отсканированные файлы открывали в программе для работы с графическими изображениями - Adobe Photoshop, проводили преобразование изображения в 256 оттенков серого. Это значение яркости, находящееся в диапазоне от 0 до 255 для 8-битных изображений (в окне коррекции цвета кнопка «Создание нового корректирующего слоя «Черно-белое»»)

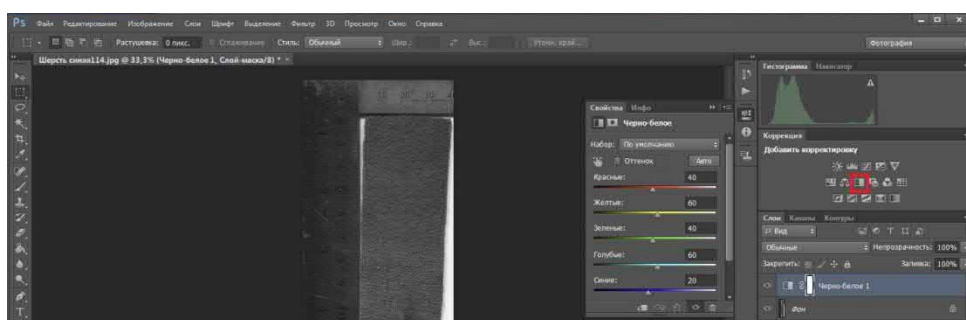


Рисунок 3.3.9 – Преобразование цветного изображения в 256 оттенков серого

Далее выбирали область образца, где находилась выцветшая после инсоляции зона с помощью инструмента «Область» (площадь выделения, которая выражена в квадратных пикселях). И выполняли запись показателей в «Журнал измерений».

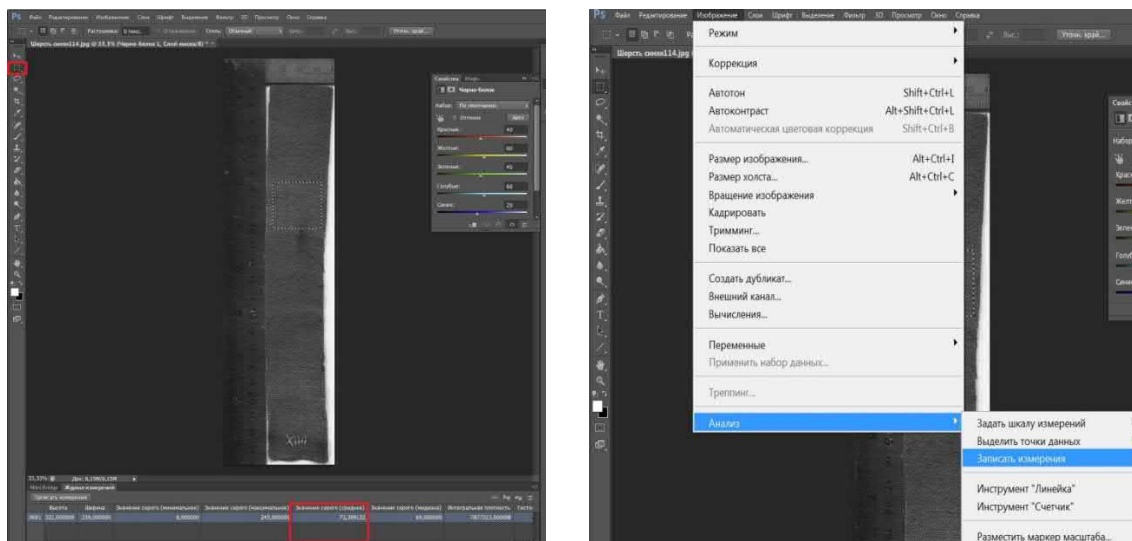


Рисунок 3.3.10. – Выделение и анализ выцветшей области образца

Показатели записываются автоматически путем выбора команды из основного меню - «Изображения» - «Анализ» - «Запись измерения». Каждая строка журнала соответствует одному набору измерения, а столбцы соответствуют результатам обработки данных в наборе измерения. При выполнении измерения другой области объекта происходит добавление новой строки в журнал измерений.

Значения изменения цвета испытуемого материала от продолжительности инсоляции были получены из «журнала измерений» графического редактора Adobe Photoshop (коэффициент вариации не более 3%), которые представлены в таблице 3.3.5. и графически на рисунке 3.3.11.

Таблица 3.3.5 - Значения изменения градаций серого испытуемого материала от продолжительности инсоляции

Часы инсоляции	Значение серого (минимальное)	Значение серого (максимальное)	Значение серого (среднее)
0	-	-	45,50
48	12,33	231,67	66,68
96	10,25	246,00	86,48
144	8,00	250,00	87,99
192	8,67	250,67	87,90
240	3,00	244,00	83,07
288	6,00	250,67	79,70

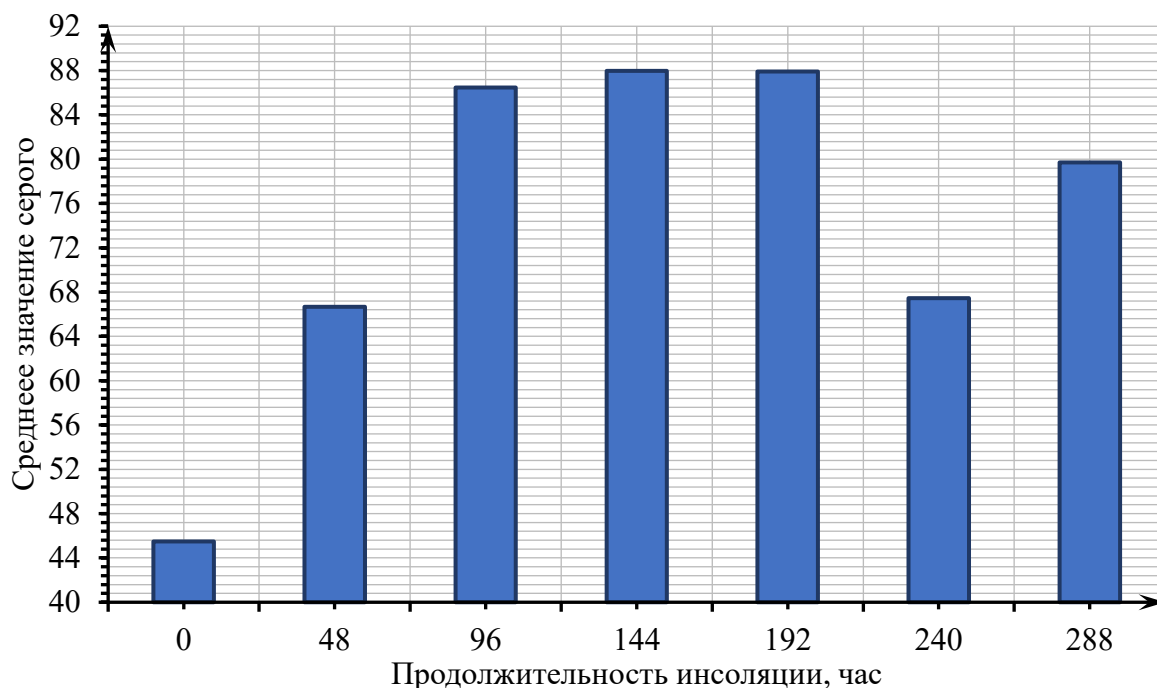


Рисунок 3.3.11 - Изменение градаций серого исследуемых образцов от продолжительности инсоляции

Анализ результатов изменения градаций серого исследуемых образцов в зависимости от продолжительности инсоляции показал, что на начальных этапах эксперимента краситель почти полностью разрушился и вымылся с испытуемых образцов. На втором этапе началось разрушение структуры волокон и далее происходят процессы окончательной деструкции.

Математическая модель представлена формулой:

$$y = -0,0013x^2 + 0,4493x + 48,389$$

3.3.6. Изменение разрывной нагрузки и удлинения при разрыве исследуемых образцов в зависимости от продолжительности инсоляции

Исследование изменений разрывной нагрузки и удлинения при разрыве исследуемых образцов в зависимости от продолжительности инсоляции проводили на машине Геркулес – 200 (модификация машины типа РМ-250- М), по методике малых проб ГОСТ 3813-72 [35]. Испытания проводили при скорости опускания нижнего зажима - 100 мм/мин, $t = 21,7 \text{ } ^\circ\text{C}$, $W = 51 \text{ } \%$

Данные исследований изменений разрывной нагрузки и удлинения при разрыве исследуемых образцов в зависимости от продолжительности инсоляции (коэффициент вариации не более 12%) представлены в таблице 3.3.6. и на рисунках 3.3.12. и 3.3.13.

Таблица 3.3.6. – Показатели разрывной нагрузки и удлинения при разрыве

Маркировка образца	Воздействие инсоляции, час	Разрывная нагрузка, Н	Среднее значение разрывной нагрузки, Н	Удлинение при разрыве, мм	Среднее значение удлинения при разрыве, мм
Исторический юстировочный	-	89,60	88,79	38	35,33
		91,29		35	
		85,49		33	
XIX	0	144,2	131,57	70	57
XX		115,49		46	
XXI		135,01		55	
I	48	90,71	89,19	28	27
II		86,64		26	
III		90,23		27	
IV	96	36,57	21,27	13	13,5
VI		16,21		13	
VII		12,50		14	
VIII		19,79		14	
IX	144	15,31	11,75	11	11
X		8,18		11	
XI	192	12,32	13,38	13	12
XII		8,01		10	
XIII		19,82		13	
XIV	240	21,35	14,29	13	10
XVI		16,05		10	
V	288	7,69	8,36	11	10
XVII		6,62		8	
XVIII		10,78		11	

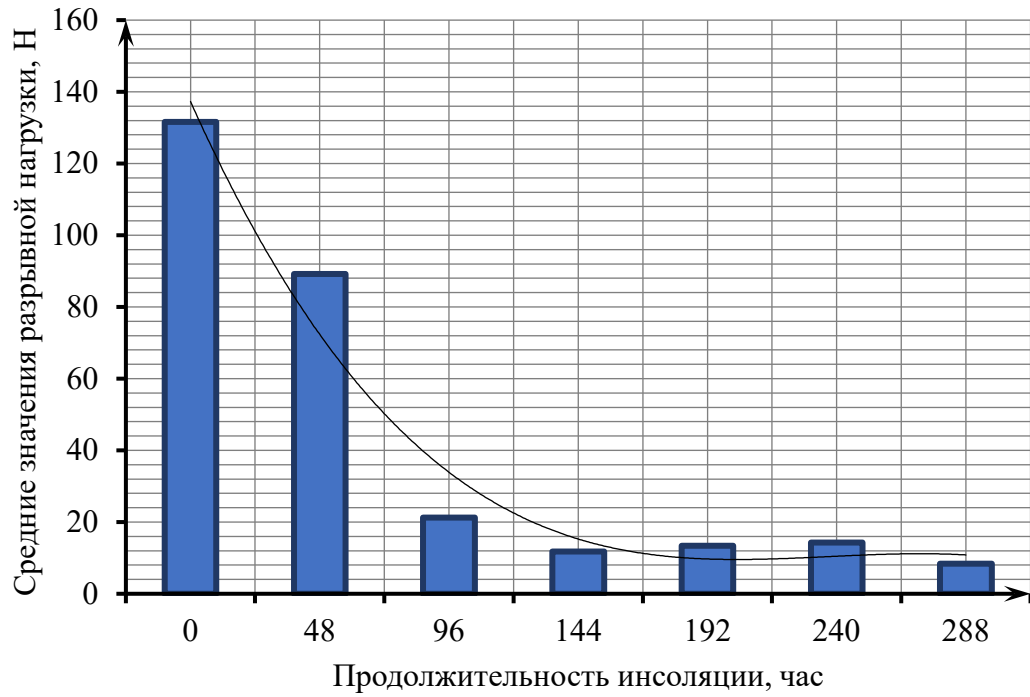


Рисунок 3.3.12 - Изменение показателей разрывной нагрузки от продолжительности инсоляции

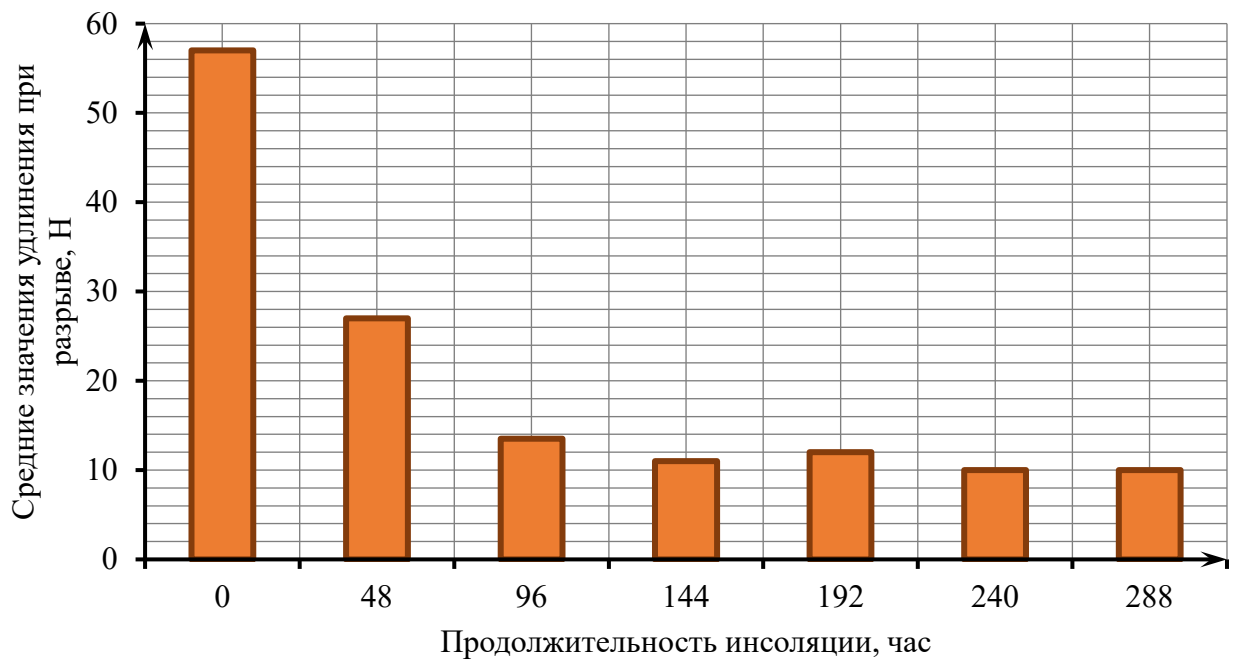


Рисунок 3.3.13 - Изменение показателей удлинения при разрыве от продолжительности инсоляции современных образцов

Анализ измерений показателей разрывной нагрузки и удлинения при разрыве современных образцов подверженных различной продолжительности действия инсоляции показал, что процессы, происходящие во время длительного воздействия света и влаги, приводят к потере прочности текстильного материала. Математическая модель представлена формулой:

$$\text{Разрывная нагрузка} \quad y = 0,0028x^2 - 1,2089x + 130,56;$$

$$\text{Удлинение при разрыве} \quad y = 2,5536x^2 - 26,732x + 75,929.$$

3.3.7. Исследование изменений структуры молекулярных связей методами инфракрасной спектроскопии и термических анализов

Исследование влияния факторов времени эксплуатации и хранения на структуру исследуемых материалов осуществляли методами инфракрасной спектроскопии (ИКС), термогравиметрического анализа (ТГА), дифференциальной сканирующей калориметрией (ДСК) и дифференциально термическим анализом (ДТА). Исследования структуры тканей производили на образцах исторической ткани, современной исходной и на образцах современной ткани подвергнутых 48, 96 и 288 часам инсоляции.

Для изучения влияния временных факторов на исследуемые материалы была использована инфракрасная спектроскопия методом отражения на спектрофотометре «Spercord – 75 IR» и Фурье-спектрометре «Infraium FT-801» в области $400-4000 \text{ см}^{-1}$ [9,30,61].

На графиках данных ИКС представленных на рисунке 3.5.8.1 видно что после 48 и 96 часов инсоляции возрастает интенсивность полосы в области 3300 см^{-1} , обусловленной валентным колебанием связи N-H, и полосы C=O в области $1650-1660 \text{ см}^{-1}$, соответствующей колебаниям Амида I, что свидетельствует об увеличении количества межмолекулярных водородных связей, что должно отразится на повышении прочности ткани. Полоса амид II в области 1569 см^{-1} , смещается в сторону более высоких энергий, так как водородная связь препятствует изгибанию связи между азотом и водородом.

В инфракрасных спектрах образца, обработанного в течение 288 часов, отмечено значительное уменьшение интенсивности полос поглощения, что свидетельствует о разложении волокнообразующего полимера и потере прочности. Что согласуется с данными исследования прочности тканей.

ИК спектры образцов, исторического и обработанного в течение 96 часов, практически идентичны, что позволяет приравнять воздействие на структуру образца времени старения и продолжительности обработки текстиля на установке в течение 96 часов.

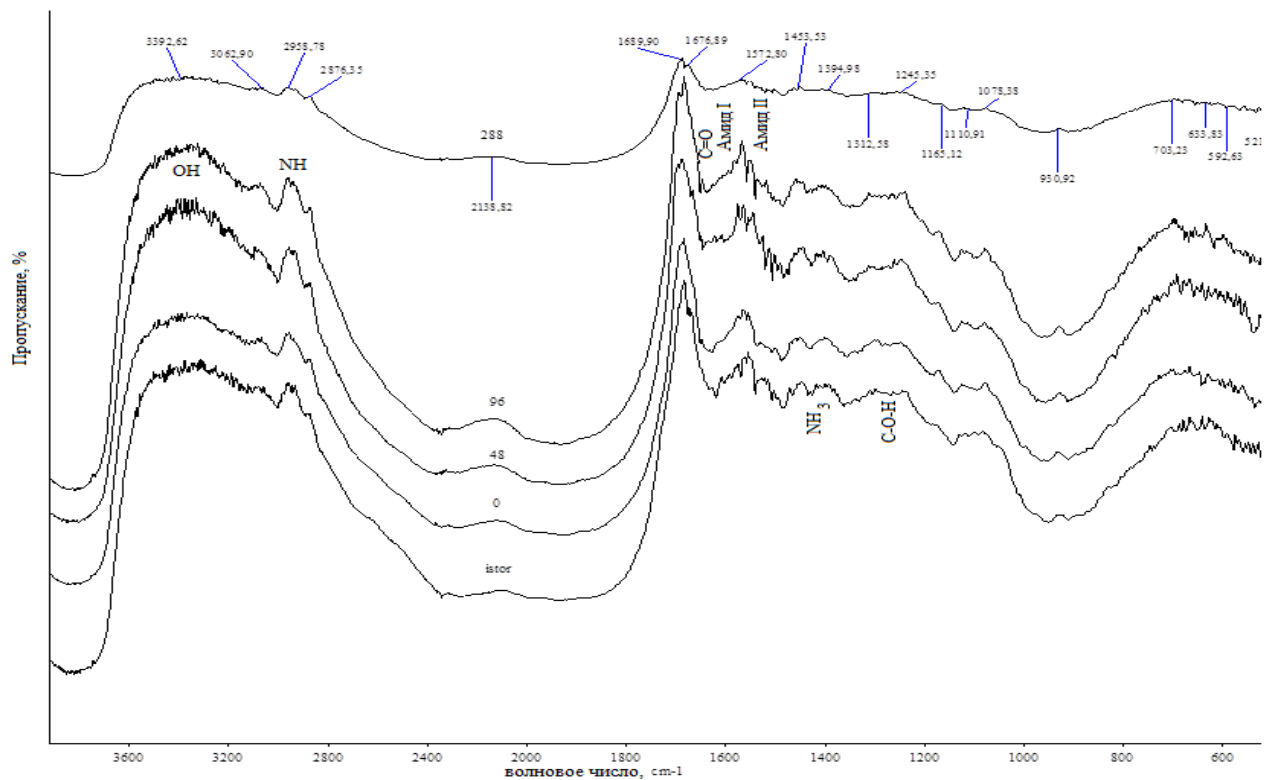


Рисунок 3.3.14 – Графики инфракрасной спектроскопии исследуемых образцов: istor - исторической юстировочной ткани, 0 – современная ткань, 48 – современная ткань после 48 часов инсоляции, 96 - современная ткань после 96 часов инсоляции, 288 - современная ткань после 288 часов инсоляции

Термогравиметрический анализ, дифференциальную сканирующую калориметрию и дифференциально термический анализ проводили на *Термоанализаторе SDTQ600*, который позволяет одновременно регистрировать изменения массы образца (ТГА) и процессы, сопровождающиеся выделением или

поглощением тепла (ДСК/ДТА). Описание и принцип работы прибора представлены в приложении Д.

Для проведения эксперимента над исследуемыми образцами устанавливали режим со скоростью нагрева $1,0^{\circ}\text{C}$ в минуту.

Таблица 3.3.7 Термические превращения шерстяных полотен (по данным ТГА)

Образец ткани	Основная стадия деструкции				Потери массы, %, при температуре, $^{\circ}\text{C}$						
	$T_{\text{н-к}}$, $^{\circ}\text{C}$	$E_{\text{акт}}$, Дж/г	$T_{\text{н-к}}$, $^{\circ}\text{C}$	$E_{\text{акт}}$, Дж/г	100	200	300	400	500	600	700
Исторический юстировочный	260-360	302	401-550	7092	10	11	35,8	56	100	100	100
современный без обработки	275-400	319	451-600	3868	8	10	26,5	55,3	67,1	100	100
инсоляция 48 час	275-400	443	454-600	3440	8	10	23,5	45	60	83	100
инсоляция 96 час	250-414	402	414-621	6180	9	10	30	50	67	98	100
инсоляция – 288 час	250-410	309	410-617	7251	9	10	37,5	56	73,5	100	100

Полученные данные ДСК и ТГА, представленные в таблице 3.3.7 (графики данных ДСК и ТГА на каждый образец в отдельности представлены в приложении Г на рисунках П.7.1-5) показывают процесс старения, в результате термического разложения шерстяных тканей. Эндотермический эффект при температуре $70-90^{\circ}\text{C}$ соответствует этапу удаления ранее накопленной влаги из шерстяной ткани. Деструкция шерсти протекает в две стадии, первая начинается при температуре 250°C . реакция с выделением теплоты (Экзотермический эффект) в области температур $250-400^{\circ}\text{C}$ соответствует структурным и конформационным (пространственным поворотом) изменениям в кератине шерсти. В области температур $400-600^{\circ}\text{C}$ протекает процесс окончательного распада волокон шерсти.

Увеличение площади экзотермического пика и соответственно энергия активации разрыва связей образцов (табл. 3.3.7), обработанных в течение 48 и 96 часов инсоляции, свидетельствует о структуризации полимера, приводящей к повышению упорядоченности.

С увеличением продолжительности инсоляции до 288 час энергия активации процесса структурирования снижается, а потери массы увеличиваются, что может быть обусловлено разрушением межмолекулярных связей и разупорядочением структуры, и даже разрушением. Таким образом, исследования позволили установить эффективное время обработки образцов на установке, позволяющее изучать процессы старения текстильных материалов.

Изменения прочности тканей под действием света, показаны на рисунке 3.3.13. Эта кривая может быть описана эмпирической формулой, имеющей вид:

$$Y = Y_0 - ax^b \quad (3.3.1)$$

где Y - показатель качества после x часов инсоляции; Y_0 - начальный уровень показателя качества; a и b – коэффициенты потери прочности.

Для того чтобы определить время эксплуатации материала в годах (месяцах) необходимо определить коэффициенты a и b , характерные для исследуемых материалов. В качестве натурального образца использована, ткань историческая юстировочная, срок ее экспонирования - 75 лет (с 1945г.)

В соответствии с ГОСТ нормативное значение разрывной нагрузки (Y_0 - начальный уровень показателя качеств) - 245 Н, разрывная нагрузка исторического материала y - 88,79 Н.

Из формулы 3.1.1 вычислили коэффициент снижения прочности материала $a = (Y_0 - Y)/x^b$

При $b = 2$, $a = 0,0278$.

Зная Y_{\min} - минимально допустимое значение показателя прочности материала обеспечивающего экспозиционную пригодность данного материала, по формуле 3.1.2. определяем допустимый срок износа исследуемого современного материала.

$$X_m = \sqrt[b]{(Y_0 - Y_{min})/a} \quad (3.1.2)$$

Таблица 3.3.8 – Определение соответствия между временем ускоренного старения современного материала и временем экспонирования исторического материала

Воздействие инсоляции, х, час	Минимальный показатель разрывной нагрузки, Y_{min} , даН	Допустимый срок деструкции,	
		X_m , месяц	X_m , год
48	89,19	469	39,04
96	21,27	756	62,99
144	11,75	788	65,65
192	13,38	782	65,20
240	14,29	779	64,95
288	8,360	799	66,57

С помощью расчетов значений показателей прочности на каждом промежутке исследования воздействия ускоренной инсоляции на современный материал было рассчитано время природной инсоляции, что позволяет определить время естественной деструкции исследуемого материала. Начальный уровень показателя разрывной нагрузки, Y_0 -131,57, даН.

Наибольшие изменения прочности материалов происходят в интервале от 0 до 144 часов инсоляции.

Полученные на основе проведенных испытаний зависимости не противоречат приведенной зависимости.

$$Y = Y_0 - ax^b$$

Для определения изменения свойств исследуемых материалов, определены относительные значения их показателей при воздействии непрерывной инсоляции (табл.3.3.9).

Табл.3.3.9 Относительные характеристики современных образцов при инсоляции

Действие инсоляции в часах	Относительные показатели				
	Разрывной нагрузки	Воздухопроницаемости	Значение серого	Жесткости	Разрывного удлинения
0	1	1	1	1	1
48	0,678	1,109	0,148	0,340	1,613
96	0,162	1,082	0,192	0,223	0,764
144	0,089	1,052	0,195	0,222	0,382
192	0,102	1,013	0,195	0,218	0,311
240	0,109	1,118	0,184	0,254	0,340
288	0,064	1,122	0,177	0,230	0,283

По результатам испытаний образцов, было установлено, что для них характерно использование аналогичной эмпирической зависимости

$$Y = Y_0 - ax^b$$

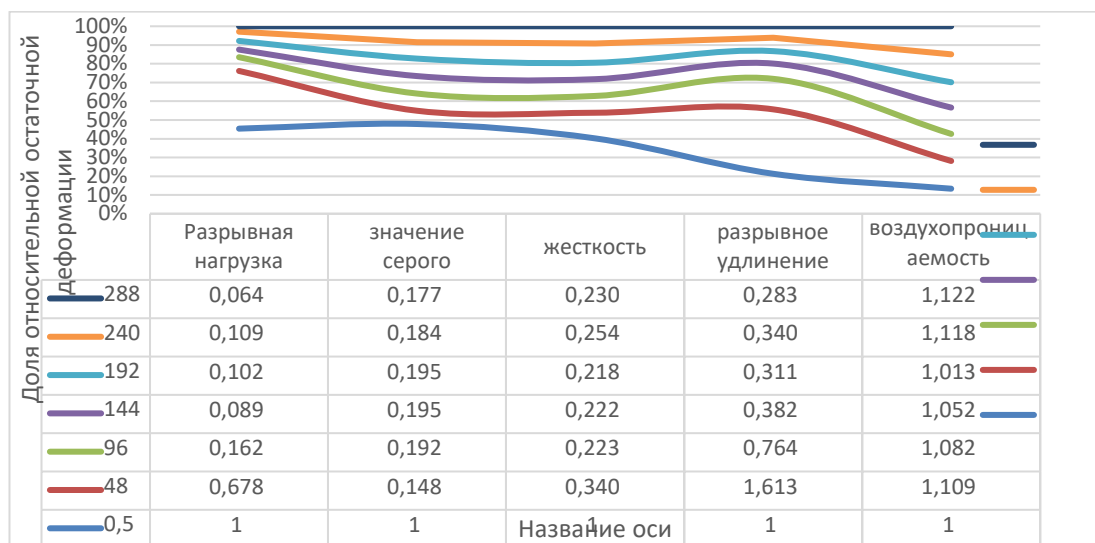


Рисунок 3.3.15 – Накопление относительной остаточной деформации при инсоляции образцов

Аналогичная проверка длительности испытаний показала, что достаточными являются испытания материалов в непрерывном режиме для оценки изменения цвета и прочности.

Сравнив показатели свойств исторических и искусственно состаренных

современных тканей, стало возможным определить степень деструкции волокон, а следовательно, и экспонентнопригодности исторического текстильного объекта (табл. 3.3.10.)

Таблица 3.3.10 – Определение соответствия между временем ускоренного старения современного материала и временем экспонирования исторического материала

Воздействие инсоляции, х, час	Изменение разрывной нагрузки, Y_{min}, даН	Соответствующий срок экспонирования, X_m, год	Изменения градаций серого	Срок экспонирования X_m, год
0	-	-	45,5	-
48	89,19	39,04	66,68	76,21
96	21,27	62,99	86,48	178,57
144	11,75	65,65	87,99	207,14
192	13,38	65,20	87,9	211,93
240	14,29	64,95	83,07	212,64
288	8,360	66,57	79,7	213,71

Испытания позволили определить какому из исторических образцов соответствует временной период инсоляции.

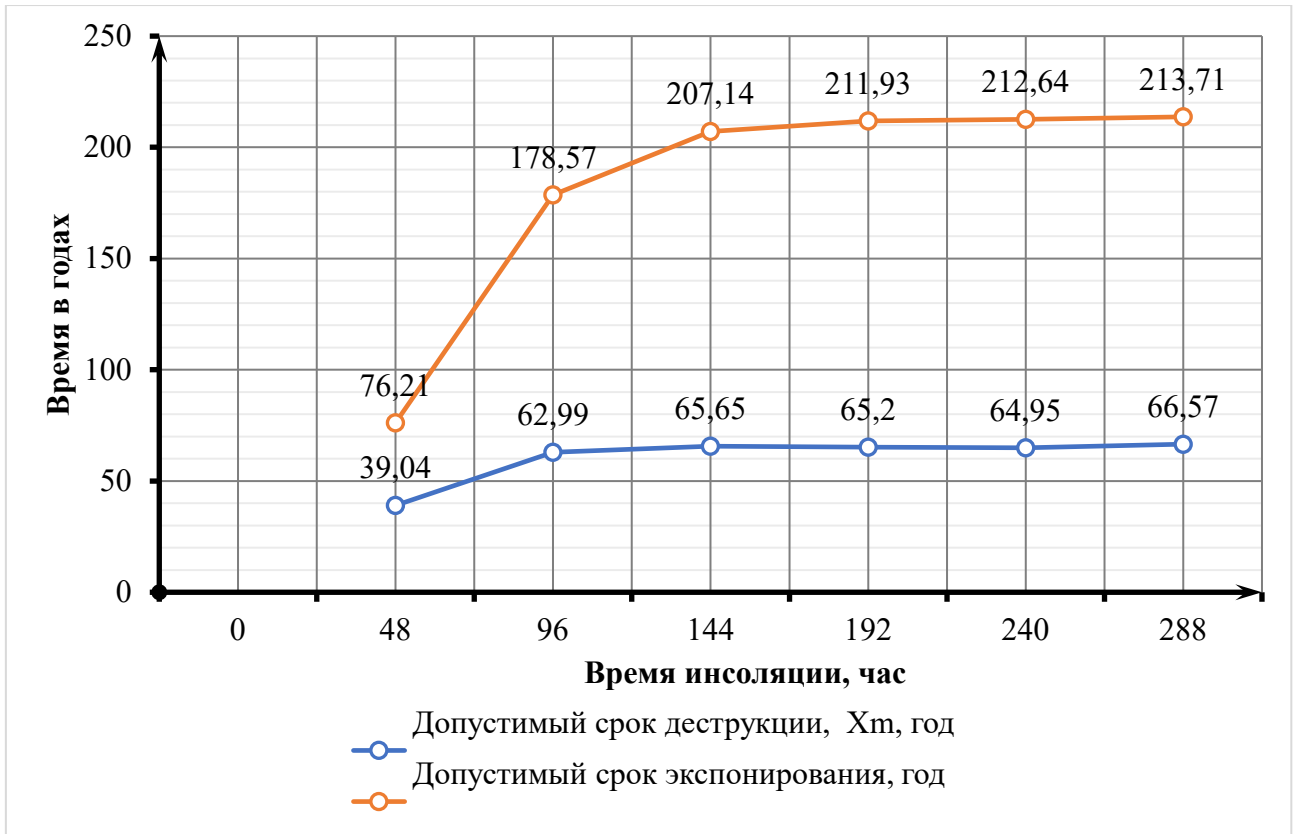


Рисунок 3.3.15. - Соответствие между временем ускоренного старения современного материала и временем экспонирования исторического материала

Аналогичная проверка длительности испытаний показала, что достаточными являются испытания материалов в непрерывном режиме для оценки изменения цвета и прочности.

Сравнивая данные рис. 3.3.14. можно сделать вывод о том, что основные структурные и визуальные изменения образцов происходят в период от 96 до 144 час непрерывных испытаний. В соответствии с проведенными расчетами, видно, что увеличение времени испытаний более 144 часов нецелесообразно.

Аналогичная проверка длительности испытаний показала, что достаточными являются испытания материалов в непрерывном режиме для оценки изменения цвета и прочности.

Выводы по главе 3

Для подтверждения разработанной методики были подобраны исторические материалы: историческая «юстировочная» ткань возрастом более 76 лет - подкладка ковра с портретов работы Ага-Бозорга из Алушкинского дворцово-паркового музея-заповедника «Воронцовский дворец» и элементы с самого ковра «эталонная ткань» возрастом около 191 года.

Были проведены исследования состояний выбранных материалов и определены характеристики (волокнистый состав, переплетение, поверхностная плотность, линейная плотность пряжи и линейное заполнение ткани) по которым был подобран современный аналог, на котором проводились исследования.

Проведены испытания по искусственному состариванию современного образца материала для определения предельных значений характеристик на разных временных этапах. В результате были получены образцы современной ткани с различной степенью инсоляции.

Анализ полученных результатов проведенных испытаний (изменения линейных размеров, поверхностной плотности, воздухопроницаемости, жесткости, степени выцветания, разрывной нагрузки, ИКС, ТГА, ДСК) показал что при воздействии физико-химических факторов на материал в интервалах от 0 до 48 и от 48 до 96 часов происходит переструктуризация волокнообразующих полимеров, что приводит к увеличению геометрических размеров волокон (набуханию) что показывает увеличение значений свойств изменения линейных размеров, поверхностной плотности и воздухопроницаемости.

Сравнив показатели свойств исторических и искусственно состаренных современных тканей, стало возможным определить степень деструкции волокон, а следовательно, и экспонентнопригодность исторического текстильного объекта, при этом создав возможность применения метода для других видов материалов.

Проведены исследования физико-механических показателей свойств искусственно состаренных материалов и разработаны новые методики:

- проведения испытаний по оценке старения материалов на установке Insolation Tool;

- определения показателей разрывной нагрузки и удлинения при разрыве текстильных материалов на машине Геркулес 200;

- определения структурных характеристик экспериментальных образцов после воздействия светопогоды на приборе Insolation Tool;

- оценки степени выцветания экспериментальных образцов после воздействия светопогоды по шкале «256 серого».

Испытания позволили определить какому из исторических образцов соответствует временной период инсоляции.

ГЛАВА 4 ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИК ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВОССОЗДАНИИ ИСТОРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

4.1. Большой театр. Воссоздание золотого занавеса «Россия»

Государственный академический Большой театр России по праву считается гордостью русской культуры. Здание Большого театра, сохранившее основу композиции одного из выдающихся произведений эпохи русского классицизма - Большого Петровского театра, относится к числу лучших зрелищных сооружений в мире [70].

1 июля 2005 года была начата самая масштабная реставрация Большого театра, которая продлилась 6 лет. Главной целью было наиболее точно воссоздать подлинный исторический облик театра. Непременным условием была полная аутентичность использовавшихся при реставрации материалов - тканей, красок, позолоты и прочего. По возможности они изготавливались по старинным технологиям или, если были жёсткие требования, например МЧС к негорючести материалов, максимально соответствовали своими качествами и внешним видом историческим образцам.

Одной из основных задач при реконструкции театра было сохранение, реставрация и воссоздание интерьеров зрительской зоны, в том числе всех тканей, используемых в зрительном зале и в галерее парадных залов театра, а также новых занавесов сцены.

Золотой исторический занавес давно стал одним из символов Большого театра. Архитекторы всех времен относились к театральному занавесу как к лицу любого театра и стремились сделать занавес необычным, единственным в своем роде.

В 1955 году появился занавес, выполненный Михаилом Петровским по предварительным эскизам Ф. Федоровского. Рисунок занавеса выполнен золотой нитью. Ткань была изготовлена на московской фабрике «Декоративные ткани» в 1954 г. Рисунок 4.1.1.



Рис.4.1.1. -Занавес СССР до реставрации

Занавес множество раз реставрировался и не смотря на ветхость его продолжали использовать в театре до закрытия основной сцены театра на реконструкцию в 2006 году.

Производство ткани и нитей занавесов

В соответствии с поставленными задачами при реконструкции театра по сохранению и воссозданию всех материалов, используемых в зрительной зоне, было принято решение внести в рапорт занавеса изменения, заменив советскую символику на занавесах на символику XIX века. Был разработан эскиз рапорта занавеса основной сцены В.Ю. Ефимовым. После всех согласований и утверждений началась работа по изготовлению образцов ткани занавеса.

Для изменения части рапорта без изменения общей стилистики изображения проводили оцифровку оригинальных изображений рапорта путем фотографирования участков занавеса с созданных специальных лесов при специ-

ально настроенном освещении для получения в цифровом формате оригинального масштаба изображения без цветовых искажений, полученные части изображения объединяли в один рисунок, затем в векторном редакторе проводили разметку переплетений которым присваивали свой цвет для создания палитры переплетений, и в соответствии с разметкой перерисовывали рисунок используя палитру переплетений, далее скрывали слои с изображениями которые требовалось заменить и проводили накладку слоев с изображением измененных частей рисунка в соответствии с эскизом. После создания векторного изображения, при помощи программы для проектирования жаккардовых тканей цветам были присвоены переплетения.

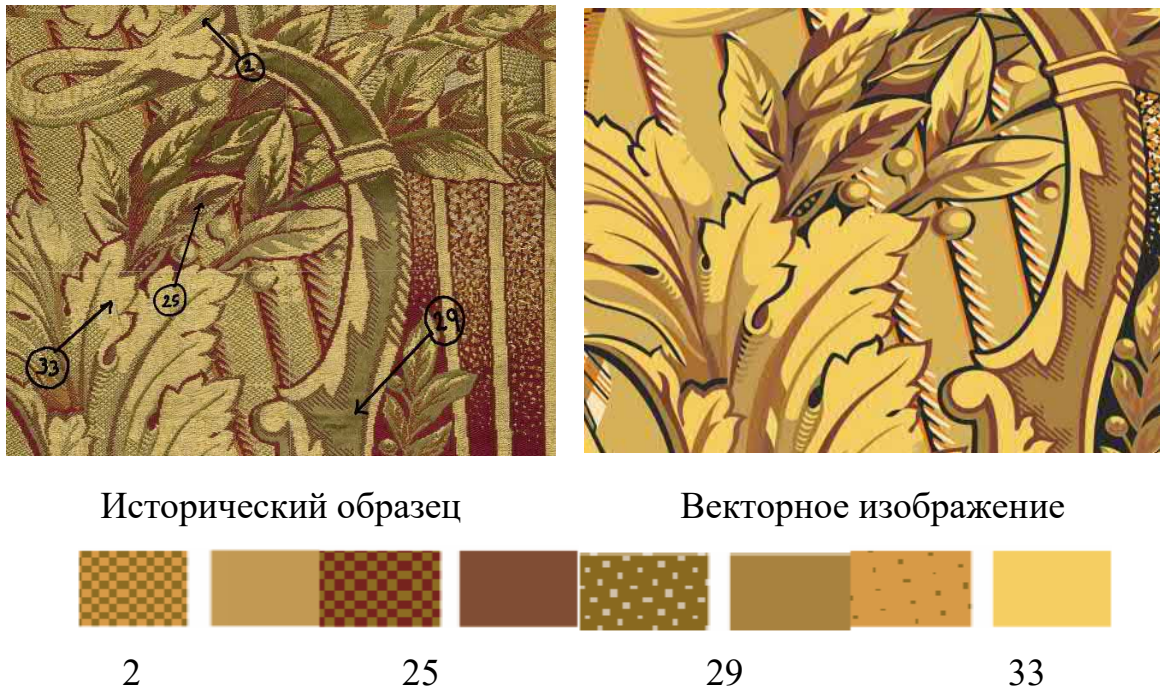


Рисунок 4.1.2. – Создание палитры переплетений и векторного изображения рисунка исторического занавеса

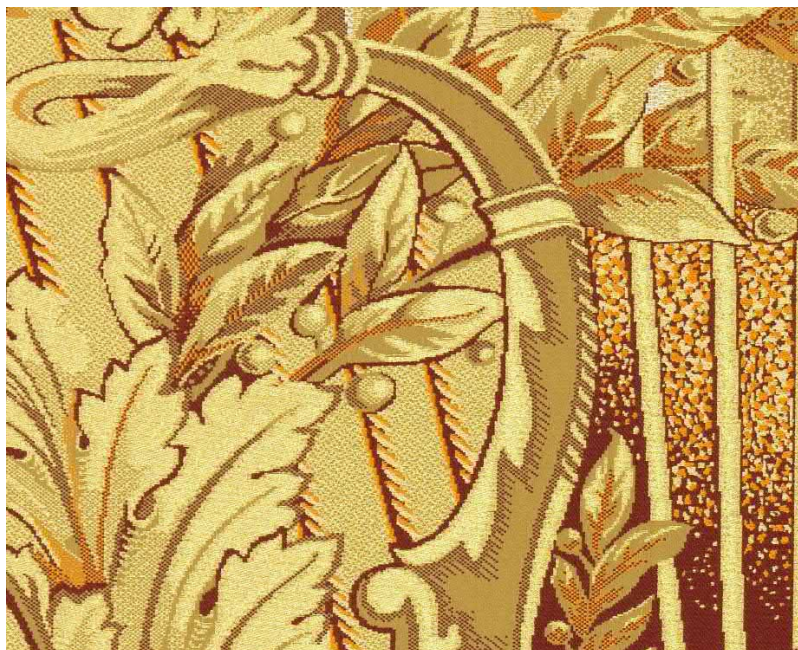


Рисунок 4.1.3. – Часть рисунка воссозданной ткани занавеса

Материалы для изготовления занавесов должны соответствовать правилам пожарной безопасности. Поэтому для изготовления образцов были подобраны цвета из негорючей искусственной нити Trevira CS.

Для воссоздания золотых нитей были проведены исследования нитей с золотым покрытием исторического занавеса с помощью стереоскопической микроскопии, оптической микроскопии и микроанализа сканирующего электронного микроскопа.

По результатам анализа нить, которая была использована для занавеса является мишурной нитью с основой из натурального шелка обкрученной позолоченной медной плющенной проволокой, толщиной около 12-17 мкм и шириной 200 мкм. Основа плющенной проволоки – 100 % медь, слой покрытия – 93,3 % золота, 6,7 % меди.

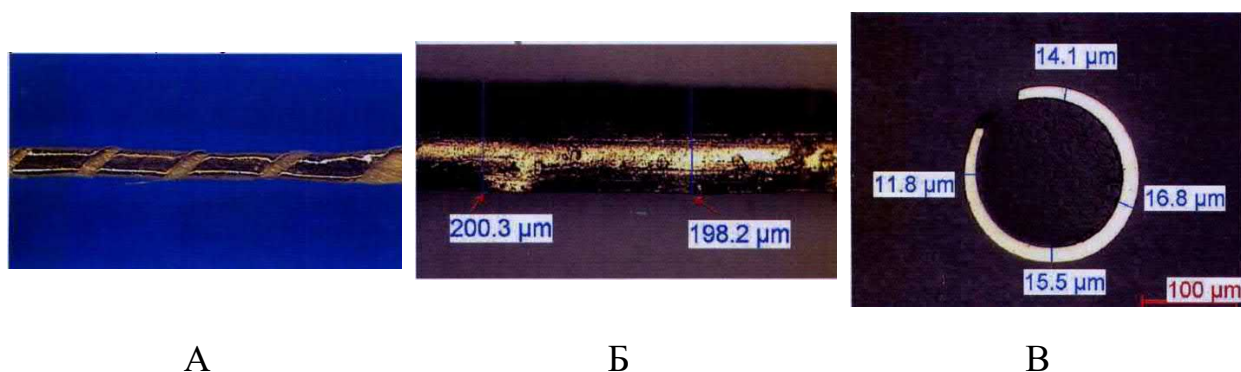


Рисунок 4.1.4. – Историческая золотая нить под микроскопом: А – продольный вид нити, Б – ширина плющенной металлической нити, В – толщина плющенной металлической нити.

Новую золотую нить изготавливали следующим образом - брали медную проволоку проволакивали, не успевшую окислиться проволоку плющили и сразу отправляли на гальванику и покрывали гальваническим золотом, далее брали кордовую нить Trevira CS и обвивали ее медной лентой толщиной 63 мкм с золотым покрытием, при этом золото составляло от 3 до 4 %.

После подбора и изготовления основных компонентов занавеса, начались работы по воссозданию. Размер раппорта составил 155 см по ширине и 300 см по длине, для проработки образцов на ткацкой фабрике Rubelli s.p.a. (Венеция) была куплена и отлажена специальная машина. После получения театром готовых образцов была собрана реставрационная комиссия для их приёмки и утверждения. При визуальном просмотре и сравнении образцов с оригинальным занавесом, раппорт был передан без замечаний, а основные цвета и золотой рисунок полностью соответствовали оригиналу по всем показателям.



1

2

Рисунок 4.1.5. – Образцы занавеса Большого театра: 1 – объект 1956 г.; 2 – объект 2007 г. (выделенный фрагмент – образец без операции каландрирования).

Однако при просмотре образцов на сцене под театральным освещением золотой рисунок сильно бликовал из-за чего его было невозможно рассмотреть

и отблеск негативно влиял на глаза зрителей. Оказалось, что одной из составляющих операций при аппретировании была обработка на прессе-барабане, в результате которой золотая нить сплющивалась и создавала ровную поверхность, которая при попадании яркого луча света и давала сильное отражение, в результате после исключения этой операции был получен удовлетворяющий результат, одобренный комиссией.

В связи с ветхим состоянием исторического объекта и сменой общественно-политического строя в государстве возникла необходимость в замене главного занавеса большого театра России, автором с помощью компьютерных анализов исторических объектов были подобраны и использованы новые материалы, которые отвечали требованиям по пожарной безопасности и не нарушали общей стилистики исторического объекта.

4.2. Большой театр. Воссоздание занавеса-картины

В 1856 году, в год коронации императора Александра II, Большой театр открывался после очередной реставрации. По специально написанным для этого случая эскизам профессора Петербургской Императорской академии Казроэ-Дузи был изготовлен подъемно-опускной занавес, изображающий въезд в Москву Минина и Пожарского в 1612 году. Занавесом пользовались почти сорок лет, а потом заменили на новый с другим сюжетом. В 1936 году планировалось использовать занавес во время постановки оперы «Минин и Пожарский», однако главной оперой страны была означена опера Михаила Ивановича Глинки «Жизнь за царя», корабль перевозивший занавес из Америки попал в шторм и весь перевозимый груз вместе с занавесом был утерян [70].

Для воссоздания занавеса-картины были найдены его изображения - гравюра из альбома Наполеона III и фотография из музея большого театра рис.

4.2.1



А

Б

Рисунок 4.2.1 – Изображения занавеса-картины большого театра России: А - фотография из музея большого театра, Б - гравюра из альбома Наполеона III

На найденных изображениях наблюдались различия, поэтому при воссоздании занавеса больше использовалась его фотография.

Для создания живописного холста, соответствующего традициям и живописным приемам, было необходимо подобрать материалы и технологии, соответствующие историческим аналогам. Одной из сложностей было найти образец холста, на котором писали художники того времени, необходим был неотбеленный, тонкий и эластичный льняной холст, с особым «репинским» переплетением выполненным из 100 % льняных нитей рис. 4.2.2



Рисунок 4.2.2 – Образцы льняных полотен: А – новый сотканный, Б – исторический из музея

В лаборатории фабрики «Сурская мануфактура» провели исследования образца, найденного в театральном музее, и было соткано из отечественного высококачественного длинноволокнистого льна бесшовное полотно шириной 24 метра рис. 4.2.3.



1

2

Рисунок 4.2.3. – Ткацкий станок: 1 – станок с заправленными нитями, 2 – челнок использующийся в станке

Все материалы для живописных работ, от грунта до пигментов, подбирались в соответствии с историческими аналогами. Нанесение грунтовки проводили распылением с помощью компрессора. Затем художниками производилась роспись полотна, которая длилась 9 месяцев.



Рисунок 4.2.4. – Готовое живописное полотно «въезд в Москву Минина и Пожарского в 1612 году»

На основе исторических данных и лабораторных анализов с нуля были восстановлены предметы всемирно-культурного наследия.

4.3. Большой театр. Воссоздание панно императорского зала

Для вечерних мероприятий, проходивших в большом театре по случаю коронации Николая II (приложение И), были закуплены французские атласные панно для оформления большого зала выполнение в технике тамбурной вышивки. В период советской власти этот зал использовался для проведения концертов и съездов коммунистической партии, поэтому императорская символика (двуглавый орел и императорский вензель) была изъята и заменена на идеологические нейтральные цветы и вазоны. В 2007 году во время реставрации панно театром было принято решение о восстановлении исторических изображений.

Восстановление проходило по историческим фотографиям, основой для

вышивки послужила ткань, воссозданная вручную на фабрике «Старинные такни» с подбором характеристик, соответствующих историческим образцам.



Рисунок 4.3.1. – Историческая фотография Императорского зала

Вышивка была выполнена на современных автоматизированных тамбурных машинах.

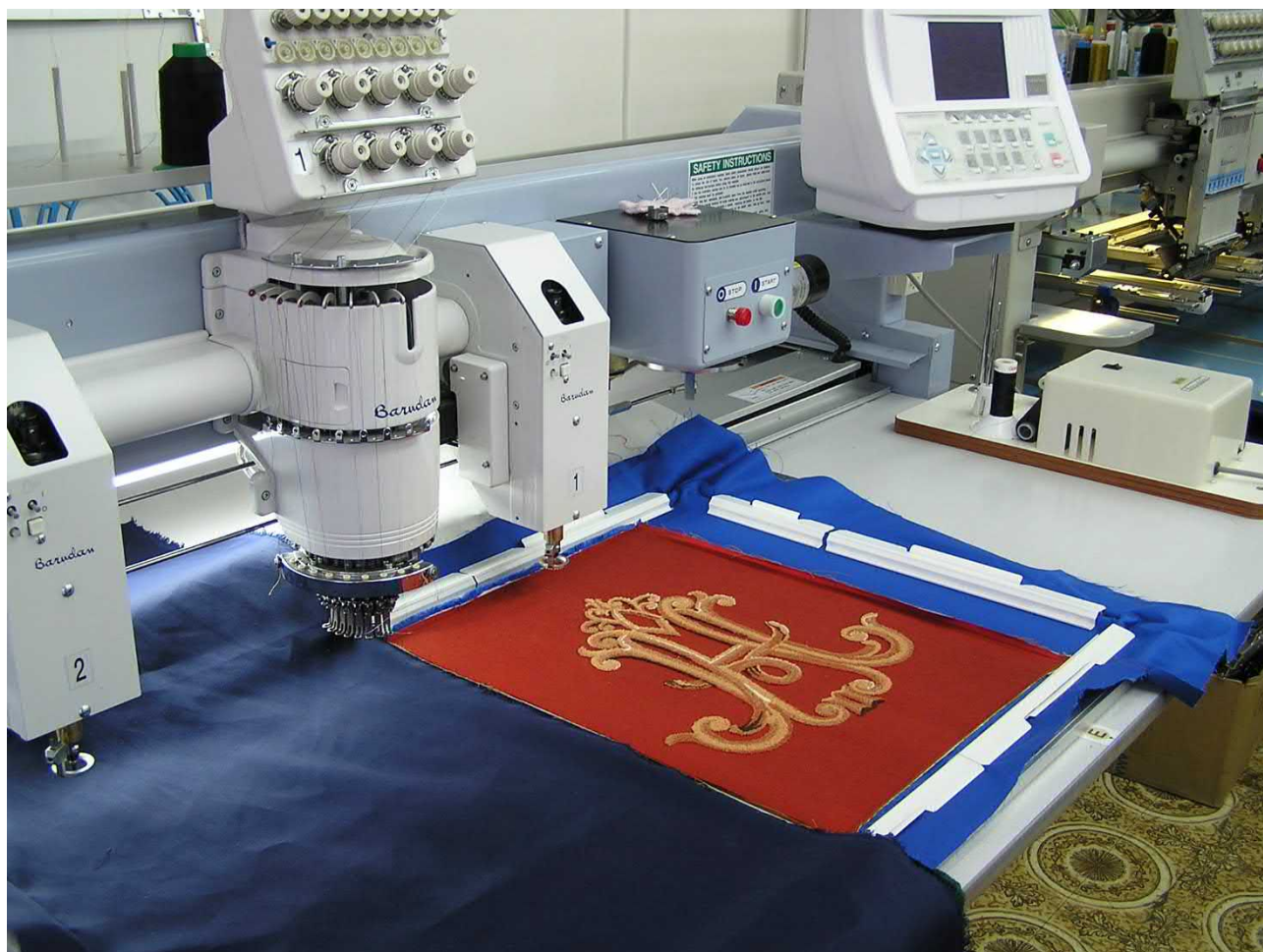


Рисунок 4.3.2. – Вышивание императорского вензеля на современной вышивальной машине с компьютерным управлением Barudan, Япония.



Рисунок 4.3.3. – Восстановленные фрагменты императорского герба и вензеля Николая II

Проделанная работа показала, что правильно проведенный анализ исторических и современных материалов позволил воссоздать утраченные элементы с наивысшим качеством.

4.4. Воронцовский дворец. Воссоздание фрагмента каймы

При выходе в Альгамбру «Воронцовского дворца»-музея представлены работы мастера Ага Бозорга (приложение к), два полотна с портретами Фатх-Али шаха в полный рост, вышитые в Рештской технике, портреты выполнены в контрастных цветах (рисунок 4.4.3.). Помимо цветовой палитры портреты отличаются тем, что на одном в руке у шаха изображены четки, на втором – карманные часы. По данным музея вышивка ориентировочно создана до 1830 г. Для создания использовались - шерстяное сукно, шелковая нить, слюда, обратная аппликация и тамбурное шитье [13].



Рисунок 4.4.1. – Выход в Альгамбру «Воронцовского дворца» Крым, Алупка.

Подобные работы находятся в историческом музее г.Берн [123] и государственном Эрмитаже в городе Санкт-Петербург.

Во время реставрации проходившей 1945 году была проведено восстановление утраченных частей вышивки и частей пайеток украшавших платье шаха, для восстановления утраченных частей, музей обратился в московский монастырь в котором сделали вышивку примерно повторяющую утраченную часть, а пайетки заменили осколками от стакана 19 века. А также была проведена замена подложек всех элементов экспозиции [52].

При реставрации в 1973 г. было отмечено сильное разрушение всех тканей экспозиции. Утрачен первоначальный цвет, шитье источено молью, в отдельных местах отсутствует сукно сохранились только нитки шитья. Ткани и шитье пропитаны пылью, отчего ощущается большая сухость и ломкость полотен. Многие фрагменты экспозиции отстали или отклеились. Было принято решение провести очистку ковров от пыли, собрать и укрепить иглой все фрагменты, укрепить края и в местах разрывов подвести новую ткань

В 2016 году была назначена плановая реставрация. Во время реставрации автором проводилось воссоздание нижнего фрагмента каймы портретов.

В период нахождения Республики Крым под юрисдикцией Украины, и при недостаточном финансировании Дворцового комплекса не были обеспечены в полной мере условия хранения текстильных памятников, при которых и происходили необратимые изменения материалов (Температура: +15-24°C относительная влажность: 40-65%). Проводили анализ фотоматериалов, который показал, что в настоящий период времени произошла значительная утрата элементов вышивки, отсутствовали части основы, а также значительно изменился первоначальный цвет шерстяных волокон.



Рисунок - 4.4.2. Фрагмент каймы со следами предыдущих реставраций каджарской портретной вышивки Фатх-Али шаха

Микроскопический и компьютерный анализы нитей представлены в разделе 3.1.

Воссоздавая часть каймы вышивки, необходимо подобрать современные материалы близкие к оригиналу. Для подбора современных материалов была изучена структура исторических объектов.



Красная



Синяя



Голубая

Рисунок 4.4.3 - Виды тканей, используемых в произведении

Исследование срезов тканей показало, что крашение тканей проводилось способом двустороннего поверхностного нанесения красителя, из-за чего элементы каймы истерлись до белого цвета.

Анализ ткани исторического объекта, показал, что она изготовлена из шерстяной аппаратной пряжи, полотняного переплетения, поэтому для изготовления реплики выбрано сукно шерстяное, поверхностной плотности 340 г/м² голубого, красного и синего цветов, изготовленное на фабрике «Старая Купавна», на которых было проведено тонирование для придания цветам тонов соответствующих всему полотну портретов.

Для воссоздания вышивки особенное внимание было уделено выбору ниток. Цвет, номер и крутку (толщину) ниток подбирали в соответствии с оставшимися элементами вышивки по лицевой и оборотной стороне, волокнистый состав ниток определяли органолептически, а также по историческим материалам, описанных во время создания вышивки.

Так как нитки вышивки в некоторых местах деструктировали, то есть высыпались из материала основы рисунок восстанавливали по местам, где ткань основы меньше выцвела или по оборотной стороне, где иногда сохранялись кусочки утраченной с лицевой стороны вышивальной нитки.

Из отобранных ниток были выполнены тамбурные строчки, и произведена оценка их по наибольшему совпадению с оригиналом, на заседании реставрационного совета Алушкинского музея-заповедника (рис. 4.4.6.). Для дальнейшей работы выбраны вискозные вышивальные нитки dtex 132x2 правой крутки фирмы MADEIRA. Также были определены параметры тамбурного стежка, шаг – 1,5 мм, высота подъёма иглы 3 мм.

Для выполнения реплики использован метод классической аппликации, т.е. вырезанную деталь накладывали на ткань и по контуру закрепляли тамбурной строчкой, одновременно воспроизводя вышитый декоративный орнамент в отличие от техники «Рештского» шитья, где ткань основы вырезалась, а ткань декорирования вшивалась в созданное отверстие.



Рисунок 4.4.4. - Сравнение тамбурных строчек, выполненных разными нитками

Работы проводились на смешенной вышивальной машине ТАЈМА производства Япония, которая имеет возможность делать как цепной (тамбурный), так и челночный стежок. Челночной строчкой намечалось место для аппликации. При помощи клея временной фиксации фиксировалась аппликационная ткань [105], далее фиксировалась челночной строчкой, по которой ткань обрезалась. Машина переходила на цепную (тамбурную) строчку и обходила аппликационную ткань. Остальная вышивка также выполнялась цепным стежком.

Сравнение полученной реплики и исторического текстильного образца (рис.4.4.5) показало, что на полученном образце прочитывается нарочитая помпезность кадjarского шитья.



Рисунок 4.4.5. - Совмещение реплики и исторического текстиля



Рисунок 4.4.6. – Сравнение тонированной реплики (снизу) и фрагмента каймы исторического материала (сверху)

Полученную реплику можно использовать для экспонирования, а также как материальный объект для проверки реалистичности 3D моделирования [18].

Компьютерное репрогнозирование внешнего вида элементов исторического текстильного объекта направлено на получение новой исторической информации, повышение достоверности атрибуции музейных предметов, других памятников материальной культуры, интерпретации связанного с ними исторического контекста, раскрытия информационного потенциала памятника, обеспечение современного уровня его реставрации, хранения, изучения и возможного экспонирования.

Выводы по главе 4

Опыт по восстановлению исторических объектов показал, что на основе сравнительного анализа исторического текстиля и реплики, показаны возможности использования современных технологических подходов для решения задач воссоздания декоративного текстиля.

Установлено, что при создании адекватной реплики исторического текстильного объекта следует ориентироваться на эстетическое соответствие.

Выбранные материалы для воссоздания объекта должны иметь фактуру аналогичную историческому текстилю.

Целесообразно использование таких современных технологических приемов и оборудования, которые позволяют отразить особенности традиционных приемов, использованных в объекте-прототипе.

Использование воссозданных объектов, позволит всесторонне рассмотреть процессы создания 3-D компьютерных объектов исторического текстиля.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Разработана методология исследования на основе концептуальной модели и алгоритма оценки состояния исторических текстильных объектов для замены материалов при его воссоздании. заключающаяся в том, что происходит двухэтапная работа: по оценке исторического текстильного объекта и подбору аналогичного историческому материалу текстильного образца.

2. Предложенный алгоритм позволяет принять решение о судьбе исторического текстильного объекта на разных стадиях его исследования.

2. Анализ современных методов исследования свойств материалов текстильных исторических объектов, показал, что нет системного подхода при разработке программы реставрации, и для единичного объекта, разрабатывается индивидуальная методика. Не определяется степень деструкции волокон, при которой необходимо передавать исторический объект на консервацию и специальное хранение в особых условиях.

3. Усовершенствованы методы и приборы ускоренного старения текстильных объектов, обеспечивающих достоверную информацию для прогнозирования их сохранности и экспонетопригодности в музейных условиях.

4. Разработаны методики исследования изменения характеристик экспериментальных объектов на базе усовершенствованной инсоляционной установки и экспериментально определены режимы обработки, позволяющие установить предельные сроки экспонетопригодности материалов.

5. Взаимодействие разработанных устройств с ЭВМ на основе зарегистрированной программы обеспечивает передачу данные с приборов в удаленном режиме в реальном времени для формирования необходимых баз данных.

6. Получены новые сведения об изменении свойств тканей при долговременном непрерывном воздействии инсоляции.

7. Выявлены факторы и показатели характеристик, влияющие на принятие решения об экспонетопригодности исторических текстильных объектов и предложены количественные оценки взаимосвязи характеристик процесса изменения

структуры и разрушения волокон с продолжительностью климатического старения и значениями деформационно-прочностных характеристик шерстяных тканей.

8. Предложены научно-обоснованные рекомендации по подбору материалов для воссоздания исторического текстиля; по оценке ремонтпригодности текстильных объектов на основе компьютерной оценки исследуемого объекта и использования современных текстильных материалов и методов восстановления швейных изделий.

Список литературы

1. Александрова-Дольник, Т. Шитье московской мастерской XVI века// Вопросы реставрации. Выш. 1. Сб. ЦГРМ / Под ред. И. Грабаря. - М., 1926. - С. 129
2. Бадаева, С.Н. и др. Хранение музейных ценностей / Под ред. Н.П. Тихонова. - Л.: Лениздат, 1940.- 128с.
3. Бесшапошникова В.И. Методологические основы научных исследований. Практикум. Часть 1: Учебное пособие – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2018. – 120 с.
4. Бобоев, Т.Б. Диссертация на тему "Фотомеханическое разрушение полимеров" Москва - 1992 <http://fizmathim.com/fotomehanicheskoe-razrushenie-polimerov> (дата обращения 12.07.20)
5. Бобров, Ю.Г. Консервация. Реставрация. Воссоздание. Вопросы терминологии / Ю.Г. Бобров // Художественное наследие: хранение, исследование, реставрация / сост. В. Н. Дедик. – М., 1990. – С. 5–17.
6. Бобров, Ю.Г. Теория реставрации памятников искусства: закономерности и противоречия. - М.: Эдсмит, 2004. - С. 18
7. Большакова, К.Ю. Реставрация изделий из ткани в России: исторический аспект [Электронный ресурс]: Огарев-online / К.Ю. Большакова. - Электрон, дан. - 2018. - №10. - Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/restavraciya-izdelij-iz-tkani-v-rossii-istoricheskij-aspekt>
8. Бочкарёва, Е.В. Влияние светопогоды на истирание и воздухопроницаемость плащевых тканей специального назначения \ Е.В. Бочкарева // «Новое в технике и технологии текстильной и лёгкой промышленности»: Сборник статей Международной научно-технической конференции. - Витебск, 2005. - 104 с.
9. Бузов Б. А., Алыменкова Н. Д. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности. Швейное производство [Текст]. – М.: Академия. - 2010

10. Бузов, Б.А. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство): Учебник для студ. высш. учеб. Заведений / Б.А. Бузов Н.Д. Алыменкова. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 449с.

11. Буянов С.С. Перспективы использования 3D-технологий для развития информационно-аналитической платформы «История современной России» // Genesis: исторические исследования. – 2014. – № 6. – С. 75 - 97. DOI: 10.7256/2306-420X.2014.6.13674 URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=13674

12. Ваняев В.А. Историко-культурологический аспект копирования произведений изобразительного искусства // Преподаватель XXI век. 2012. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/istoriko-kulturologicheskiy-aspekt-kopirovaniya-proizvedeniy-izobrazitel'nogo-iskusstva>

13. Васильева, Д. О. Каджарские портретные вышивки: от ремесла к дворцовому искусству / Д. О. Васильева // Сборник научных статей и докладов XIII и XIV Крымских международных научных чтений "Воронцовы и русское дворянство" и XI и XII Крымских международных научных чтений "Мир усадебной культуры", 2012, 2014 г. - С .158-163

14. Вздорнов, Г.И. Центральные государственные реставрационные мастерские и первые опыты научного обобщения новых открытий// Художественное наследие: Хранение. Исследования. Реставрация. № 19 - М.: РИО ГосНИИР, 2001.-С. 118.

15. Волкова Н.В., Физико-химические свойства акрилового сополимера А-45К – консерванта тканей // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2012, №2 (1), с.71-75. URL: <https://yemelyanov@inbox.ru>

16. Воскресенский, А.А., Тихонов Н.П. Технологические методы исследования археологического материала / Технологическое изучение материалов курганных погребений Ноин-Ула. Часть первая. Ткани // Известия ГАИМК. Т. XI. Вып. 7-9, 1932. - С. 2.

17. Всероссийская этнографическая выставка и Славянский съезд в мае 1867 года / Императорское общество любителей естествознания. - М., 1867. - С. 7-8
18. Галкин А.В., Кирсанова Е.А., Технологические аспекты воссоздания исторического текстильного объекта, Дизайн и технологии. 2019. № 73 (115). С. 42-45.
19. Галкин А.В., Принятие решений о воссоздании исторических текстильных объектов [Текст]/ А.В. Галкин, Е.А. Кирсанова //Advances in Science and Technology сборник статей XXI международной научно-практической конференции. Научно-издательский центр «Актуальность. РФ». 2019. С. 56-57.
20. Гётце К. Производство вискозного волокна. М.: «Гизлегпром», 1972. – 600 с.
21. Горин, И.П. Очерк по истории реставрации музейных коллекций в Советском Союзе // Сообщения ВЦНИЛКР. №30.- М., 1975.- С. 173.
22. Горин, И.П. Реставрация, исследование и хранение музейных художественных ценностей. Современное состояние и перспективы развития реставрации музейных художественных коллекций в СССР. - М.: ГБЛ, 1976. - 48 с.
23. ГОСТ 10550-93. Материалы текстильные. Полотна. Методы определения жесткости при изгибе. - Введ. - [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200018615>
24. ГОСТ 10681-75. Материалы текстильные. Климатические условия для кондиционирования и испытания проб и методы их определения (с Изменениями N 1, 2, 3). - Введ. 01.01.78.- М.: ИПК Издательство стандартов. - 1997
25. ГОСТ 10793-64. Ткани хлопчатобумажные, вискозные и смешанные. Метод определения устойчивости ткани к фотоокислительной деструкции (с Изменением N 1). - Введ. 01.01.65.- М.: ИПК Издательство стандартов. - 1999
26. ГОСТ 12088-77. Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости (с Изменениями N 1, 2). - Введ. 01.01.79.- М.: ИПК Издательство стандартов. - 2003

27. ГОСТ 12088-77. Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости (с Изменениями N 1, 2). - Введ. 01.01.79.- М.: ИПК Издательство стандартов. - 2003
28. ГОСТ 20566-75. Ткани и штучные изделия текстильные. Правила приемки и метод отбора проб (с Изменениями N 1, 2, 3). - Введ. 01.07.76.- М.: ИПК Издательство стандартов. - 2003
29. ГОСТ 24104-2001. Весы лабораторные. Общие технические требования. - Введ. 01.07.2002.- М.: ИПК Издательство стандартов, 2002
30. ГОСТ 27323-87. Материалы текстильные. Метод определения устойчивости окраски к химчистке. - Введ. 01.07.93.- М.: Издательство стандартов. - 1987
31. ГОСТ 29104.3-91. Ткани технические. Метод определения количества нитей на 10 см. - Введ. 01.01.93.- М.: ИПК издательство стандартов. - 2004
32. ГОСТ 30157.0-95. Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения (с Поправкой). - Введ. 01.01.2002.- [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200017850>
33. ГОСТ 30157.0-95. Полотна текстильные. Методы определения изменения размеров после мокрых обработок или химической чистки. Общие положения (с Поправкой). - Введ. 01.01.2002.- [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200017850>
34. ГОСТ 3811-72. (ИСО 3932-76, ИСО 3933-76, ИСО 3801-77) Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей (с Изменениями N 1-4). - Введ. 01.01.73.- М.: ИПК Издательство стандартов, 2003
35. ГОСТ 3813-72. (ИСО 5081-77, ИСО 5082-82) Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении (с Изменениями N 1, 2, 3). - Введ. 01.01.73.- М.: ИПК Издательство стандартов, 2003

36. ГОСТ 3813-72. (ИСО 5081-77, ИСО 5082-82) Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении (с Изменениями N 1, 2, 3). - Введ. 01.01.73.- М.: ИПК Издательство стандартов, 2003
37. ГОСТ 6825-91. Лампы люминесцентные трубчатые для общего освещения (с Изменением N 1). - Введ. 01.01.93.- М.: Издательство стандартов. - 1992
38. ГОСТ 7000-80. Материалы текстильные. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение (с Изменениями N 1, 2, 3). - Введ. 01.07.81.- М.: ИПК Издательство стандартов. - 2003
39. ГОСТ 8026-92. Линейки поверочные. Технические условия. - Введ. 01.01.93.- М.: Стандартиформ. - 2008
40. ГОСТ 9.060-75. Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Ткани. Метод лабораторных испытаний на устойчивость к микробиологическому разрушению. - Введ. 01.01.77.- М.: Издательство стандартов. - 1994
41. ГОСТ 9733.1-91 (ИСО 105-B01-88). Материалы текстильные. Метод испытания устойчивости окраски к свету (с Поправкой). - Введ. 01.01.93.- М.: Издательство стандартов. - 1992
42. ГОСТ 9733.27-83. (СТ СЭВ 5444-85) Материалы текстильные. Метод испытания устойчивости окраски к трению (с Изменением N 1). - Введ. 01.01.86.- М.: Издательство стандартов. - 1992
43. ГОСТ 9733.5-83. Материалы текстильные. Метод испытаний устойчивости окраски к дистиллированной воде (с Изменениями N 1, 2). - Введ. 01.01.86.- М.: Издательство стандартов. - 1992
44. ГОСТ 9733.9-83. Материалы текстильные. Метод испытания устойчивости окраски к морской воде (с Изменением N 1). - Введ. 01.01.86.- М.: Издательство стандартов. -1992
45. ГОСТ Р ИСО 105-A02-99. Материалы текстильные. Определение устойчивости окраски. Часть А02. Серая шкала для оценки изменения окраски. - Введ. 01.01.2002.- М.: ИПК Издательство стандартов. - 2000

46. ГОСТ Р ИСО 139-2007. Изделия текстильные. Стандартные атмосферные условия для кондиционирования и проведения испытаний. - Введ. 01.01.2008.- М.: Стандартиформ. - 2007

47. Грачева К.О., Применение гидрозолей серебра и меди для защиты исторических текстильных материалов от биологических повреждений. Грачева К.О., Золина Л.И, М.Б. Дмитриева // (ИНТЕКС-2017): сборник материалов Всероссийской научной студенческой конференции. - М.: ФГБОУ ВО "РГУ им. А.Н. Косыгина, 2017. - С. 11-14

48. Гусева М.А., Андреева Е.Г., Петросова И.А., Рогожин А.Ю. Имитационное проектирование швейных изделий совмещением трехмерных виртуальных образов. [Текст] //Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. 2019. Т. 44. № 2. С. 26-33.

49. Гусева М.А., Андреева Е.Г., Петросова И.А., Рогожин А.Ю. Имитационное проектирование швейных изделий совмещением трехмерных виртуальных образов. [Текст] //Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. 2019. Т. 44. № 2. С. 26-33.

50. Давыдов, С.С. Современный уровень работы с цветом в реставрации [Электронный ресурс] // «АРТконсервация». - 2015. - Режим доступа: <http://art-con.ru/node/6200>

51. Декант И., Данц Р., Киммер В. и др., Инфракрасная спектроскопия полимеров / Под ред. Олейшика Э. Ф.; Пер. с нем. Архангельского В. В.. – М.: Химия, 1976. – 471 с.

52. Дефектный акт / Н.Т. Осмоловская, О.Г. Волынцева, А.П. Царин, Г.М. Озерова Л.Ф. Скрылева, Т.А. Березкина. Алупка: - Дворец-музей. - 1973

53. Дикерсон Р.Е., Грей Г., Хейт Дж. Основные законы химии Т.2 . М.: Мир, 1982.-620с.

54. Дмитриева, М.Б. Разработка технологии биозащиты волокнистых материалов музейного назначения и методов ее оценки: дис. ... к.т.н. 05.19.02 М.Б. Дмитриева; ФГБОУ ВО «РГУ им. А.П. Косыгина». - Москва, 2017. - 179 с.

55. Документы Комиссии по охране памятников искусства и старины Моссовета. 1920 г.// ОПИ ГИМ. Ф. 54. Д. 1124. Л. 23.

56. Егоров, Д. Общий очерк деятельности Московской секции// Сборник к десятилетию Октября. - М.: Московская секция ГАИМК, 1928. - С. 3-5

57. Егоров, Д. Общий очерк деятельности Московской секции // Сборник к десятилетию Октября. - М.: Московская секция ГАИМК, 1928. - С. 3.

58. Ермакова Н. В. Реставрация шитья и тканей в московских музеях: становление и развитие дис. на соиск. учен. степ. канд. историч. наук (24.00.03) / Ермакова Н. В –Москва, 2005. –135с Год: 2005, Ученая степень: кандидата исторических наук Место защиты диссертации: Москва Код специальности ВАК: 24.00.03 Диссертации по гуманитарным наукам - <http://cheloveknauka.com/restavratsiya-shitya-i-tkaney-v-moskovskih-muzeyah-stanovlenie-i-razvitiye#ixzz6rdUuTLbL>

59. Ермакова, Н.В. Реставрация шитья и тканей в московских музеях: становление и развитие: авторф. канд. ист. наук. 24.00.03 / Н.В. Ермакова; Российский государственный гуманитарный университет. - Москва, 2005. - 14 с.

60. Ершов Ю.А. Светостойкость окрашенных полимерных материалов / Г.Е. Кричевский, Я. Гомбкете. - М.: «Успехи химии», 1974, ХХLIII, №3, 537-563с.

61. Заявка DE 3443604 C2 Германия. МПК G 01 N 17/00. Устройство для испытания на атмосферостойкость / Ёсида Я., Какинума Т., Сакураи Т., Кишима Ё., Кинугаса Х.; заявитель и патентообладатель Dainippon Plastics Co Ltd, Iwasaki Denki KK. - № 19843443604; заявл. 29.11.1984; опубл. 05.10.1995; приоритет 30.11.1983 JP22440483A, JP22440383A

62. Зверев, В.В. От поновления к научной реставрации. - М.; РИО ГосНИИР, 1999. - С. 43.

63. Качанова И. М..Методология выбора новых клеевых материалов для дублирования музейных тканей: На примере шерсти: автореферат дис. ... кандидата культурологии: 24.00.03 / Гос. историко-культурный музей-заповедник «Московский Кремль». - Москва, 2000. - 23 с.

64. Кирсанова Е.А., Галкин А.В., Атлау М.Д., Моделирование процессов старения материалов в автоматизированном режиме //В сборнике: Инновации и современные технологии в индустрии моды. материалы III Всероссийской научно-практической конференции. Новосибирский технологический институт (филиал) РГУ им. А.Н. Косыгина. Саратов, 2020. С. 102-104.

65. Кирюхин С.М., Качество тканей // Кирюхин С.М., Додонкин Ю.В. - М.: Издательство "Легкая промышленность и бытовое обслуживание", 1986, - 160 с.

66. Клейн, В.К. Опыты лабораторного исследования древних тканей // Сборник к десятилетию Октября / Уч. секретарь секции Н. Протасов. - М.: Московская секция ГАИМК, 1928. - С. 30.

67. Клейн, В.К. Отчет о занятиях в Патриаршей ризнице по составлению научной описи. - М., 1910. - С. 3.

68. Краткая характеристика работы отделов Комиссии. Список членов отделов Комиссии по охране памятников (ГАОРСС МО. Ф. 7254. Оп. 1. Д. 4. Л. 32-37)// Из истории строительства советской культуры. Москва. 1917-1918. Документы и воспоминания. Общ.ред. В.Н. Кучина. -М.: Искусство, 1964. - С. 164-170.

69. Кричевский Г.Е., Светостойкость окрашенных текстильных изделий / Кричевский Г.Е., Гомбкете Я. - М.: «Легкая индустрия», 1975. - 168 с.

70. Кузнецова А.И., Либсон В.Я. "Большой театр", История сооружения и реконструкция здания, М. 1995.

71. Кулигина. М.С. Влияние светопогоды на снижение разрывной прочности тканей и устойчивости их к многократному изгибу. Дисс. ... канд. техн. наук. Москва - Иваново, 1968.

72. Кумпан Е. В., Камалетдинова А. И. Реконструкция, как основной метод воссоздания исторического национального костюма //Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 13. С. 143-145.

73. ЛаборКомплект. Научно-производственное оборудование. Анализаторы влажности. - [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.labor-komplekt.ru>.

74. Лобанова, Л.А. - Крашение, роспись и печать текстильных материалов: учебное пособие, -М., 2013 -608 с.

75. Международная хартия по консервации и реставрации памятников и достопримечательных мест (Венецианская хартия), Венеция, 31 мая 1964 г., II Международный конгресс архитекторов и технических специалистов по историческим памятникам. https://kgior.gov.spb.ru/media/uploads/userfiles/2015/08/27/Венецианская_хартия.pdf

76. Надежность технических систем и техногенный риск // под редакцией Акимова В.А., Лапина В.Л., Попова В.М., Пучкова В.А., Томакова В.И., Фалеева М.И., М., Деловой экспресс 2002, с.367

77. Никитиных, Е.И. Разработка теоретических основ и методики прогнозирования характеристик старения текстильных материалов: дис. ... канд. технич. Наук: 05.19.01 / Е.И. Никитиных; Моск. гос. текстильная академия. - Москва, 1993. - 140 с.

78. Об утверждении Единых правил организации комплектования, учета, хранения и использования музейных предметов и музейных коллекций: Приказ от 23.07.2020. № 827: утв. Министерством культуры Российской Федерации. - 2020

79. Объяснительный словарь неудобопонятных слов и названий предметов, встречающихся в указателе // Савва, епископ Тверской. Указатель Московской Патриаршей ризницы. -М., 1883. -Приложения. С. 1-20.

80. Орленко Л.В., Терминологический словарь одежды. М. Легпромбыт-издат 1996.-345с.

81. Полевая консервация археологических находок (текстиль, металл, стекло). Методические рекомендации / А.К. Елкина, Н.Л. Подвигина, И.А. Хазанова, М.С. Шемаханская. - М.: ВНИИР, 1987. 28 с.

82. Прейскурант № 032. Розничные цены на шерстяные ткани и штучные изделия - М.: Прейскурантиздат. - 1971
83. Реставрация музейных ценностей в СССР: сб. ст. / М-во культуры СССР [и др.]. - М.: Сов. художник, 1982. - 166 с.
84. Рукотводственные постановления Комитета по составлению описи Патриаршей ризницы... Л. 13.
85. Рукотводственные постановления Комитета по составлению описи Патриаршей ризницы. Копия// ОПИ ГИМ. Ф. 54. Д. 391. Л. 12.
86. Рябова М.П., Восстановление и реконструкция древнерусского шитья // Восстановление памятников культуры (проблемы реставрации) / Под ред. Д.С. Лихачева. - М.; Искусство, 1981. - 209с.
87. Рябцев А. Н., Ультрафиолетовое излучение // Физическая энциклопедия / Гл. ред. А. М. Прохоров. - М.: Большая Российская энциклопедия, 1998. - Т.5. - С. 221. – 760 с.
88. Савваитов, П. Описание царских утварей, оделсд, оруяаы, ратных доспехов и конского прибора, извлеченное из рукописей архива Московской Оружейной палаты с объяснительным указателем. - СПб., 1865. - 351 с.
- 89 . Садов, Ф.И. Действие света и атмосферных условий на хлопчатобумажные ткани: " Коррозия" хлопчатобумажных тканей / Ф.И. Садов. - Ленинград; Москва: «Гизлегпром»; Центр. тип. им. Ворошилова в Мск., 1945. – 172 с.
90. Сафонов, В.В. Развитие технологии отделки текстильных материалов: Монография – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2004. - 180 с.
91. Семенович, Н.Н. Реставрация музейных тканей. Теория и технология / Н.Н. Семенович. - Л.: Изд-во Гос. Эрмитажа, 1961. - 80 с.
92. Семечкина, Е.В. Проблема повторной реставрации музейных тканей / Е.В. Семечкина, Р.А. Петрова // Скульптура. Прикладное искусство: Реставрация, исследования / Сб. науч. тр. под ред. Н.Н. Банковского, Т.И. Барабановой. - М.: ВХНРЦ, 1993. - С. 127-132

93. Синицына, Н.П. Проблемы исследования и реставрации археологического текстиля // ООО "Феномен" [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://art-fenomen.ru/restoration/publications/sinitsyna_archaeologicaltextile/
94. Смирнова, Е.И. Документы петровского времени из архива Оружейной палаты о создании экспозиции в Мастерской Казенной палате Московского Кремля // Археографический ежегодник за 1983 г. - М., 1985. - С. 96.
95. Тарутина, Л.И. Спектральный анализ полимеров / Л. И Тарутина, Ф.О. Позднякова. – Л.: Химия, 1986. – 248 с.
96. Тихонов, Н.П. Реставрация и консервация тканей // Проблемы истории докапиталистических обществ. 1934. № 4. - С. 94.
97. Федосеева Т.С. Применение синтетических материалов в практике реставрации станковой масляной живописи // В сб.: Консервация и реставрация музейных художественных ценностей. М.: Информкультура, 1989. Вып. 5. 39 с.
98. Федосеева Т.С., Материалы для реставрации живописи и предметов прикладного искусства. М.: РИО ГосНИИР, 1999. 120 с.
99. Химия белка. Часть 1. Общая химия белка / И. П. Ашмарин и др. Ленинград: ЛОЛГУ, 1968
100. Химия биологически активных природных соединений / Звонкова Е.Н. и др. М.: Химия, 1970. - 512 с.
101. Холоднова Е.В., Галкин А.В., Чаленко Е.А., Кирсанова Е.А. Применение прокладочных и вспомогательных материалов при выполнении машинной вышивки // Научный журнал «Костюмология», 2019 №2, <https://kostumologiya.ru/PDF/20TLKL219.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.],
102. Холоднова, Е.В., Галкин А.В., Чаленко Е.А., Кирсанова Е.А. Разработка параметров вышивки отделочных элементов для богослужебных облачений на автоматизированном вышивальном оборудовании. *Theoretical&AppliedScience*. 2019. № 1 (69). С. 268-275.
103. Чаленко, Е.А., Груздева Е.М., Кирсанова Е.А., Санжиева Г.В., Шустов Ю.С., Аксенова И.А., Вершинина А.В. Прочность окраски материалов к

действию пота и стирки в изделиях, подвергающихся высоким динамическим нагрузкам. В сборнике: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ - 2015) сборник материалов международной научно-технической конференции. ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет дизайна и технологии». - 2015. - С. 34-36.

104. Чернова, О.Ф. Атлас волос млекопитающих. Тонкая структура остевых волос и игл в сканирующем электронном микроскопе / О.Ф. Чернова, Т.Н. Целикова. - М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004.- 429 с.].

105. Чижова, Н.В., Чаленко Е.А., Галкин А.В. Опыт проведения учебной практики студентов при воссоздании антрактно-раздвижного занавеса сцены большого театра. В сборнике: Сборник научных статей и воспоминаний "Памяти В.А. Фукина посвящается" Москва, 2014. С. 154-158.

106. Штюпель Г., Синтетические моющие и очищающие средства / Штюпель Г., М.: Государственное научно-техническое издательство химической литературы, 1960.

107. Шульгина Е.Н., Пронина И.А. История Строгановского училища. 1825-1918. - М.: "Русское слово РС", 2002. - С. 294.

108. Шустов Ю.С. Особенности методов определения воздухопроницаемости различных тканей дит № 73 // Шустов Ю.С.

109. Шустов, Ю.С. Анализ влияния светопогоды на физико-механические свойства тканей / Ю.С. Шустов, Е.В. Бочкарёва // «Современные технологии и оборудование текстильной промышленности (Текстиль – 2004)»: Тезисы докладов Всероссийской научно-технической конференции. - М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2004. - 50 с.

110. Щепкин, В.Н. Памятник золотого шитья начала XV Века//Древности. Труды ИМАО. Т. XV. Вып. 1-2. -М., 1894. - С. 35-68

111. BS 3356(1990). Method for determination of bending length and flexural rigidity of fabrics. - ассер. 31.08.90. - AMD 6337. - 1991

112. А.с. SU 1067412 A1 СССР. МПК G 01 N 17/00. Способ ускоренных испытаний на стойкость к старению поливинилхлоридных материалов / Л.Д.

Стрелкова, Г.Т. Федосеева, Е.А. Куриловская, В.П. Лебедев, К.С. Минскер, В.Н. Генкин, В.В. Соколов, Н.М. Битюрин, А.П. Александров; заявитель и патентообладатель. - № 3479340; заявл. 30.07.1982; опубл. 15.01.1984, Бюл. № 2. – 3 с.

113. А.с. SU 1071948 А1 СССР. МПК G 01 N 17/00. Способ испытания на светостойкость полимерных материалов / А.П. Александров, В.Н. Генкин, В.В. Соколов, В.П. Лебедев, Л.Д. Стрелкова; заявитель и патентообладатель Институт прикладной физики АН СССР. - № 3505251; заявл. 14.07.1982; опубл. 07.02.1984, Бюл. № 5. – 2 с.

114. А.с. SU 1760435 А1 СССР. МПК G 01 N 17/00. Способ моделирования светового старения материала / А.В. Милинчук, Ю.И. Дорофеев, Е.А. Барбашев В.Е. Скурат; заявитель и патентообладатель Научно-производственное объединение «Молния». - № 3203291; заявл. 30.06.1988; опубл. 07.09.1992, Бюл. № 33. – 2 с.

115. Chalenko, E.A., Chigova N.V. Wiederherstellung schiebevorhang pause Bolschoi theater. В сборнике: European Science and Technology materials of the VI International research and practice conference. - 2013. - P. 247-252.

116. Chalenko, E.A., Chizhova N.V. Features of technological works during reconstruction of the intermission-sliding curtain of a scene of the Bolshoi theatre. В сборнике: Science, Technology and Higher Education materials of the IV International research and practice conference. Accent Graphics communications. - 2014. - P. 340-346.

117. Chizhova, N.V., Chalenko E.A. Recreating sets of scene's clothes the Bolshoi theatre. В сборнике: Global Science and Innovation materials of the I International Conference. - 2013. - P. 419-423.

118. Desktop Electron Microscopy Solutions [Электронный ресурс]: Thermo Fisher Scientific. - Режим доступа: <https://www.phenom-world.com>

119. Portrait of Fath Ali Shah - Iran, Rasht or Tehran - c. 1850 - Historisches Museum Bern - 1914.630.0319

120. Rath, H. Lehrbuch der Textilchemie, Springer (Berlin, Göttingen, Heidelberg), 1952.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

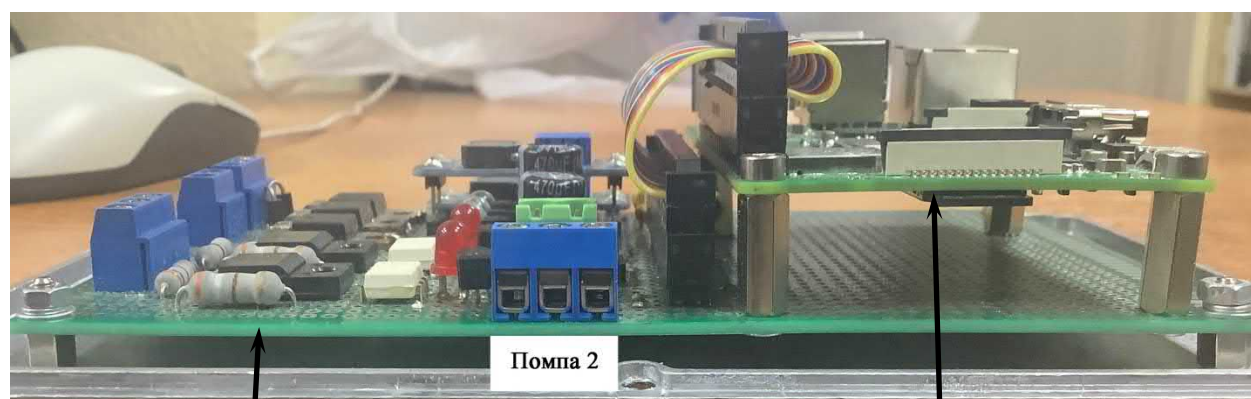
Описание и технические характеристики комплектующих разработанной автоматизированной установки фиксации ускоренного старения материалов INSOLATION TOOL

ПА.1.1. Описание и характеристики контроллера, объединённого с микрокомпьютером Raspberry Pi 3B+

Автором был разработана плата управления (контроллер) обеспечивающая работоспособность автоматизированной установки фиксации ускоренного старения материалов INSOLATION TOOL, с зарегистрированным программным обеспечением Insolation Tool V.1.0 свидетельство о государственной регистрации № 2020617839 дата регистрации 15.07.2020.

Программа предназначена для управления, просмотра, сортировки и предварительной обработки данных физических измерений аппаратного комплекса имитирующего воздействие солнечного излучения внутри и вне помещений.

- Реализует управление устройствами (насосы, электроклапаны, ультрафиолетовые и дневные лампы);
- Фиксирует данные эксперимента (температура, влажность, цвет и изображение образца);
- Сохраняет в базы данных;
- Обрабатывает получаемые данные;
- Имеет пользовательский интерфейс.



Контроллер
Insolation Tool

Raspberry Pi 3B+

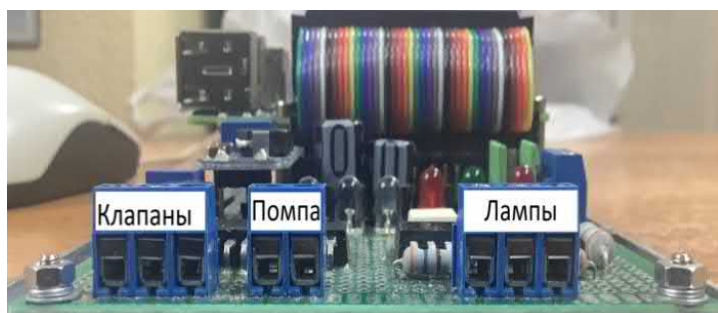


Рисунок ПА.1.1. – внешний вид управляющего модуля авторской разработки с одноплатным компьютером Raspberry Pi 3B+

ПА.1.2. Технические характеристики микрокомпьютера Raspberry Pi 3B+:

- Процессор: 64-битный 4-ядерный ARM Cortex-A53 с тактовой частотой 1,4 ГГц на однокристальном чипе Broadcom BCM2837
- Оперативная память: 1ГБ LPDDR2 SDRAM
- Цифровой видеовыход: HDMI
- Композитный выход: 3,5 мм (4 pin)
- USB порты: 4× USB 2.0
- Беспроводная сеть: WiFi 2,4/5 ГГц, 802.11n

- Ethernet: 10/100/1000 Мб RJ45
- Bluetooth: Bluetooth 4.2, Bluetooth Low Energy
- Разъем дисплея: Display Serial Interface (DSI)
- Разъем видеочамеры: MIPI Camera Serial Interface (CSI-2)
- Карта памяти: MicroSD
- Порты ввода-вывода: 40
- Напряжение питания: 5 В
- Габариты: 85x56x17 мм
-

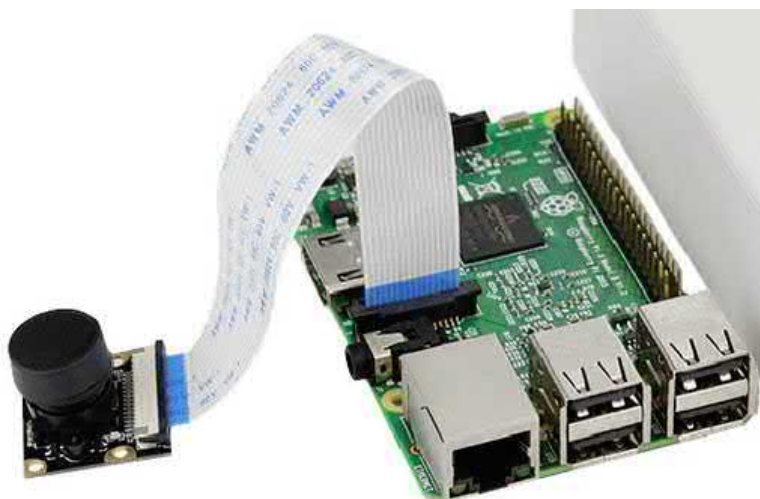


Рисунок ПА.1.2. – внешний вид микрокомпьютера Raspberry Pi 3B+.

ARM11 процессором Broadcom BCM2835 с тактовой частотой 700 МГц и модулем оперативной памяти на 512 МБ, размещенными по технологии «package-on-package» непосредственно на процессоре. Версии мини-компьютера «3B», «3B+» и «3A+» оснастили, 4-х ядерным процессором Cortex-A53 (ARM v8), с частотой процессора 1,4 ГГц у «3B+» и «3A+», с оперативной памятью 1 ГБ у «3B» и «3B+».

Модель «3B+» - оснащается четырьмя портами USB 2.0, присутствует порт Ethernet, поддерживает Wi-Fi и Bluetooth. Помимо основного ядра, BCM2835 включает в себя графическое ядро с поддержкой Open GL ES 2.0, аппаратного ускорения и Full HD-видео и DSP-ядро. Одной из особенностей является отсутствие часов реального времени, которую пришлось реализовать в составе контроллера.

Для вывода видеосигнала в новых моделях, начиная с «B+», используется

microSD, в «3B», «3B+», «4B» существует возможность загружаться с USB-носителя или по сети, также можно использовать SDIO.

Благодаря наличию портов GPIO (general purpose input/output) этому «малиновый» компьютер можно использовать для управления различными устройствами. В модели «3B+» используется 40-пиновый разъем GPIO, который послужил для связи с разработанным контроллером.

Raspberry Pi работает в основном на операционных системах, основанных на Linux ядре.

ПА.1.3. Описание и характеристики камеры Keyes

Миниатюрная видеочамера Keyes для Raspberry Pi. Подключение к интерфейсу CSI (Camera Serial Interface) с разъемом MIPI с ленточным кабелем длиной 15см. Матрица камеры имеет разрешение 5 мегапикселей. Фокусное расстояние фиксированное. Камера поддерживает статические изображения (фотографии) разрешением 2592 x 1944 пикселей, а так же видео в форматах 1080р 30 кадров в секунду, 720р 60 кадров в секунду или 640x480р 60/90 кадров в секунду.

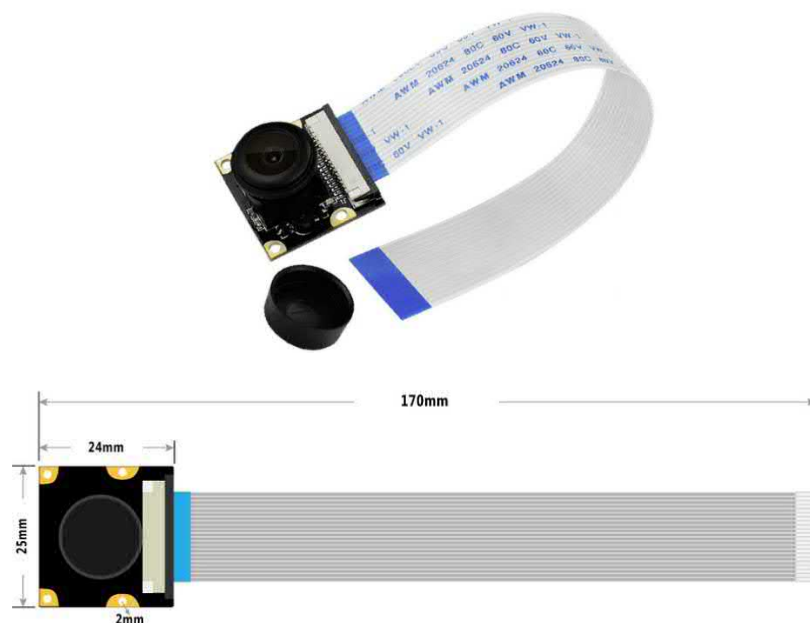


Рисунок ПА.1.3. - Широкоугольная камера Keyes 5 MP.

Технические характеристики видеокамеры Keyes:

- Линза: 1/4 5 МПиксел OV5647;
- Диафрагма (F): 2.9;
- Фокусное расстояние: 3.29 мм;
- Угол обзора: 72.4°;
- Разрешение: 1080p (2592×1944 пикселей);
- Размеры: 25мм x 24мм x 6мм;
- 4 отверстия для крепления;
- Поддержка питания 3.3В;
- Поддержка до 2 x 3W высокой яркости 850 ИК LED.

Упрощает программирование, так как это реализовано на аппаратном уровне. При минимальных размерах и финансовых затратах он соответствует всем поставленным, для этой установки, задачам. Позволяет запрограммировать рабочие органы установки, которыми являются: два насоса, камера, датчики температуры и влажности, клапаны и включение/выключение ламп. Преимуществом данной модели перед остальными является возможность подключения к интернету при помощи кабеля, а также поддержка работы в Wi-Fi режиме.

ПА.1.4. Описание и характеристики спецификации CSI-2 – для камеры

Спецификация MIPI CSI-2 v1.0 была выпущена в 2005 году. Она использует либо D-PHY, либо C-PHY (оба стандарта устанавливаются MIPI Alliance) в качестве опции физического уровня. Протокол делится на следующие уровни:

1. Физический уровень (C-PHY / D-PHY);
2. Слой слияния полос;
3. Протокол низкого уровня;
4. Слой преобразования пикселей в байты;
5. Уровень приложений.

В настоящий момент камера работает по спецификации CSI-2 v3.0. В CSI-2 v3.0 представлены унифицированная последовательная связь (USL), интеллектуальная область интереса (SROI), короткий пакет в конце передачи (EoTp) и поддержка глубины цвета RAW-24.

ПА.1.5. Описание, принцип действия и характеристики датчика температуры и влажности DFRobot DHT11.

Датчик температуры и влажности DFRobot DHT11 оснащён комплексом датчиков температуры и влажности с калиброванным цифровым выходным сигналом. Используя эксклюзивную технику сбора цифрового сигнала и технологию измерения температуры и влажности, она обеспечивает высокую надежность и превосходную долговременную стабильность. Этот датчик включает в себя компонент измерения влажности резистивного типа и компонент измерения температуры NTC и подключается к высокопроизводительному 8-разрядному микроконтроллеру, обеспечивающему превосходное качество, быструю реакцию, защиту от помех и экономическую эффективность.

Каждый датчик DHT11 проходит калибровку на заводе изготовителе. Калибровочные коэффициенты сохраняются в виде программ в памяти OTP (Одноразовая Программируемая Память), которые используются процессом обнаружения внутреннего сигнала датчика. Однопроводный последовательный интерфейс делает системную интеграцию быстрой и простой. Его небольшой размер, низкое энергопотребление и передача сигнала до 20 метров.

Принцип действия датчика:

Датчик DFRobot DHT11 включает в себя два компонента, работающих на принципах:

- Для измерения температуры используется принцип NTC (Negative Temperature Coefficient – отрицательный (негативный) температурный коэффициент). Особенность такого принципа в том, что при повышении температуры электрическое сопротивление датчика уменьшается, а при понижении температуры повышается.

- Для измерения влажности используется резистивный принцип. Такие датчики также называются омическими. Принцип его действия - это резистор, сопротивление которого нелинейно меняется от 1 кОм до 10 МОм в зависимости от влажности и температуры окружающего воздуха. Известно, что все металлы изменяют свое сопротивление при изменении температуры. Сопротивление отрезка провода прямо пропорционально его длине и обратно пропорционально площади поперечного сечения:

$$R = \rho L/A \quad (\text{П.1.5.1})$$

где ρ - удельное сопротивление материала.

Металл имеет определенное и уникальное удельное сопротивление, которое может быть определено экспериментально. Резистивно-температурные датчики (РТД) изготавливают из металлов, сопротивление которых растет с температурой. В пределах ограниченного температурного диапазона удельное сопротивление линейно растет с ростом температуры:

$$P_t = P_0 \alpha [1 + (t - t_0)] \quad (\text{П.1.5.2})$$

где P_t - удельное сопротивление при температуре t , P_0 - удельное сопротивление при стандартной температуре t_0 , α - температурный коэффициент сопротивления ($^{\circ}\text{C} - 1$).

При условии, что $t_0 = 0$ $^{\circ}\text{C}$: после приведения решения к стандартной линейной форме ($y = mx + b$) изменение сопротивления в зависимости от температуры является линейной функцией с наклоном, равным α .

Технические характеристики датчика:

Наименование	Диапазон измерений	Точность измерения влажности	Точность измерения температуры	Класс точности
DHT11	20-90% 0-50°C	±2%	±2°C	1

Датчик получает входной электрический аналоговый сигнал и преобразовывает его в цифровой. В состав датчика входит один или несколько преобразователей. Датчик прямого действия - построен на физическом явлении, позволяющем проводить непосредственное преобразование энергии внешнего воздействия в электрические сигналы. Электрические сигналы с выходов датчиков поступают на мультиплексор - переключатель. Аналоговые выходные сигналы датчиков поступают на аналого-цифровой преобразователь (АЦП), цифровые - непосредственно на компьютер, который синхронизирует работу мультиплексора и АЦП, а также посылает управляющие сигналы на привод, воздействующий непосредственно на объект.

Работа датчика DHT-11:

Весь обмен данными выполняется по одному проводу (шине). На шине может присутствовать только один датчик. Для получения высокого уровня используется подтягивающий резистор (5-10 кОм), т.е в пассивном состоянии на шине высокий уровень. Формат обмена данными может быть разделен на три этапа:

- 1) Инициализации.
- 2) Преамбула.
- 3) Передача данных.

Инициализация:

Процесс чтения данных начинается с импульса инициализации который формирует микроконтроллер. Он должен установить на шине низкий уровень на время не менее 18 mS, для инициализации DHT-11.

Преамбула:

Микроконтроллер после формирования импульса инициализации должен сразу перевести порт в режим чтения (режим приема данных). Если датчик готов к передаче данных, он ответит, сформировав преамбулу. Один период меандра длительностью $\sim 160 \text{ us}$.

Микроконтроллер, получив ответ от датчика, может начать чтение данных.

Передача данных:

Данные представляют собой 5 байт данных, которые читаются по битно микроконтроллером, т.е. всего 40 бит.

Влажность, целая часть	Влажность, дробная часть	Температура, целая часть	Температура, дробная часть	Контрольная сумма
8 бит	8 бит	8 бит	8 бит	8 бит

Первые два байта данные влажности (относительная влажность), целая и дробная часть. Третий и четвертый температура (градусы Цельсия), целая и дробная часть и пятый последний байт контрольная сумма, которая равна сумме первых 4 байт. Если реально считывать эти байты то мы увидим, например:

```
bait0 = 41 // влажность
```

```
bait1 = 0
```

```
bait2 = 31 // температура
```

```
bait3 = 0
```

```
bait4 = 72 // контрольная сумма
```

Данные кодируются длительностью высокого уровня в каждом бите, бит начинается стробом низкого уровня длительностью приблизительно $50\text{-}54\text{uS}$, после строба идет высокий уровень, если длительность высокого уровня в пределах 24 uS , то это передается “0”, если в пределах 70 uS – передается “1”.

По окончании передачи данных датчик передает последний строб, устанавливает на шине высокий уровень и переходит в спящий режим.

Логика чтения данных может быть следующая.

Вид передачи полностью:



Датчик подключается ко входу, который может формировать прерывания по изменению уровня на входе. Для определения длительности импульса можно использовать таймер микроконтроллера.

ПА.1.6. Описание датчика уровня воды АМР-Х203



Рисунок ПА.1.4. - Датчик уровня воды АМР-Х203

Внутри полого цилиндра - 1 находится герконовое реле, реагирующее на магнитное поле. Поплавков - 2 содержит крошечный магнит. При изменении уровня воды, положение поплавка меняется, заставляя реле замыкаться и размыкаться.

Датчик подключается двумя проводами: одним на «минус», другим на сигнальный вывод. При замыкании реле на сигнальном выводе появляется логический ноль, при размыкании - единица.

ПА.1.7. Описание и характеристики люминесцентных ламп Osram и УФ-ламп ДБ

Установка имеет 4 лампы, из которых две ультрафиолетовые (ДБ 30-1) и две люминесцентные (OSRAM L 30 W/840), включающиеся попарно: либо ультрафиолет, либо дневного, либо совместно.

Ниже приведена таблица с техническими характеристиками бактерицидных ламп – Phillips и ДБ 30-1:

Тип лампы	Номинальные значения			Излучение УФ, Вт		Срок службы, час	Габаритные размеры:		Примечание
	Мощность, Вт	Напряжение на лампе, В	Сила тока, А	Но-мин.	Наим .		диаметр, мм	длина, мм	
ДБ 30-1	30	108	0,34	6,0	4,8	3000	30	909,6-3	Озонные лампы, увиолевое стекло
TUV 30W 1SL/25	30	102	0,37	12	-	9000	28	908,8	Содержание ртути 2мг

В следующей таблице приведены технические характеристики люминесцентной лампы OSRAM L 30 W/840:

Тип лампы	Номинальные значения			Индекс светопередачи, Ra	Срок службы, час	Световой поток, лм		Габаритные размеры		Примечание
	Мощность, Вт	Напряжение на лампе, В	Сила тока, А			при 0 °С	при 25 °С	диаметр, мм	длина, мм	
L 30 W/840	30	102	0,36	≥80	20000	2400	2400	26	895	Содержание ртути 2,3мг

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЙ ПО ОЦЕНКЕ СТАРЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ НА УСТАНОВКЕ INSOLATION TOOL

Цель работы: Изучение методов испытаний текстильных материалов на стойкость к действию светопогоды на установке Insolation Tool.

- 1.1. Изучить сущность фотоокислительной деструкции текстильных материалов из-за воздействия света и светопогоды.
- 1.2. Изучить методику определения стойкости текстильных материалов к действию светопогоды на автоматизированной установке фиксации ускоренного старения.
- 1.3. Состарить ткани в различных режимах на автоматизированной установке фиксации ускоренного старения текстильных материалов для дальнейшего испытания.

- Задачи:**
1. Выбрать материалы из перечня предлагаемых образцов, получить у преподавателя условия проведения искусственного состаривания;
 2. Подготовить образцы к испытанию;
 3. Провести испытания по искусственному состариванию исследуемых образцов на установке Insolation Tool в соответствии с полученными условиями эксперимента;
 4. Высушить и упаковать образцы для дальнейших испытаний;
 5. Составить отчет;
 6. Записать выводы о внешних изменениях испытуемых материалах.

Основные сведения:

Для оценки старения различных текстильных материалов используется - автоматизированная установка фиксации ускоренного старения материалов Insolation Tool.

Установка предназначена для испытаний различных текстильных материалов с использованием двух источников - лампами дневного и ультрафиолетового излучения в различных временных комбинациях. Так же установка позволяет использовать инсоляцию как в сухой так и с применением жидкой сред.

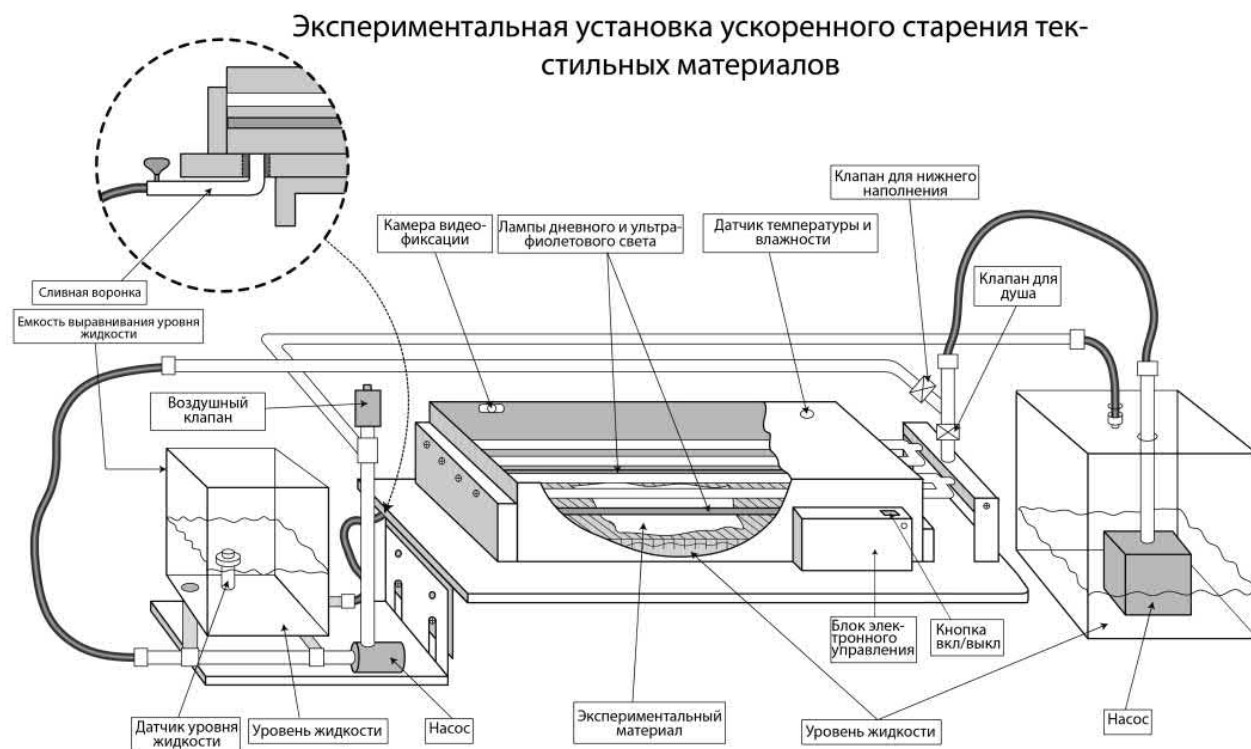
Принцип действия установки заключается в размещении опытных образцов на металлических решетках в рабочей камере. В камере опытные образцы подвергаются воздействию имитации естественных климатических условий:

- Воздействию ультрафиолетового излучения;
- Воздействию излучения «дневного света»;

- Воздействию температуры;
- Воздействию влажности.

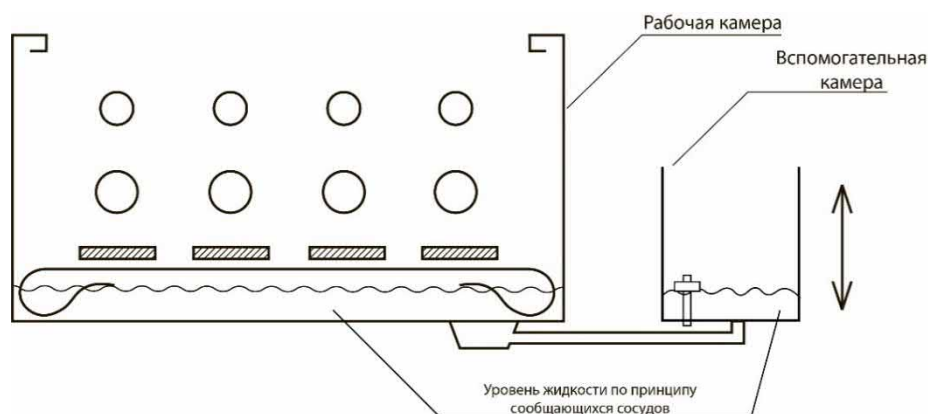
Время воздействия определяется условиями эксперимента.

С помощью программы Insolation Tool V.1.0 (приложение Е) включаются две лампы марки OSRAM L 30 W/840 по спектру излучения приближенные к естественному, дневному свету и две лампы с УФ-спектром излучения, выделяющие незначительное количество тепла. Эти лампы можно включать как вместе, так и отдельно.



Общий вид прибора Insolation Tool

Система состоит из рабочей камеры, откуда жидкость поступает в трубки орошения или через клапан нижнего наполнения. Для регулирования уровня наполнения добавлена вспомогательная емкость, соединённая с основной камерой. Основная и вспомогательная емкость, соединённая между собой коллектором по принципу сообщающихся сосудов.



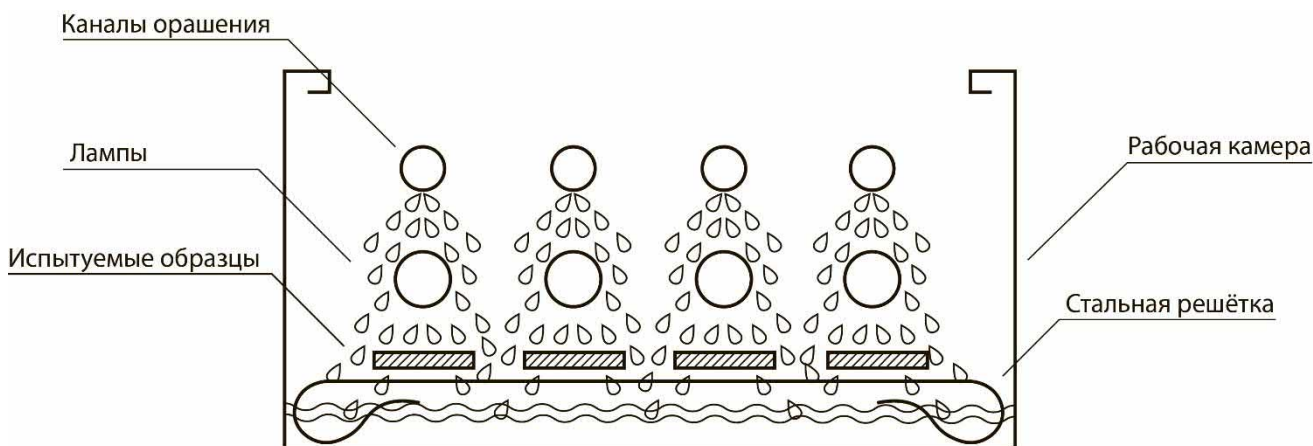
Вспомогательная емкость оборудована поплавковым датчиком уровня жидкости. Датчик регулирует работу насоса. Таким образом поддерживается постоянное количество жидкости в рабочей камере.

Установка автоматизирована и не требует контроля человека, за результатами эксперимента можно следить через веб интерфейс, что сделало ее удобной и простой в эксплуатации.

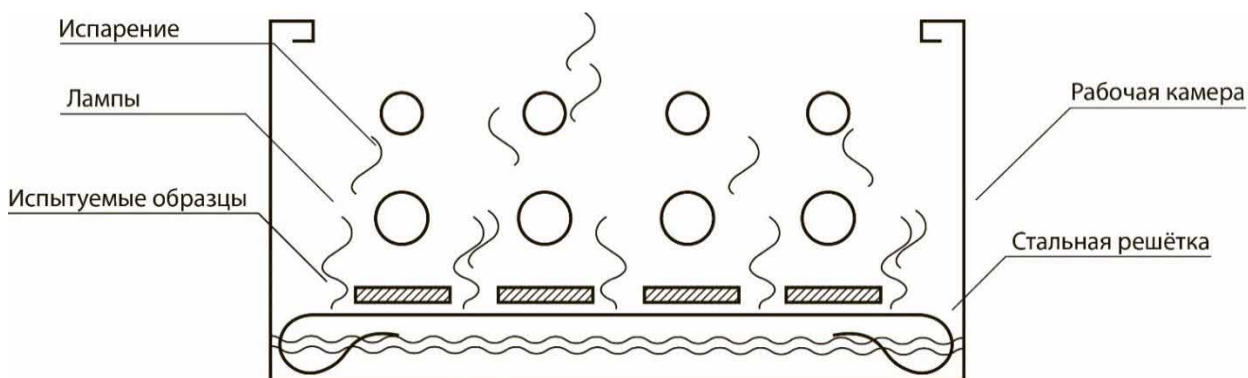
Установка работает в нескольких режимах:

Режим №1 – Имитация атмосферных условий вне помещения: Опытные образцы помещаются на решетку под лампы. Образцы омываются специальной жидкостью с помощью стальных трубок дождевальным методом. В трубки жидкость подается насосом. Включаются люминесцентные лампы, имитирующие солнечное излучение. Устанавливается длительность орошения. Через стальные трубки орошения жидкость попадает на лампы, далее протекает на образцы и попадает на дно рабочей камеры далее перетекает в сливную воронку, из которой по принципу сообщающихся сосудов попадает в вспомогательную камеру, где установлен поплавковый датчик уровня жидкости. При подъеме поплавка включается центробежный насос, закрывается дождевой клапан и жидкость перемещается обратно к подающему насосу.

Вспомогательная камера регулируется по высоте таким образом, чтобы уровень жидкости не превышал $2/3$ расстояния от дна основной рабочей камеры и металлической решетки.



Режим №2 – Имитация атмосферных условий в помещении: Опытные образцы помещаются на решетку. Включаются лампы дневного света. Жидкость поступает из подающего насоса в основную рабочую емкость через клапан нижнего наполнения и сливную воронку для повышения уровня влажности в рабочей зоне. Регулируется поплавковым датчиком находящийся во вспомогательной камере. При превышении уровня жидкости закрывается клапан для нижнего наполнения и активируется центробежный насос.



Рабочие измерения во время работы установки:

Измерение температуры °С

Измерение влажности %

Фотофиксация изменение цвета и фактуры материала

Настраиваем способы измерения и получения данных с датчиков и камеры.

Полученные и сохранение данных в базе данных.

Измерение температуры и влажности производится в течение всего эксперимента или с определенным промежутком времени.

Фотофиксация проводится с определенным интервалом времени в определенном разрешении.

Методика проведения работы:

Подготовка установки и испытываемых материалов к работе:

Из образцов тканей предназначенных для испытаний вырезаем 21 элементарную пробу по направлению нити основы и выдергивая нити из краев пробы доводим ее до размера 35 мм по ширине и 220 мм по длине, каждую пробу маркируем, вышивая римские числа контрастными гидрофобными нитями. Восемнадцать проб подвергаются испытанию в приборе искусственной светопогоды, а остальные используют как контрольные, для сравнения при различных испытаниях.

Предварительно наполняем сосуд объемом 5000 мл жидкостью (водой) комнатной температуры.

Включаем питание прибора искусственной светопогоды.

Авторизуемся через собственный гаджет на компьютере прибора искусственной светопогоды по адресу <http://shine-weather.vpn.tixo.ru/cgi-bin/s-w>, используя логин и пароль - это необходимо для ограничения доступа неизвестным пользователям, а также сохранения для каждой учетной записи экспериментов с различными параметрами.

При помощи кнопок с контекстными подсказками включаем режим проверки оборудования (клапаны лампы, насосы, фотокамера, датчик температуры и влажности)

При отключении кнопки «отключить проверку оборудования» «шапка» интерфейса сокращается до 4-х кнопок управления.



Рисунок П.3.1. Внешний вид кнопок при отключенной проверке оборудования

Ниже приведены рабочие кнопки и их назначение:



- Обновить данные



- Сделать снимок



- Проверка клапана орошения



- Проверка клапана нижней подачи



- Проверка насоса осушения установки



- Проверка ультрафиолетового излучателя



- Проверка лампы дневного света



- Отключить проверку оборудования



- Проверить оборудование



- Завершить сеанс работы

В верхней строке рабочего экрана отражаются текущие: Имя пользователя, дата и время, температура и относительная влажность в рабочей камере прибора на текущий момент. (Рис. 2)

Пользователь: Андрей Галкин; На момент времени 2020-01-11 22:31:12 температура: 26.1 *С, относительная влажность: 95.0 %

The screenshot shows a control interface with a top bar of icons: a refresh icon, a camera icon, a water droplet icon, a plant icon, a red prohibition sign over a water droplet, a lightbulb icon, a red prohibition sign over a lightbulb, a gear icon, and a power icon. Below the icons is a form titled "-- Добавить новый эксперимент". The form contains several input fields: "Наименование эксперимента" (empty), "Период фиксации температуры и влажности" (1m), "Период фотофиксации" (1h), "Продолжительность эксперимента" (1D), "Облучение дневным светом" (100%), "Ультрафиолетовое облучение" (0%), "Периодичность орошения" (1h), and "Продолжительность орошения" (5s). At the bottom of the form is a dropdown menu with the text "+++ Добавить параметр".

Рисунок П.3.2. Внешний вид рабочего экрана

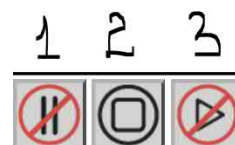
После подготовки установки и испытуемых образцов начинаем эксперимент:

Пробы размещаем на решётках под лампами таким образом, чтобы восемнадцатая проба оказалась под объективом фотокамеры. На решётках можно разместить одновременно 18 элементарных проб.

Для начала работы выбираем из сохраненных или «добавить новый эксперимент». Меню выбора параметров эксперимента расположено на рабочем экране. Настройка режима проведения эксперимента, заключается в последовательном вводе, данных в соответствующие поля:

- Период фиксации температуры и влажности вносится в минутах (m).
- Период фотофиксации в часах (h).
- Продолжительность эксперимента в сутках (D)
- Облучение дневным светом в процентах (%) от продолжительности эксперимента.
- Ультрафиолетовое облучение в процентах (%) от продолжительности эксперимента.
- Периодичность орошения в часах (h).
- Продолжительность орошения в секундах (s).
- После выбора параметров эксперимента установка может быть запущена в работу.

1. Возобновить выполнение эксперимента
2. Досрочно завершить работу эксперимента
3. Отменить выполнение эксперимента



После окончания работы с установкой. Из базы данных получаем запрос на интересные нас данные в виде файла с расширением (.CVS).

По окончании полного цикла воздействия искусственной светопогоды полоски ткани достают из установки промывают водопроводной водой под краном и сушат на воздухе. После высушивания исходные пробы упаковывают в полиэтиленовые пакеты с застежкой и подписывают в соответствии с маркировкой образцов для сохранения проб до дальнейших исследований.

Оформление отчета:

Таблица П.3.1. – форма отчета испытаний по оценке старения материалов на установке INSOLATION TOOL

№ образца	Вид материала	Продолжительность эксперимента	Дата и время упаковки
1			
2			
3			
...			
n			

Выводы:

Список рекомендованной литературы:

1. ГОСТ 10793-64* Ткани хлопчатобумажные, вискозные и смешанные. Метод определения устойчивости ткани к фотоокислительной деструкции
2. Бузов Б.А., Практикум по материаловедению швейного производства: учеб. пособие для вузов по спец. "Технология и конструирование швейн. изделий" // Б.А. Бузов, Н.Д. Алыменкова, Д. Г.Петропавловский; Под ред. Б.А. Бузова. - М.: Легпромбытиздат, 1991. - 431 с.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗРЫВНОЙ НАГРУЗКИ И УДЛИНЕНИЯ ПРИ РАЗРЫВЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА МАШИНЕ ГЕРКУЛЕС 200

Цель работы: Изучение методов определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве текстильных материалов на машине Геркулес 200 и анализ изменения их прочности после воздействия светопогоды на приборе Insolation Tool.

- 1.1. Изучить устройство принцип работы машины Геркулес 200;
- 1.2. Изучить методику определения и расчета разрывной нагрузки и удлинения при разрыве текстильных материалов;
- 1.3. Провести испытания текстильных материалов на определение разрывной нагрузки и удлинения при разрыве.

- Задания:**
1. Выбрать материалы из перечня предлагаемых образцов;
 2. Подготовить образцы к работе;
 3. Провести испытания на разрывной машине Геркулес 200. Записать полученные результаты;
 4. Проанализировать полученные данные и записать выводы;
 5. Оформить отчет.

Основные сведения:

При оценке качества текстильных материалов большую роль играют показатели механических свойств, характеризующие способность материалов приобретать и сохранять форму и размеры в швейном изделии, при прогнозировании износостойкости материала и его долговечности.

Механические свойства – комплекс свойств, определяющих отношение материала к действию различно приложенных к нему внешних сил. Под действием механических воздействий материал деформируется – изменяется его форма и размеры.

Чаще всего текстильные материалы подвергаются деформации растяжения. О степени сопротивления материала постоянно действующим внешним силам судят по показателям получаемым при растяжении материала до разрыва. Показатели разрывной нагрузки и удлинения при разрыве используются для оценки предельных механических возможностей текстильных материалов.

Основные показатели полцикловых характеристик устанавливают на разрывных машинах. Для определения разрывных характеристик при одноосном растяжении используют разрывные машины различной конструкции:

обеспечивающие постоянную скорость опускания нижнего зажима (маятникового типа), или постоянную скорость деформации, или постоянную скорость возрастания нагрузки; относительную погрешность показаний разрывной нагрузки не более $\pm 1\%$ от измеряемой величины; абсолютную погрешность показаний удлинения не более ± 1 мм.

При проведении стандартных испытаний рекомендуется использовать разрывные машины марки РТ-250 и РТ-250М-2. В такие машины установлены датчики работающие по механическому принципу и в некоторых случаях когда необходимо получить сравнительные показатели близкие по значению, рабочие органы таких машин не способны предоставить достаточно точные данные. Поэтому в данной работе будет рассмотрен принцип действия модернизированной машины типа РТ-250-М2 «Геркулес 200» и проведены испытания на определение основных полуцикловых разрывных характеристик. На рисунке 1 представлен общий вид модернизированной разрывной машины Геркулес 200, на рисунке 2 представлена кинематическая схема машины.

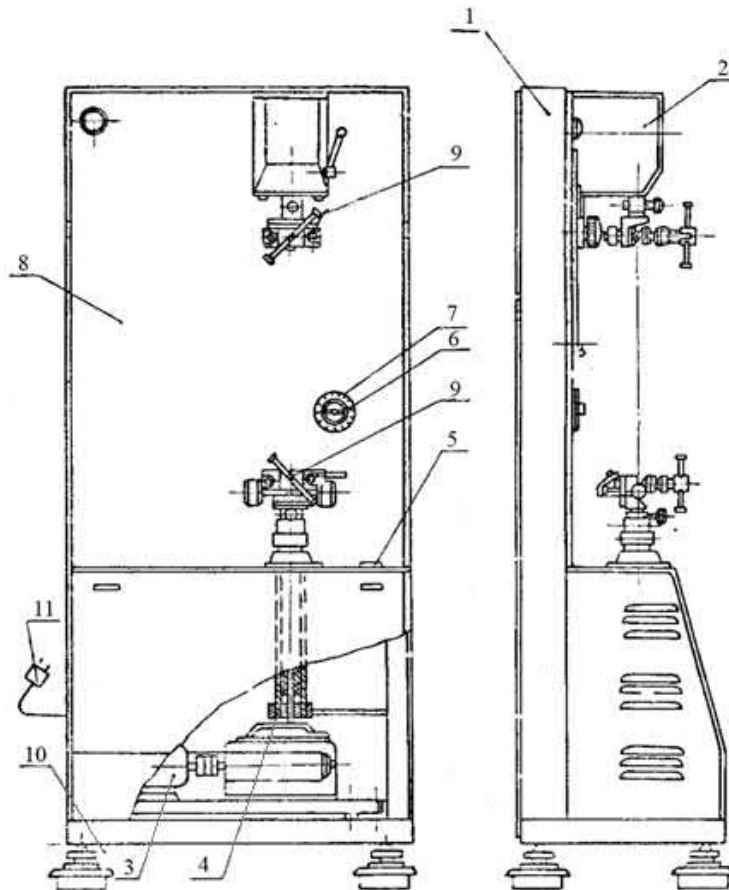


Рисунок П.6.1. - Схема модернизированной разрывной машины «Геркулес 200»: 1 - остов; 2 - датчик-силоизмеритель; 3 - электродвигатель; 4 - стойка выдвижная; 5 - панель с кнопками управления; 6 - регулятор скорости; 7 - указатель скорости; 8 - панель лицевая; 9 - верхний и нижний зажимы; 10 - опоры виброизолирующие; 11 - вилка штепсельная.

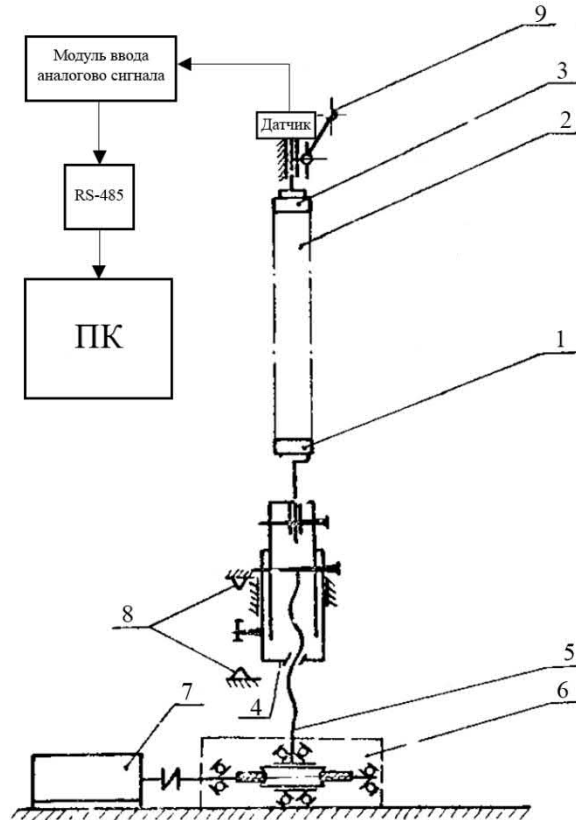


Рисунок П.6.2. - Принципиальная кинематическая схема машины
 1 - нижний зажим; 2 - образец; 3 - верхний зажим; 4 - гайка; 5 - винт; 6 - редуктор; 7 - электродвигатель; 8 - ограничитель; 9 - арретир.

Методика проведения работы:

Отбор и подготовка элементарных проб проводится в соответствии с методикой ГОСТ 3813-72. Из испытуемых образцов вырезаем 3 пробы по основе и 4 по утку, размером 50x250 мм.

Перед испытаниями проводим подготовку машины:

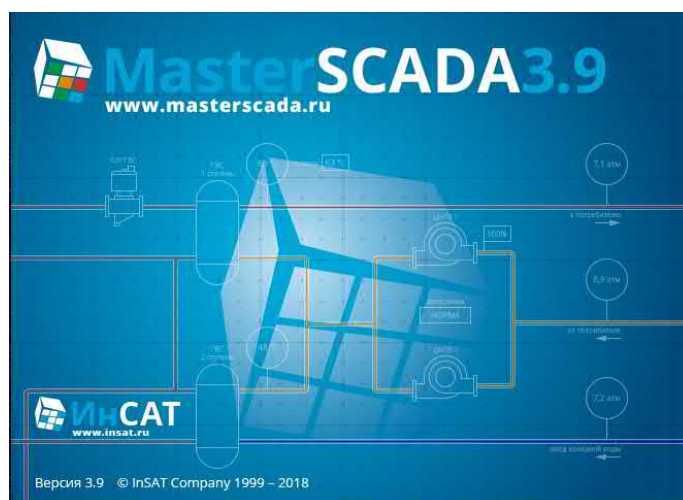
- На разрывной машине устанавливаем расстояние между зажимами в соответствии с выбранными рабочими размерами пробы с погрешностью не более ± 1 мм;

- Устанавливаем на регуляторе скорости 100 мм/мин;

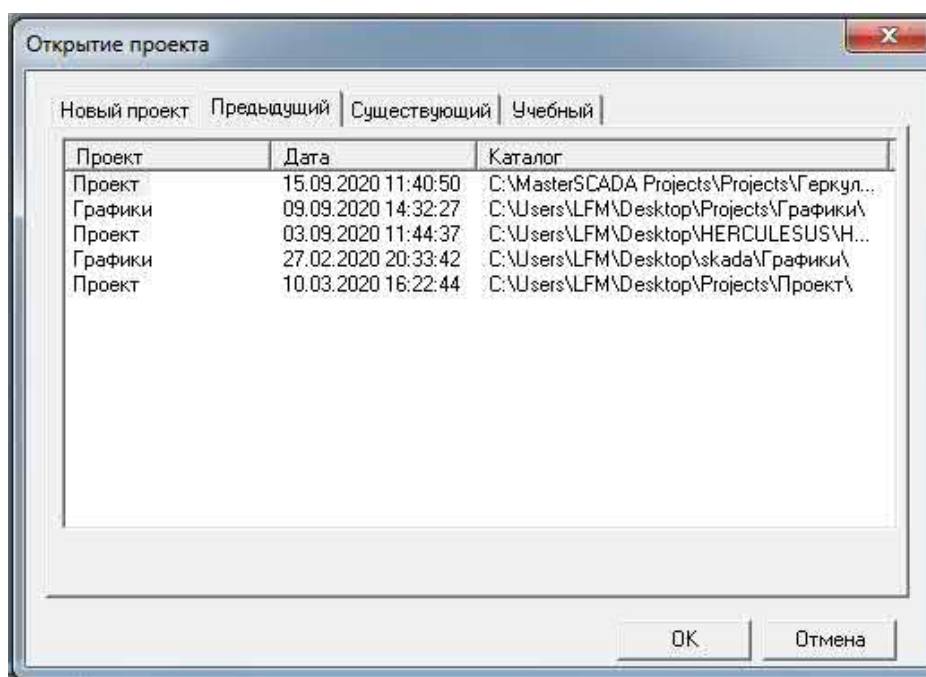
- Подключаем машину к сети питания, запускаем подключенный к датчику компьютер;

- На компьютере заходим в программу MasterSCADA

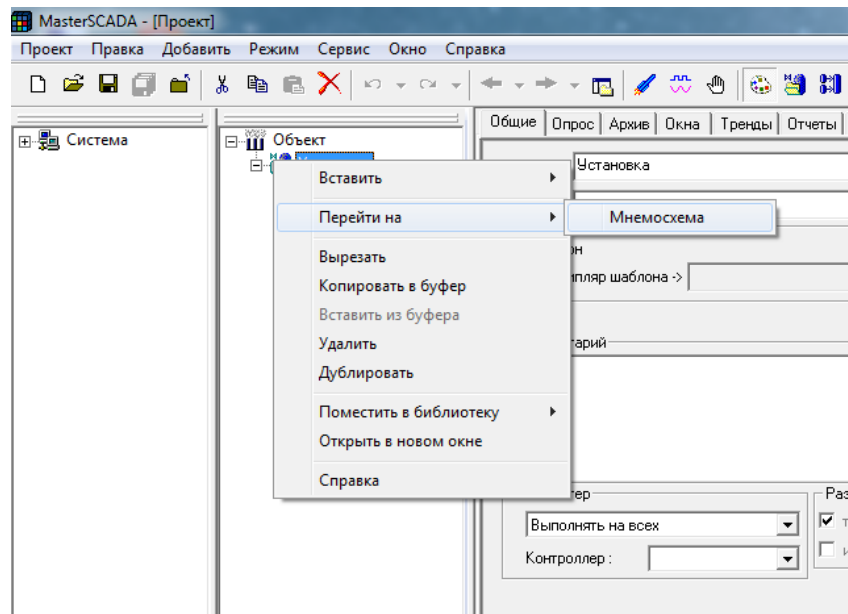




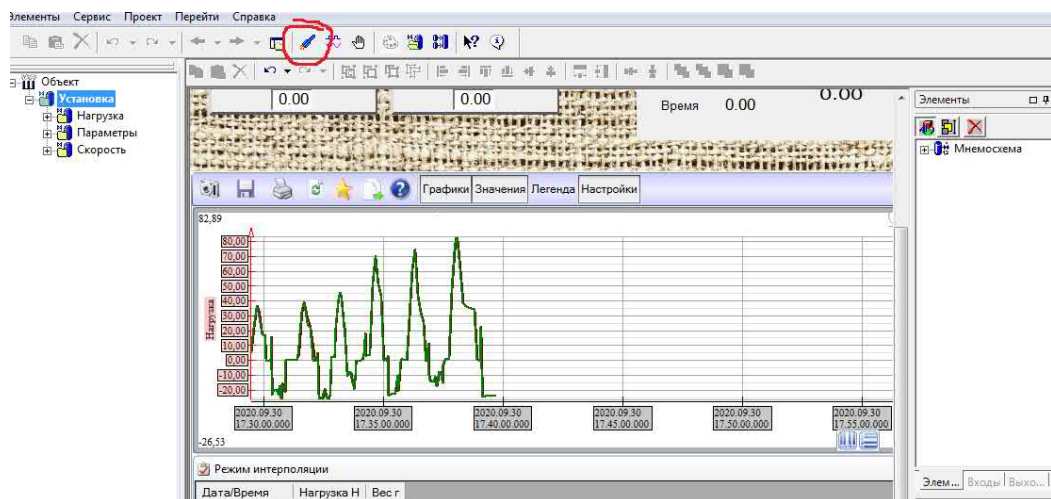
При запуске мастера появится диалоговое окно с созданием нового проекта или открытием готовых (предыдущих) проектов, открываем проект «Геркулес 200»



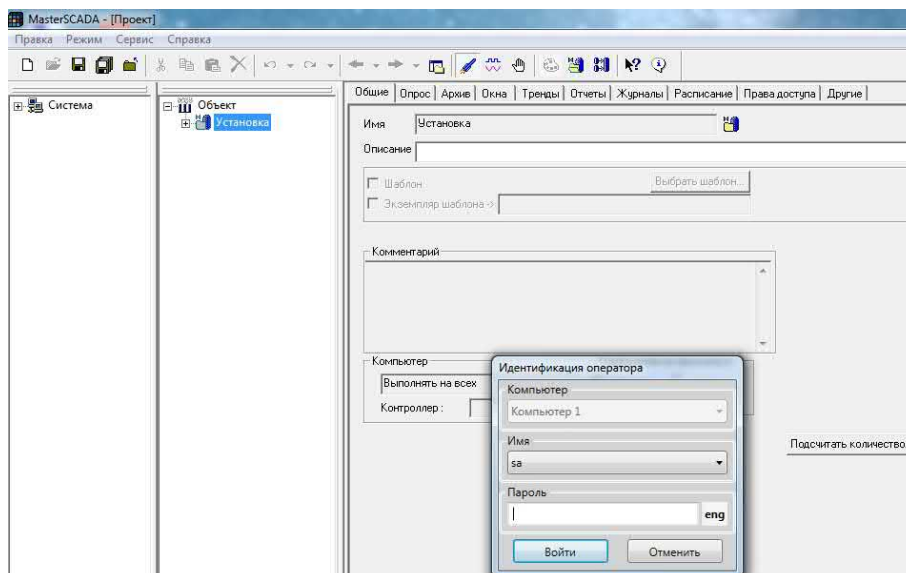
В открывшемся проекте во второй боковой панели выбираем в дереве объектов «перейти на мнемосхему»



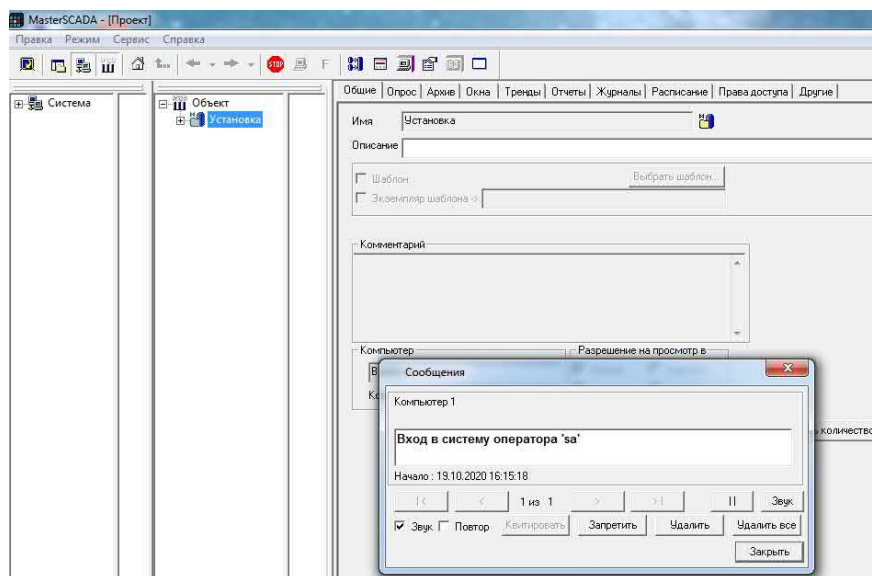
Кнопкой в виде ракеты запустить вычисление данных



В открывшемся окне подтверждаем от чьего имени производим работы

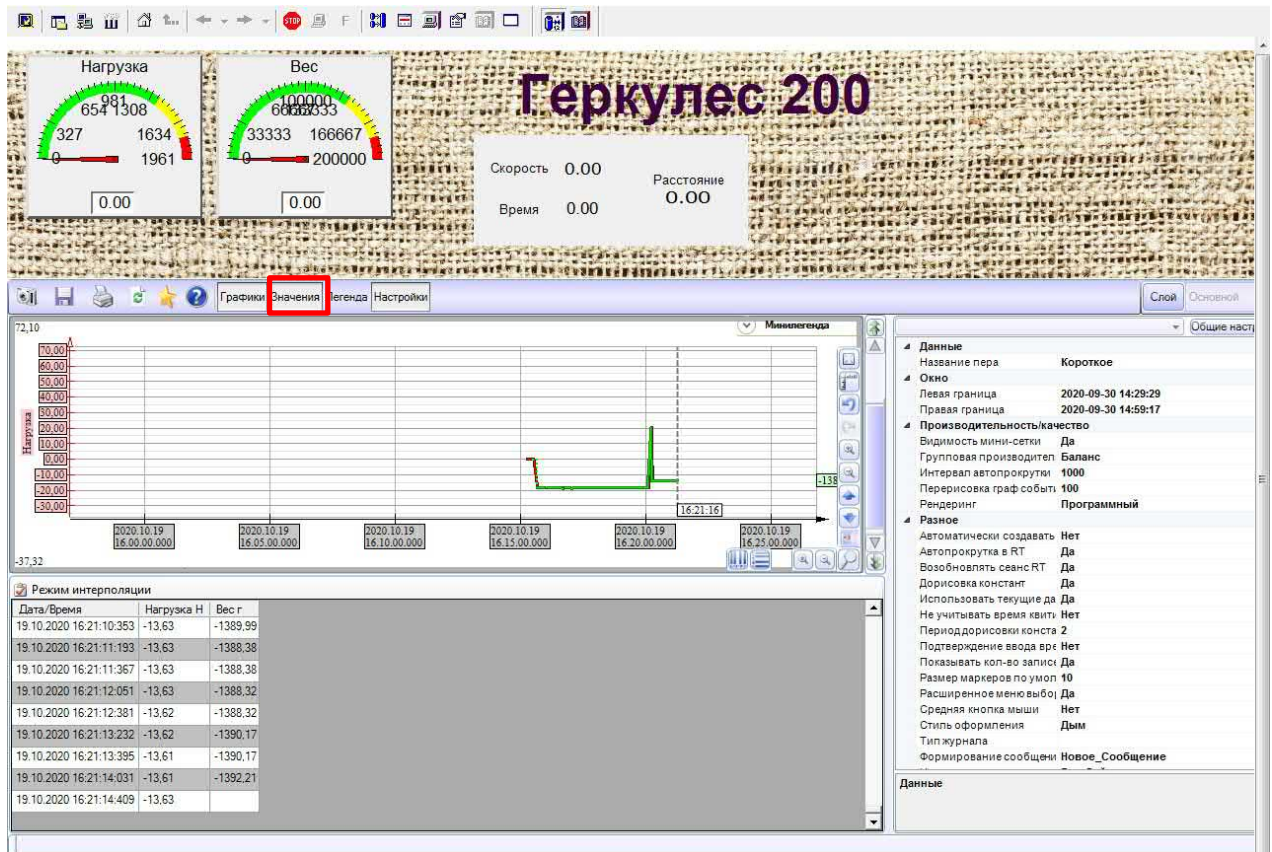


Закрываем появившееся сообщение о входе в систему



Далее нас автоматически переводит окно в мнемосхему проекта «Геркулес 200»

В котором в режиме реального времени показываются показания датчика-силоизмерителя в ньютонах и килограммах, для фиксации начала и конца эксперимента необходимо открыть таблицу нажав над графиком кнопку «значения»



- Заправляем элементарную пробу в зажимы сначала пропустив один из ее концов в верхний зажим таким образом, чтобы ее края касались однозначных делений, нанесенных на щечках, и слегка зажимаем зажим. После этого другой конец элементарной пробы заправляем в нижний зажим. И крепко зажимаем сначала верхний, а затем нижний зажимы.

Во избежание проскальзывания или перекусывания элементарной пробы в зажимах разрывных машин допускается применять прокладки. При этом концы прокладок должны находиться на уровне плоскостей зажимов, ограничивающих зажимную длину элементарной пробы.

При разрыве элементарной пробы в зажиме или на расстоянии 5 мм и менее от зажима испытание учитывают только в том случае, если результат его не менее минимальной нормы разрывной нагрузки, предусмотренной в действующей нормативно-технической документации. В противном случае подвергают разрыву дополнительные элементарные пробы.

После подготовки машины к работе, оператор должен включить её в работу путем нажатия кнопки "вниз" и наблюдать за работой её основных узлов: растяжением полоски ткани, показаниями компьютера в проекте «Геркулес 200», работой шкалы деформации, установленной скоростью на указателе.

После разрушения образца, необходимо остановить движение стойки нижнего зажима нажав на панели управления кнопку «СТОП» записываем сами время начала и конца эксперимента, выключаем проект и ищем в архивном режиме нужные нам данные по времени эксперимента.

Оператор должен записать в отчет нагрузку по показаниям компьютера в

проекте «Геркулес 200», показания абсолютного удлинения со шкалы деформации, удалить из захватов разрушенную полоску ткани и подготовить машину к следующему испытанию.

Возврат нижнего захвата в исходное положение с максимальной скоростью 250 мм/мин. осуществляется, путем нажатия на кнопку 'вверх', для возврата нижнего захвата в исходное положение со скоростью, равной скорости рабочего хода, необходимо тумблер переключить из положения "работа" в положение "тарировка".

За разрывную нагрузку точечной пробы принимаем среднеарифметическое значение результатов всех измерений по основе или по утку. Вычисление производим с погрешностью до 0,0001 Н (0,01 кгс) и округляем до 0,001 Н (0,1 кгс).

Удлинение l , %, элементарной пробы при разрыве по основе или утку вычисляем по формуле (1).

$$\Delta l = \frac{l \cdot 100}{A} \quad (1)$$

где l - удлинение при разрыве, мм; A - зажимная длина элементарной пробы, мм

За удлинение при разрыве точечной пробы принимаем среднеарифметическое значение всех измерений по основе или утку. Вычисление производим с погрешностью до 0,01% и округляем до 0,1%.

Результаты испытаний разрывной нагрузки и удлинения при разрыве записываем в форму отчета.

Оформление отчета:

Таблица П.6.1 - Разрывная нагрузка и удлинение при разрыве текстильных материалов

Номер образца	Наименование ткани	Разрывная нагрузка P_n , Н		Среднее значение разрывной нагрузки, Н	Удлинение при разрыве l , %		Среднее значение удлинения при разрыве, %
		по основе	по утку		по основе/по утку	по основе/по утку	
1	Сукно шерстяное	156	84	150/81,5	3,5	3,4	3,4/3,3
2	Сукно шерстяное	144	79		3,2	3,1	
...							
n							

Выводы:

Список рекомендуемой литературы:

1. ГОСТ 3813-72. Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении (с Изменениями N 1, 2, 3)
2. Бузов Б.А., Практикум по материаловедению швейного производства: учеб. пособие для вузов по спец. "Технология и конструирование швейн. изделий" // Б.А. Бузов, Н.Д. Алыменкова, Д. Г.Петропавловский; Под ред. Б.А. Бузова. - М. : Легпромбытиздат, 1991. - 431 с.

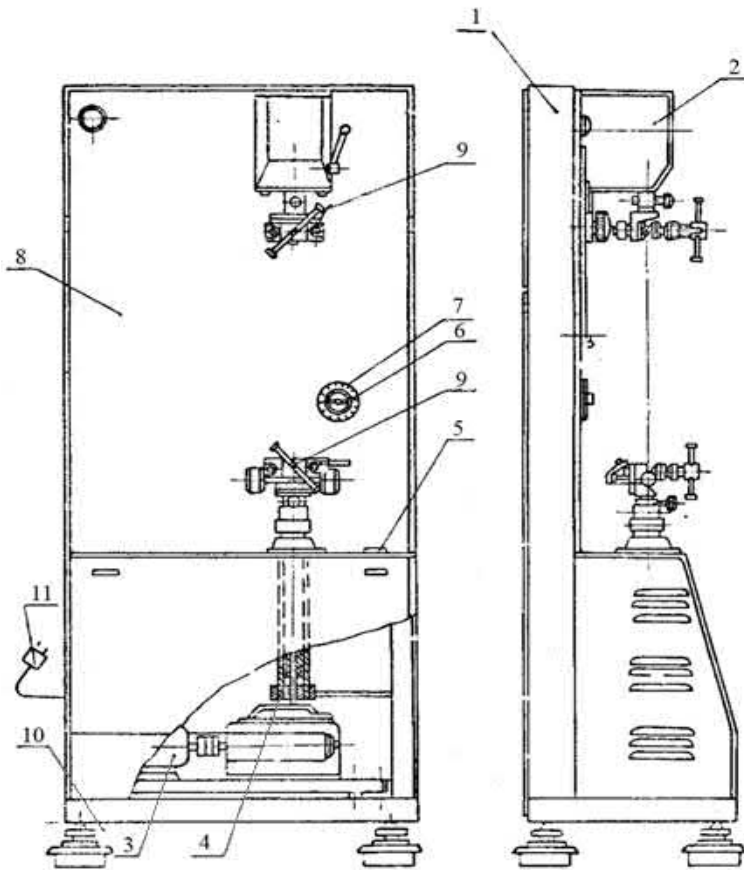


Рисунок - Общий вид модернизированной разрывной машины: 1 - остов; 2 - датчиксило-измеритель; 3 - электродвигатель; 4 - стойка выдвигаемая; 5 - панель с кнопками управления; 6 - регулятор скорости; 7 - указатель скорости; 8 - панель лицевая; 9 - верхний и нижний зажимы; 10 - опоры виброизолирующие; 11 - вилка штепсельная.

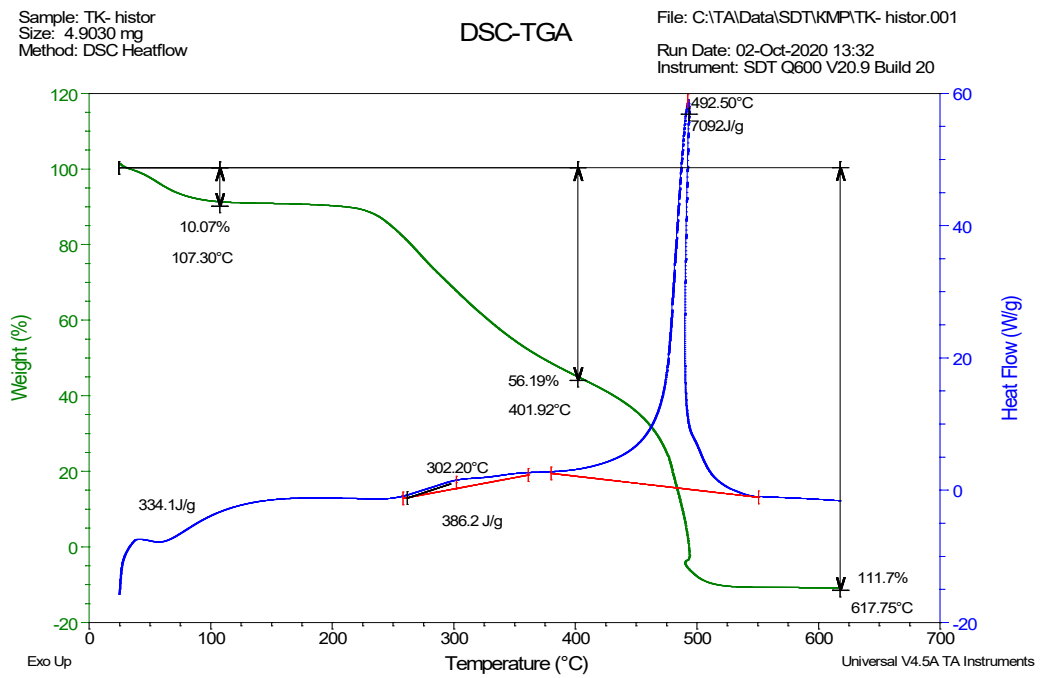


Рисунок ПГ.1. – Графики данных ДСК и ТГА исторической ткани

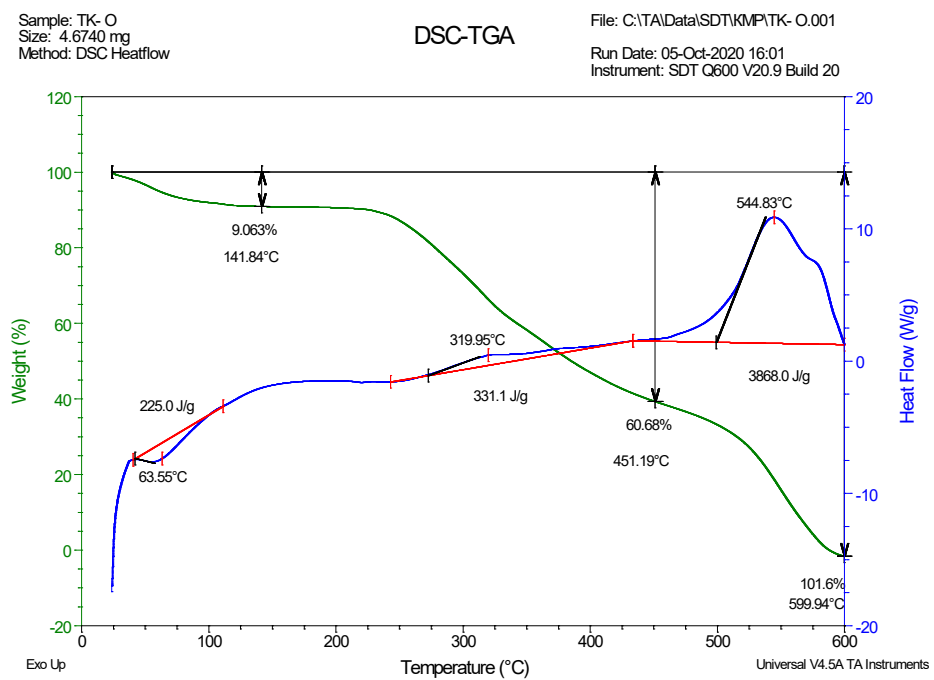


Рисунок ПГ.2. – Графики данных ДСК и ТГА современной-исходной ткани

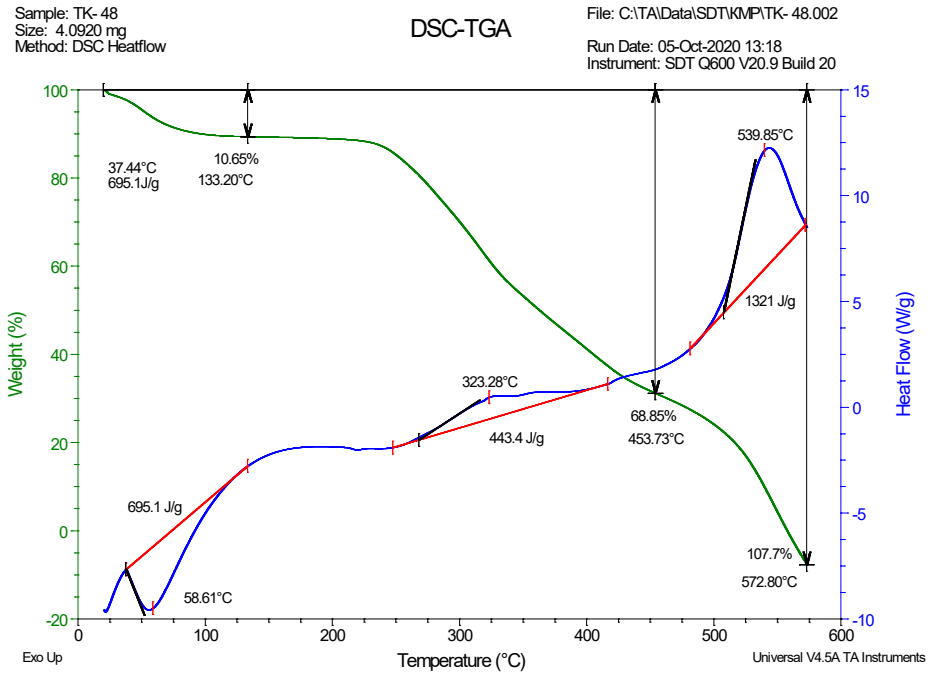


Рисунок ПГ.3. – Графики данных ДСК и ТГА современной ткани после воздействия 48 часов инсоляции

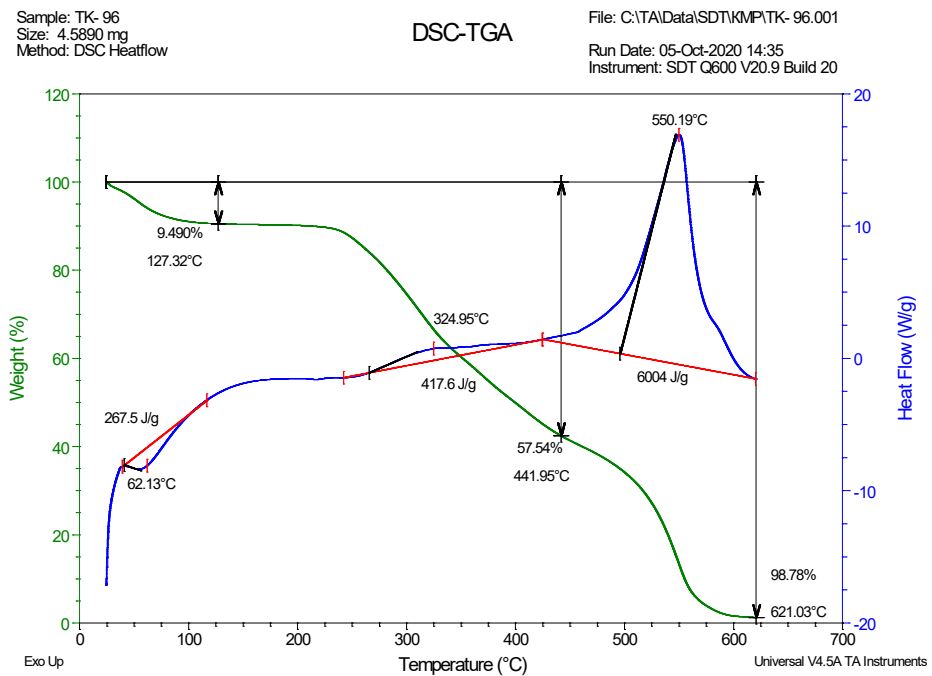


Рисунок ПГ.4. – Графики данных ДСК и ТГА современной ткани после воздействия 96 часов инсоляции

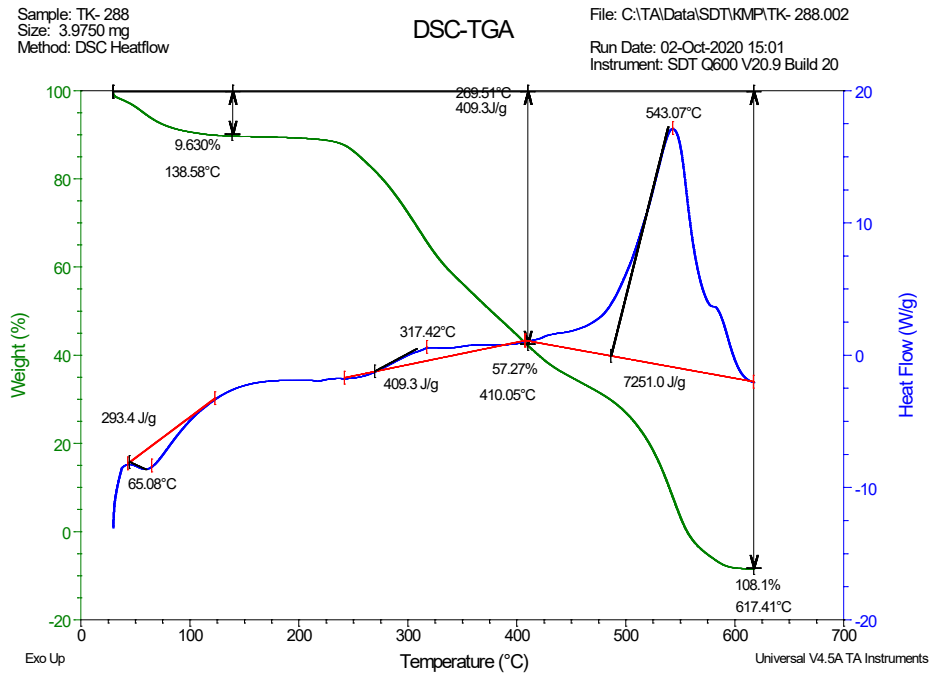


Рисунок ПГ.5. – Графики данных ДСК и ТГА современной ткани после воздействия 288 часов инсоляции

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Термоанализатор *SDTQ600* (рис. П.8.1.) - прибор, разработанный для синхронной регистрации аналитической информации трех перечисленных термических методов. Это делает прибор удобным для анализа плохо изученных или неизвестных образцов. Комбинируя информацию ТГА и ДСК можно достаточно точно определить, является ли найденный тепловой эффект реакцией разложения, окисления или фазовым переходом. Высокая точность ДСК, ДТА и ТГА позволяет использовать Q600 для определения теплот и температур фазовых переходов, изучения сложных смесей, анализа эластомеров, металлов, керамик, композитных материалов и многого другого.



Рисунок П.8.1. – Внешний вид Термоанализатора SDTQ600, вид спереди и сзади

SDT Q600 использует для работы с образцом вакуумплотную высокотемпературную трубчатую печь малого объема. Это делает прибор идеальным для совмещения с ИК-Фурье, масс-спектрометрами и газовыми хроматографами. Такие системы могут быть легко использованы для анализа сложных

многокомпонентных материалов как с точки зрения их качественного и количественного состава, так и свойств и термической устойчивости.

В прибор встроена цифровая система подачи газа в ячейку, обеспечивающая точный контроль и переключение двух газов. Кроме того, имеется дополнительная газовая линия (третий газ), позволяющая впрыскивать газ непосредственно в область, где находится образец. Такая система делает возможным изучение процессов взаимодействия материалов с коррозионной или реакционной атмосферой, смешивание газов в печи для моделирования условий работы конечного изделия.

В приборе для измерений используются двухлучевые весы (исследуемый образец и образец сравнения), которые могут работать при температурах от комнатной до 1500 °С. Чувствительность весов составляет 0.1 мкг. Устройство печи позволяет контролировать в процессе измерения состав атмосферы образца, и автоматически менять его в течении эксперимента, используя как инертные, так и реакционноспособные газы. В анализатор встроены системы автоматизированного перемещения печи, автоматизированного воздушного охлаждения, и сенсорный дисплей для удобства управления экспериментом.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации программы для ЭВМ

№ 2020617839

Insolation Tool V.1.0

Правообладатель: *Общество с ограниченной ответственностью
«Софтстич-М» (RU)*Авторы: *Александрюк Петр Валентинович (RU), Галкин Андрей
Владимирович (RU), Кирсанова Елена Александровна (RU)*

Заявка № 2020616763

Дата поступления 02 июля 2020 г.

Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ 15 июля 2020 г.Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности Г.П. Ивлиев

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО
о государственной регистрации программы для ЭВМ
№ 2019664040

Электронный курс изучения дисциплин кафедры ТМиМС

Правообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)» (RU)*

Авторы: *Дикарев Александр Александрович (RU), Канатов Алексей Владимирович (RU), Кулаков Антон Алексеевич (RU), Галкин Андрей Владимирович (RU)*

Заявка № **2019618690**
Дата поступления **15 июля 2019 г.**
Дата государственной регистрации
в Реестре программ для ЭВМ **30 октября 2019 г.**

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

 **Г.П. Ивлиев**



Акт об использовании результатов кандидатской диссертационной работы
ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ООО «Научно-исследовательский реставрационный центр»

117186 Москва, Севастопольский пр.21,т/ф(499) 1271644 ИНН7727011858КПП 7727011858



УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный Директор

Смирнова И.Д.

Дата "10" февраля 2021 г.

АКТ

о использовании результатов
 кандидатской диссертационной работы
 Галкина Андрея Владимировича

Комиссия в составе: председатель Смирнова И.Д, реставратор высшей-категории и члены комиссии: реставратор 1-категории Спуть Н.Б., реставратор 1-категории Кидакоева Д.А. составили настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы «Разработка методологии исследования материалов для воссоздания исторического текстильного объекта», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук, использованы в текущей реставрационной работе Общества с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательского реставрационного центра» ИНН 7727011858, ОГРН 1027739760608, ОКПО 42459190.

Используя предложенный алгоритм оценки исторических текстильных объектов и степени их деструкции (естественного старения).

- были проведены анализ методов исследования свойств материалов текстильных исторических объектов,
- проведен анализ структурных и физико-механических характеристик исторических текстильных объектов,
- выявление характеристик, обеспечивающих решение об экспонетопригодности исторических текстильных объектов;
- разработана логической структуры взаимосвязей текстильных исторических объектов,
- проведена экспериментальная проверка работы автоматизированной установки ускоренного старения материалов;
- осуществлена разработка количественных оценок взаимосвязи характеристик процесса изменения структуры и разрушения волокон с продолжительностью климатического старения и значениями деформационно-прочностных характеристик;

Проведено исследование временных и дозовых критериев воздействия климатических факторов на оптические (эстетическо-декоративные) свойства материалов системы краситель-волокно;

Предложенный алгоритм оценки исторических текстильных объектов и степени их деструкции (естественного старения).

Усовершенствование методов ускоренного старения текстильных

объектов, обеспечивающих достоверную информацию для прогнозирования их сохранности и экспонентоприспособленности в музейных условиях.

Научно-обоснованные рекомендации по подбору материалов для воссоздания исторического текстиля.

Предложены рекомендации по оценке ремонтпригодности текстильных объектов на основе компьютерной оценки реплик исследуемого объекта и использования современных текстильных материалов и методов восстановления швейных изделий.

Председатель комиссии
Реставратор высшей-категории
Члены комиссии:
Реставратор 1-категории
Реставратор 1-категории

 Смирнова И.Д.

 Спуть Н.Б.
 Кидакоева Д.А.

ПАСПОРТ ИЗДЕЛИЯ
№ Вышитых панно из Бетховенского зала
тип 1 БЗ-Г 1/1 -: - 6

Общее количество всех вышитых панно- **6 шт.**

№ 1. Бетховенский зал

ООО «Реставратор –М» -----

(Власкова И.В.)

Большой театр РФ (Быстров Ю.Д.) -----

Дирекция по реконструкции

и реставрации Большого театра РФ -----

(Кайдаш Н.Д.)

Генеральный подрядчик

(Чугуев А.В.)

ООО «Возрождение»

(Смирнов А.А.)

ООО «Научно-исследовательский

Реставрационный центр»

(Смирнова И.Д.)

1. Наименование изделия Вышитые панно БЗ- 1/1 -6 №№ 5,7,8,9,10,13

2. Краткое описание. Все панно выполнены из шелковой ткани атласного переплетения, орнаментальная вышивка сделана разноцветными шерстяными нитями, петельчатым швом, подкладка из хлопчатобумажной фланели. По периметру окантованы тесьмой и кистями, на порталных панно(ламбрекенах) обратная сторона затянута поверх фланели шелковой тканью. По периметру стен Бетховенского зала натянут толстый, многоцветный витой шнур.

3. Проверка работоспособности изделия Панно и ламбрекены имеют множественные повреждения. (загрязнены, гвоздевые прорывы, пятна и затеки, волокна деструктивны). Планируемые реставрационные мероприятия позволят им вернуть необходимую прочность для функционирования в театре.

4. Номер фотографии фотофиксации изделия на местах подвеса и и фрагменты наиболее разрушенных участков панно. №

5.Схема изделия. Все панно натянуты на деревянные каркасы, прибиты гвоздями, вставлены в стены в ниши и окантованы багетными рамами.

Ламбрекены натянуты на объемные деревянные конструкции, вставлены в оконные ниши и дверные проемы.

6.Описание обнаруженных дефектов изделия. Вышитые панно и ламбрекены представляют большую историческую и художественную ценность, и относятся к наиболее хрупким предметам декоративно прикладного искусства. Ткани загрязнены пылью и разводами копоти, имеют прорывы и сечения, затеки и пятна., утраты вышивки, атласный фон потерт, местами разорван, что является результатом ежедневной эксплуатации помещения с присутствием большого количества людей, находятся в чрезвычайно разрушенном состоянии.

ООО «Реставратор –М»
Дирекция по реконструкции и
реставрации ГАБТ РФ
(Кайдаш Н.Д.)

ООО «Возрождение»
(Смирнов А.А.)

ГАБТ РФ
(Дайлида Г.Б.)
(Харина Л.Г.
(Иващенко Ю.А.

ООО «Научно-исследовательский
Реставрационный центр»
(Смирнова И.Д.)

7.Номера фотографий фотофиксации отдельных фрагментов изделия.

Общий вид в интерьере

- №1 Общий вид Вышитых панно в Б.З. в интерьере
- №2 Общий вид Панно в интерьере
- №3 Общий вид Панно в интерьере
- №4 Общий вид одного Панно с лица и изнанки на каркасе

Наиболее характерные повреждения на вышитых Панно Б.З.

- №5 Фрагменты Панно с просечками
- №6 Фрагменты Панно с затеками и повреждениями
- №7 Фрагмент с утратами
- №8 Фрагменты с утратами по периметру и деструкции нитей

Ламбрекены вышитые (Портальные Панно) из Б.З. К.З. С.З.

- №9 Общий вид ламбрекена на каркасе из К.З. с лица
- №10 Общий вид ламбрекена на каркасе с изнаночной стороны из К.З.
- №11 Фрагмент состояния каркаса
- №12 Общий вид ламбрекена из Б.З.
- №13 Общий вид ламбрекена из С.З.

Фрагменты наиболее характерных повреждений на Ламбрекенах

- №14 Фрагменты с повреждениями из К.З.
- №15 Фрагменты повреждений низа ламбрекенов из Б.З. и С.З.
- №16 Фрагменты утрат вышивки из К.З. и Б.З.
- №17 Фрагменты повреждений ламбрекена из К.З.
- №18 Фрагменты повреждений на ламбрекенах из С.З.

ВЕДОМОСТЬ УЗЛОВ, ДЕТАЛИЙ, ВЫШИТЫХ ПАНО Б.З., К.З., С.П.

П.н.	Номера Панно по схеме	Кол-во	№ рулонов при транспортировке	Примечания
№ 1-12	Размещение Панно по схеме	12шт	12 рулонов	
	Тип БЗ-Г-1/1: 6			
	Тип БЗ-Г-2 /1 :4			
	Тип БЗ –Г-3/1: 2			
	Тип БЗ –ПГ -1/1 -3 -3	3 шт	3 рулона	
№2	Ламбрекены по схеме	3шт	3 рулонов	
	Тип СЗ -ПН –			
	Тип КЗ – ПТ -	3 шт	3 рулона	

ООО «Реставратор –М» _____

ГАБТ РФ (Быстров Ю.Д.) _____

Дирекция по реконструкции
и реставрации ГАБТ РФ _____

Генеральный подрядчик
(Чугуев А.В.) _____

ООО «Возрождение»
(Смирнов А.А.) _____

ГУПК «Центрреставрация»
(Лессовой А.Н.) _____

ООО «Научно-исследовательский
Реставрационный центр»
(Смирнова И.Д.) _____

ГАБТ РФ
(Дайлида Г.Б.) _____
(Харина Л.Г.) _____
(Иващенко Ю.А.) _____

ПРИЛОЖЕНИЕ К

№ КП- 979

**ООО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
РЕСТАВРАЦИОННЫЙ ЦЕНТР» (НИРЦ)**

Государственное бюджетное учреждение Республики Крым «Алупкинский дворцово-парковый музей-заповедник»

Иранский ковер династии Каджаров инв. № 1, КП 979 портрет Фатх-Али шаха (восточная сторона и потолок) представлен в «Тамбуре» музейной экспозиции Алупкинского дворцово-паркового музея-заповедника «Воронцовский дворец»

**Художники - реставраторы
высшей категории по тканям
Смирнова И.Д.**

Реставратор по тканям 2 категории Попова О.Н.

Реставратор по тканям 2 категории Плотникова О.А.

Реставратор по тканям 3 категории Кидакоева Д.А.

Год реставрации 2017 год

Год	Вид	№ по книге поступления КП-979
2017	2	
поступления	пам-ка	№ инвентарный пам-ка

**ПАСПОРТ РЕСТАВРАЦИИ ПАМЯТНИКА ИСТОРИИ И КУЛЬТУРЫ
(ДВИЖИМОГО)**

НАУЧНО – ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ РЕСТАВРАЦИОННЫЙ ЦЕНТР

Наименование учреждения, производящего реставрацию
«НИРЦ» г. Москва

Наименование отдела

I. ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ ПАМЯТНИКА

Вид памятников	Памятники изобр-разит.иск-ва	П-ники прикладн. и декор. иск-ва	Археологические п-ники	Документальные п-ники	Прочие п-ки истории и культуры
Определение, характер пам-ка <i>Иранский ковер</i>	1	2	3	4	5

Обвести кружком цифровое обозначение вида

II. МЕСТО ПОСТОЯННОГО ХРАНЕНИЯ, ВЛАДЕЛЕЦ ПАМЯТНИКА

ГБУ РК «Алупкинский дворцово-парковый музей-заповедник»

III. КАТАЛОЖНЫЕ ДАННЫЕ о памятнике	примечания, уточнения
Наименование <i>Иранский ковер портрет Фатх-Али шаха династии Каджаров (восточная сторона и потолок)</i>	
автор <i>Иран</i>	
время создания <i>Середина 19 века</i>	
материал, <i>сукно-, вышивка-шелковые-х/б нити, аппликационные вставки из тонкой шерсти и сукна, подкладка – шерстяная ткань, х/б полотно, отделка из шелковых шнуров, металлические пайетки, металлические розетки 3-5мм имитация драгоценных камней, плетенные касты</i>	
техника исполнения <i>ручная вышивка тамбуром, аппликации</i>	
размеры ковра- 297 x 252 см; потолочного-258-340см, ковра и над дверью- 210x145 см	
-	

IV. ОСНОВАНИЕ ДЛЯ РЕСТАВРАЦИИ *Панно сильно обветшало, загрязнено, выцвело, заражение и повреждения от моли, имеются значительные утраты и повреждения, допущенные при предыдущих реставрациях. Памятник нуждается в очистке и укреплении, воссоздании утраченных элементов и консервации.*

причина и цель проведения работ

Акт согласования реставрационных мероприятий утвержден 05.10. 2016 года

наименование документа, №, дата

Памятник передан в реставрацию

«19» сентября 2016г.

V. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ИСТОРИИ ПАМЯТНИКА, условия хранения, предшествовавшим реставрациям и исследованиям, с указанием источника сведений.

Иранский ковер династии Каджаров инв. № КП 979

портрет Фатх-Али шаха (восточная сторона 304 x 250 см) и потолок (258x340 см) представлены в музейной экспозиции Алушкинского дворцово-паркового музея-заповедника «Воронцовский дворец»

Портрет помещен напротив другого ковра в небольшом тамбуре, ведущем из Вестибюля в Альгамбру, там же под потолком и над дверью размещен потолочный ковер.

Ранее ковры дважды реставрировались: первый раз предположительно в 1945 году, второй раз в 1973 году ГЦХНРМ им.И.Э.Грабаря реставраторами Осмоловской Н.Т. и Волынцевой О.Г. о чем свидетельствует акт от 24 июля 1973 года, в котором указано все фрагменты шитья потолочного переложены на новую основу с помощью клея в 1945 году. Подлинное сукно полностью утрачено.

VI. СОСТОЯНИЕ ПАМЯТНИКА при поступлении в реставрацию.

а) по визуальным наблюдениям:

Иранский ковер парадный портрет Фатх-Али шаха (восточная сторона и потолок) представляют большую историческую и художественную ценность.

Рештские вышивки выполнялись по шерстяному сукну и сочетали в себе технику аппликации и тамбурного шитья шелковыми нитями. Рештским шитьем занимались мужчины-ремесленники, объединенные в мастерские. Центром производства этих изделий являлся г. Решт, расположенный в Гиляне, северо-западной, прикаспийской, провинции Ирана, издавна славящейся своим шелководством.

Для создания фона было взято очень качественное сукно ало-красного цвета для потолочного ковра и синее для портрета (небольшие фрагменты сукна были вшиты в качестве заплат в разных местах), ворс сукна завален только на лицевую сторону, изнанка четко показывает переплетение полотняное. Исследование показали, что оно крашено вручную кистью с изнанки и лица. Многочисленные полосы каймы вышивок, которые обрамляют портрет и центральную аппликационную вставку потолочного ковра выполнены из тонкого сукна разных цветов с вышивкой из аппликационных вставок ярких цветов (многоцветные) разной ширины, Полосы нашивались отдельно, как бы «наращивались» вокруг центрального поля, соединены между собой вставками из сукна шириной 1 см белого, синего, красного и др. цветов. По обеим сторонам портрета нашиты по четыре прямоугольных аппликационных вставок из тонкой шерсти и сукна, узоры на них выполнены разнообразными растительными мотивами различной цветовой гаммы. Весь ковер обрамляет синяя полоса каймы с огурцами, выполненными в той же технике, что и все аппликационные вставки ковра. На центральном поле завеса с изображениями Фатх-Али шаха (1797-1834) г. парадный портрет. Богатый декор платья шаха красного цвета, массивная корона с двуцветным красно-белым плюмажем, оплечье, украшены драгоценными камнями (имитация из граненого стекла и цветной фольги) в плетенных кастах наплечные браслеты *базубанд*, одна рука держит часы, пояс, ремни португалии, сабля с кинжалом разработаны вышивкой, шелковыми шнурами украшены нашитыми металлическими паетками и розетками, плетением металлической нитью. Вокруг головы портрета фигурное очелье, представляющее собой растительный многоцветный орнамент, окантованный полоской белого сукна. Представленные шитые портреты Фатх-Али шаха свидетельствуют о существовании живописных эскизов или картонов, которые художники-вышивальщики, следовали установленному изобразительному канону.

Потолочный ковер так же украшен четырнадцатью прямоугольными вышивками, четыре из которых находятся в проеме над дверью, как бы продолжая и соединяя в общую картину потолочный ковер с портретами на восточной и западной стене Альгамбры в единое целое панно. Вышивки с узорами разнообразных растительных мотивов, выполненных из аппликационных вставок из тонкого сукна и шерсти различных цветов. В центре потолочного ковра расположена центральная большая прямоугольная вышивка, обрамленная многочисленными полосами каймы вышивок, полосы так-же нашивались отдельно, соединены

вставками из сукна шириной 1 см белого и красного цветов. Между прямоугольных вышивок нашиты вышивки огурцов, выполненные таким же аппликационным методом.

Портретная завеса натянута на деревянный подрамник, который вставляется в нишу стены довольно плотно, снизу на подрамник натянута полотно, которое защищает их при натяжении на каркасы и служит фильтром от пыли и копоти от отопительных батарей. Затем сукно тонкое, которое создает для вышивки мягкую подложку, которая сохраняет вышивку выпуклой, но создает идеальные условия для заражения молью.

Потолочный ковер так же натянута на подрамник, который состоит из трех частей соединенных между собой, сгибая крайние стороны потолочного подрамника он вставляется в потолочный проем, образуя как-бы арку. Снизу на подрамник натянута полотно аналогичное коврам на западных и восточных сторонах.

Сохранность.

Потолочный ковер и портрет находятся в чрезвычайно разрушенном состоянии и сильно загрязнены. Все повреждения являются результатом ежедневной эксплуатации помещения в присутствии большого количества людей, а также вследствие долгого нахождения без профилактических мероприятий.

2. Памятники художественного текстиля относятся к наиболее хрупким произведениям прикладного искусства. Состоящие из органических материалов они подвержены, как естественному старению, так и воздействию внешней среды. Кроме того при предыдущей реставрации в 1945, 1973 году они были переложены на новую основу из фланели с применением мучного клея, а затем позже клея АК-45К и др. клеев, что привело коверы к заражению молью, почти 80% утрат шелковой нити и аппликативных вставок

Особенно сильно пострадали волокна шелка.

3. Вся поверхность фланели деструктировалась, выцвела и утратила функцию основы.

Имеются так же многочисленные механические повреждения – разрывы тканей, края повреждены несколькими рядами гвоздевых прорывов.

В результате того, что ткань находилась долгое время в натянутом состоянии на каркасе, нити основы и утка испытывали постоянное напряжение, что привело к появлению многочисленных сечений по всей поверхности, деформации вышивок и швов сукна, особенно в тех местах, где ткань была натянута неравномерно с перекосом.

4. Вышивка шелковыми нитями также имеет повреждения. Нити деструктивированы, деформированы, во многих осыпались, вышивка сохранилась на 40%. По всей поверхности имеются утраты вышивки, особенно по контурным линиям в стыковочных швах. Красители вышивки изменили цвет, выцвели, утратили яркость местами неравномерно от источников искусственного освещения, в местах водных затеков полиняли, изменили цвет.

Шнуры, окоймляющие полосы в значительной степени утрачены, повреждены, обвисает в местах разрывов. Частично удалены в процессе предыдущей реставрации, и не воссозданы, полосы оставлены без обрамления. На 99% утрачен украшающий декор на портрете (граненные стекла, металлические паетки и чеканные детали и плетенные касты)

5. По контурам вышивки мелкие сечения и утраты шелковой вышивки

6. Утраты аппликационных вставок частично или полностью

Крайние обрамляющие синие полосы с огурцами на потолочном ковре и портрете собраны при последних реставрациях хаотично, не соответствуют узору в разрывах, пропитаны клеем, который глубоко проник к структуре нитей.

7. Разрывы тканей, повсеместно расположенные по линиям внешнего ребра подрамника вызванные длительным напряжением ткани.

8. Края ковров повреждены несколькими рядами гвоздевых проколов (около 400 пробоин), вызвавших сквозные утраты и мелкие разрывы по периметру.

По всей поверхности сукна имеются утраты от молевых проедов, от незначительных, до больших фрагментов.

б) Характерные повреждения ковров

1. Общее загрязнение.

2. Следы молевых повреждений по всей поверхности ковров составляют 90%
 3. Пятна от клея и прочих происхождений расположены на поверхности ковров и на вышивке значительные
 4. Многочисленные следы затеков на фланели вдоль туловища свидетельствует о протечки со стен.
 5. По контурам вышивки мелкие сечения и утраты шёлковых нитей
 6. Утраты шелковых окантовочных шнуров на 50%. , элементов украшающего декора
 7. Разрывы тканей, расположенные по линиям внешних ребер подрамников вызванные длительным напряжением ткани.
 8. Края повреждены несколькими рядами гвоздевых проколов (около 400 пробоев), вызвавших сквозные утраты и мелкие разрывы по периметру.
 9. По всей поверхности вышивки имеются разрывы и деформации аппликаций.
- Ковер нуждается в срочной очистке реставрации и консервации.

б) по данным лабораторных исследований:

Порядковый №	Цель и вид исследования	Описание и результат исследования	Исполнитель, должность (ф. и. о.)
1	Степени разрушения нитей и волокон (шелковых нитей вышивки и тканей) и степени загрязненности	<i>Микроскопическое исследование Под микроскопом видно, что волокна шелковых нитей и сукна имеют многочисленные изломы, поверхность неравномерная. Нити хрупкие утратили прочность. Волокна нитей х/б основы повреждены в меньшей степени. Между волокнами на поверхности нитей видны механические частицы пыли и копоти.</i>	Реставратор по тканям ВК Смирнова И.Д.
2	Определение степени повреждения и загрязнения нитей вышивки	<i>Под микроскопом видно, что волокна шерсти местами повреждены, между ними и на поверхности частицы пыли и копоти, молевые экскременты. Нити вышивки утратили прочность. Осыпаются от прикосновений.</i>	
3	Определение стойкости красителей к обработке водой и моющими средствами	<i>Обработка фрагментов шелковых нитей вышивки тампонами, смоченными дистиллированной водой и раствором нейтрального моющего средства на фильтровальной бумаге, показала, что нити очень хрупкие. Это позволяет сделать заключение, что нити в разной степени не устойчивы к обработке водой и раствором моющего средства. Возможна поверхностная полувлажная очистка с применением спирта и глицерина в разных степенях концентрации.</i>	
4	Пробы выведения пятен различного происхождения: а)водным раствором спирта, водным раствором глицерина, б)органическими растворителями: уайтспиритом, перхлорэтиленом	<i>Красители вышивки очень хрупкие, требуют очень бережного отношения, поэтому возможна только поверхностная влажная очистка, во избежания полного выпадения нитей. Обработка пятен производилась отжатыми тампонами. Наилучший результат ослабления пятен дали обработка</i>	

Порядковый №	Цель и вид исследования	Описание и результат исследования	Исполнитель, должность (ф. и. о.)
5	Пробы удаления пятен клея ПВА и силикатного методом отдаленного увлажнения.	<p><i>водным раствором глицерина и уайтспиритом. Пятна в значительной степени ослаблены.</i></p> <p><i>Пятна клея увлажнялись дистиллированной водой с добавлением спирта, через слой фильтровальной бумаги отжатыми ватными тампонами в течении 15-15 минут для набухания. С последующим снятием соскабливанием инструментом с поверхности.</i></p> <p><i>Клей ПВА в значительной степени набухал, что позволяло удалять его механически.</i></p> <p><i>Силикатный клей не набухал при отдаленном увлажнении.</i></p> <p><i>Возможна только механическая очистка.</i></p>	

в) общее заключение о состоянии памятника

В результате визуального изучения и лабораторных исследований можно сделать заключение, что памятник находится в чрезвычайно ветхом зараженном состоянии.

Ткани и вышивка имеют значительные повреждения и утраты, сильно загрязнены, в пятнах.

Нити и волокна деструктивированы, утратили прочность.

Красители выцвели, нити ослаблены, на 50% утрачены.

Требуется дезинфекция, очистка, укрепление, воссоздание утраченных элементов декора памятника, консервация, акт согласования реставрационных мероприятий утвержден 05.10.2016 года

II. ПРОГРАММА ПРОВЕДЕНИЯ РАБОТ И ЕЕ ОБОСНОВАНИЕ

Программа составлена на основании утвержденного задания на реставрацию, утвержденного актом от 05.10. 2016 года

а) Состав и последовательность реставрационных мероприятий:

1. Фотофиксация до реставрации, в процессе реставрации и после реставрации.

2. Демонтаж: Со стен и потолка в тамбуре

3. Дезинфекция

4. Полный демонтаж

а) потолочного ковра, прямоугольных вышивок, вышивок в форме огурцов и обрамляющих полосок с огурцами.

б) полос тканей с вышивкой, обрамляющих портрет, сам портрет и грубых штопок, и зашивок предыдущих реставраций

5. Выработка методики реставрационных работ, проведение проб очистки и укрепления и согласование с Реставрационным Советом музея

6. Реставрация потолочных и обрамляющих полос ковра

а) обеспыливание

б) поверхностная сухая очистка

в) влажная очистка

г) ослабление пятен и затеков

д) удаление слоев клея

е) пластификация, закрепление красителей.

ж) подготовка дублировочных материалов (подбор и окрашивание тканей и нитей), нанесение реставрационного клея на дублировочные ткани.

з) фрагментарное дублирование ветхих участков аппликационных вставок и и) укрепление с изнанки отдельно по обрамляющим полосам

к) укрепление иглой сдублированных фрагментов и повреждений на лицевой поверхности с применением различных реставрационных швов обрамляющих полос.

л) дублирование вышитых полос на новую шелковую основу с применением клея Lascaux-360 швейцарской фирмы для реставрации тканей.

7. Тонировки.

а) наиболее выцветших участков аппликаций и нитей вышивки.

8. Консервация вышивки потолочных и обрамляющих полос

д) консервация с лицевой стороны полосы прозрачным мелкоячейчатым тюлем предварительно нанесенным на него клеем Lascaux-360

9. Монтаж полос на новое сукно

10. Реставрация портрета шаха

а) отделение его от предыдущей основы

б) механическая очистка пылесосом музейным.

в) полувлажная очистка с применением орг.растворителей, ослабление пятен и удаление клея

г) воссоздание утраченных элементов декора

д) укрепление ослабленных швов, шнуров, оставшихся каст, укрепление и консервация туфель шаха и полосы с право

е) воссоздание плетенных каст и установка по месту украшающих деталей декора

ж) тонировки

11. Монтаж портрета и потолочного ковра

12. Монтаж на подрамник и монтаж на стену и потолок в тамбуре

а) отреставрированных Ковров на деревянный подрамник, предварительно обтянутый подкладкой (из холофайбера), а затем затянуто равнопрочной антигорючей и антипылевой тканью красновато-коричневого оттенка «Treartex»

13. Реставрационная документация

а) фотофиксация

б) написание реставрационного паспорта

б) Особые условия:

1. Учитывая ветхость тканей и вышивки, а также то, что экспонат выполнен из различных тканей и нитей, исключить промывку тканей водой и органическими растворителями- возможно только поверхностная влажная очистка (с незначительным применением орг. растворителей).

2. Для реконструкции краев Ковров, а также ветхих и утраченных фрагментов фона использовать натуральные ткани, соответствующие авторским по качеству и цвету.

Программа утверждена Комиссией, акт согласования реставрационных мероприятий от 05.10. 2016 года.

VIII. ИЗМЕНЕНИЯ ПРОГРАММЫ И ИХ ОБОСНОВАНИЯ.

1. Воссоздать по сохранившимся образцам утраченные элементы декора и установить их по месту

2. Подкладка из х/б байки натянутая на деревянные подрамники под Портрет и потолочный ковер в значительной степени изношена, кроме того имеет грубые швы, поэтому комиссией было решено заменить ее новыми материалами – холфайбер по ширине соответствующей габаритам подрамников и обладающим антипылевыми, антистатичными и противопожарными свойствам и равнопрочной антигорючей и антипылевой тканью красновато-коричневого оттенка в два слоя.

Изменения программы утверждены: Акт от 05.10 2016 года

IX. ПРОВЕДЕНИЕ РЕСТАВРАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

№	Описание операций с указанием метода, технологии, рецептур, материалов и инструментов, выполнения сопровождающих иллюстративных материалов	Дата начала и окончания операции	Подписи руководителя и исполнителя
1	<p>Фотофиксация до реставрации .</p> <p>а) До реставрации фотофиксация была сделана в Тамбуре Воронцовского дворца, а затем в мастерской дворца в горизонтальном положении, памятники были сняты в интерьере, а затем натянутыми на деревянные каркасы. Сняты общий вид и наиболее разрушенные фрагменты. Затем в условиях реставрационной мастерской были сняты фрагменты тканей и вышивки в местах наибольших загрязнений и повреждений.</p> <p>б) В процессе реставрации тщательно фиксировались все виды реставрационных мероприятий по очистке, укреплению и реконструкции.</p> <p>в) После реставрации была сделана фрагментарная съемка в соответствии с ранее зафиксированными процессами, и съемка общего вида памятника на деревянных каркасах в Тамбуре и во дворце</p>		
2	<p>Демонтаж Ковров со стен и потолка</p> <p>а) Демонтаж деревянных подрамников был сделан в тамбуре. Подрамник с портретом был осторожно освобожден от гвоздей крепящих к стене, и перенесен в мастерскую дворца. Затем так-же был освобожден подрамник потолочного ковра и перенесен в мастерскую дворца.</p>		
3	<p>Дезинфекция</p> <p>После получения результатов и картограммы поврежденных мест была проведена дезинфекция «Preventol R-80» по инструкции, после проведенных мероприятий и просушки приступили к реставрации</p>		
4	<p>Портрет: полный демонтаж тканевых полос с вышивкой и портрета</p> <p>Ковер по периметру был прибит большим количеством гвоздей. Что бы не повредить ткани эта работа выполнялась с особой осторожностью. После демонтажа ковер был разложен на большой реставрационный стол и изучен, взяты пробы на исследование и переданы ООО «Биотехнология в реставрации», ткани проложены слоями миколентной бумаги до получения результатов.</p> <p>Потолочный ковер: полный демонтаж всех прямоугольных вышивок, тканевых полос с вышивкой, обрамляющей полосы с огурцами, и вышивки огурцов. Работа выполнялась очень аккуратно, что-бы не повредить экспонат. После демонтажа ковер был разложен на большой реставрационный стол и изучен. Взяты пробы на исследование и переданы в ООО «Биотехнология в реставрации», ткани проложены слоями миколентной бумаги до получения результатов.</p>		
5	<p>Выработка методики реставрационных работ, проведение проб очистки и укрепления и согласование с Реставрационным Советом музея)</p> <p>Все методы должны соответствовать современным требованиям реставрационной науки и практики, кроме того все методы укрепления должны придать памятникам достаточную прочность и экспозиционный вид.</p> <p>Для выработки оптимальных методов реставрации необходимо было тщательно изучить технологические и художественные приемы используемые при изготовлении памятника, определить количество текстильных волокон, ткацкие переплетения, красители.</p>		

6	<p>в) Был проведен анализ ранее выполненных реставрационных работ и качества их выполнения.</p> <p>з) Результаты лабораторных исследований даны в разделе VI, пункт б)</p> <p>Были разработаны способы очистки и методы укрепления клеем и иглой, сделаны пробы, выбраны материалы и нити для дублирования и укрепления, материалы для консервации и реконструкции. Учитывая крайне ветхое состояние памятника, наличие различных повреждений, а так же сильную степень загрязненности, необходимо выбрать наиболее щадящие методы очистки, укрепления и консервации, а так же способы их выполнение.</p> <p><i>Реставрация обрамляющих полос ковра</i></p> <p>а) обеспыливание- проведено пылесосом с насадкой слабой мощностью, чтобы освободить ткани от молевых экскрементов, и загрязнений.</p> <p>б) поверхностная сухая очистка- наиболее прилипшие фрагменты удалялись кистью и инструментом бережного соскабливания</p> <p>в) влажная очистка- выполнена раствором спирт:вода дистил.: глицерин в соотношении 1:3:7</p> <p>г) ослабление пятен и затеков- Пятна клея увлажнялись дистиллированной водой с добавлением спирта, через слои фильтровальной бумаги отжатыми ватными тампонами в течении 15-15 минут для набухания. С последующим снятием соскабливанием инструментом с поверхности.</p> <p>Клей ПВА в значительной степени набухал, что позволяло удалять его механически.</p> <p>Силикатный клей не набухал при отдаленном увлажнении. Возможна только механическая очистка.</p> <p>е) пластификация, закрепление красителей- Пластификация утративших эластичность шелковых и шерстяных нитей производилась раствором спирт-вода-глицерин в соотношении 3:6:1. В результате такой обработки нити шелка и шерсти приобрели блеск, стали менее хрупкими, повысилась их гигроскопичность.</p> <p>Так как окрашивание шелковых и шерстяных нитей происходит в слабокислой среде, для оживления цвета и стабилизации красителей для дальнейшей эксплуатации памятников .Поверхность атласа и вышивки была обработана отжатыми тампонами водным раствором 1% уксусной кислоты.</p> <p>ж) подготовка дублировочных материалов (подбор и окрашивание тканей и нитей),</p> <p>Для дублирования и укрепления были выбраны высококачественные материалы – натуральный шелковый газ различной плотности, нанесение реставрационного клея на дублировочные ткани.- ткани для дублирования аппликационных вставок выбраны из тонкой шерсти, которая подкрашивалась красителями группы «Вофаланов» по их методике и нити то же , затем для выполнения клеевого дублирования был выбран реставрационный акриловый клей швейцарской фирмы «Lascaux» «Acrylkleber 360 nv». Этот клей сохраняет эластичность тканей, не проникает в структуру памятника при дублировании давая лишь поверхностную адгезию. На плотный шелковый газ для дублирования разрушенных фрагментов снизу, был нанесен адгезивный пленочный клей Lascaux»«Acrylkleber 360 nv» термоклеевым способом с помощью реставрационного шпателя с подогревом при температуре 80-90 градусов, затем проводилось укрепление иглой реставрационной среднего размера сеткой..</p> <p>з) фрагментарное дублирование ветхих участков аппликационных вставок и и)укрепление с изнанки отдельно по обрамляющим полосам - при помощи</p>		
---	--	--	--

7	<p>электро шпателя вмонтирован в места дублирования</p> <p>к) укрепление иглой сдублированных фрагментов и повреждений на лицевой поверхности с применением различных реставрационных швов обрамляющих полос.</p> <p>л) дублирование вышитых полос на новую шелковую основу с применением. Для дублирования выбраны тонкие шелковые газы с нанесением на них клея</p> <p>Демонтаж полос тканей нашитых при проведении реставрации в 1973 году требовал осторожности, так как они были пришиты очень мелкой машинной строчкой во многих местах пробивающий ткань. Грубо выполненные зашивки и заплаты (следы прежних поновлений) были удалены, края тканей расправлены. Для дублирования пробитых многочисленными гвоздевыми проколами краев, наиболее ветхих фрагментов, применялась клеевая пленка Вева на акриловой основе, дающая прочную адгезию и сохраняющая эластичность тканей.</p> <p>Тонировки.</p> <p>а) наиболее выцветших участков аппликаций и нитей вышивки проведены жидкой акварелью и кистью.</p>		
8	<p>Консервация обрамляющих полос, прямоугольных вышивок, огурцов.</p> <p>Консервация производилась с лицевой стороны прозрачным мелкоячейчатым тюлем с предварительно нанесенным на него клеем</p>		
9	<p>Монтаж обрамляющих полос, прямоугольных вышивок и огурцов на новое сукно</p> <p>Выбрано сукно для потолочного ковра, цвета сохранившегося фрагмента теплого красного цвета, тонкое это для фона и на него уложены и прошиты иглой последовательно все прямоугольные вышивки и полосы ,между полосами вишиты разделительные узкие полосы из тонко сукна разного цвета., как у автора и оформлены шнурами, которые тоже скручены по авторским шнурам.</p> <p>Для портрета выбрано сукно сохранившегося фрагмента теплого синего цвета, тонкое для фона и на него уложены и прошиты иглой все прямоугольные вышивки и все последовательно уложенные обрамляющие портрет полосы, между ними вишиты разделительные узкие полосы из тонкого сукна разного цвета, как у автора и оформлены шнурами ,которые тоже скручены по авторской методике.</p>		
10	<p>Реставрация портрета шаха</p> <p>а) отделение его от предыдущей основ</p> <p>б) механическая очистка пылесосом музейным.</p> <p>в) полувлажная очистка с применением орг.растворителей, ослабление пятен и удаление клея выполнены так же как полосы</p> <p>г) воссоздание утраченных элементов декора- все элементы декора были выполнены реставраторами по металлу и стеклу по авторским сохранившимся деталям</p> <p>д) укрепление ослабленных швов, шнуров, оставшихся каст, -сплетены касты в авторской технике из нитей подобранных по образцу сохранившихся</p> <p>-укрепление и консервация тувель шаха выполнены иглой и качественно подобранными тканями</p> <p>и полосы с права- внутреннегубранства очищено от загрязнений по методике и сверху законсервировано тонким прозрачным тюлем ,</p>		

укреплено иглой

е) воссоздание плетенных каст и установка по месту украшающих деталей декора- касты и металлический украшение выполнены иглой в авторской технике.

ж) тонировки – выполнены акварелью и акрилом тонкой кистью

11

Монтаж портрета

Портрет смонтирован также иглой предварительно очень хорошо промерен по месту.

Монтаж ковра

После окончания реставрационных работ Ковер смонтировано на деревянный подрамник, предварительно обтянутый холофайбером. Затем подрамник вмонтирован в интерьер Тамбура Воронцовского дворца

Монтаж потолочного ковра

После окончания реставрационных работ потолочный ковер смонтирован на деревянный подрамник, предварительно обтянутый холофайбером. Затем подрамник вмонтирован в интерьер Тамбура Воронцовского дворца.

Написание научного паспорта.

Х. ИЛЛЮСТРАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

№	дата	Наименование иллюстративного материала	Кол-во	Место хранения и архивный номер
1		<i>Фотографии до реставрации</i>		
2		<i>Фотографии в процессе реставрации</i>		
3		<i>Фотографии после реставрации</i> Прикладывается диск цифра с фотографиями		

XI. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

(описание изменений технического состояния, внешних изменений после реставрации, уточнение атрибуций и пр.)

В результате проведенных работ памятник очищен от загрязнений, затеки и пятна ослаблены. Ветхие ткани укреплены методом дублирования иглой и клеем. Сделана реконструкция фрагментов утраченных аппликационных вставок вышивки и фона, сделаны тонировки. С лицевой поверхности проведена консервация тонким тюлем. Все это позволило в значительной степени восстановить художественный облик памятника и придать достаточную прочность для дальнейшего бытования в интерьерах дворца

Руководитель работы *Смирнова И.Д.*

декабрь 2017 года

XII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ РЕСТАВРАЦИОННОГО СОВЕТА (выписка из протокола)

Работа выполнена в соответствии с реставрационным заданием.

Постановили: Принять Иранский ковер КП-979 с отличной оценкой

XIII. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСЛОВИЯМ ХРАНЕНИЯ ПАМЯТНИКА

В условиях эксплуатации в интерьерах дворца по возможности создать щадящие условия для дальнейшего существования памятника – температурно-влажностный режим должен соответствовать допустимым для художественного текстиля параметрам: температура от 18 до 25 градусов, влажность от 40 до 60 %.

Ограничить попадание пыли и других загрязнений. Очистку памятника проводить только подготовленными специалистами, или реставраторами ежегодно.

Защитить от попадания солнечного света, нанесением на стекла защитной пленки.

Руководитель работы *Смирнова И.Д.*

декабрь 2017г.

После реставрации памятник передан в Алушкинский Дворцово-парковый музей-заповедник

Копия паспорта в архиве *Научно-исследовательского реставрационного центра «НИРЦ»*

ИСПОЛНИТЕЛИ РАБОТ:

Руководитель организации *Генеральный директор Смирнова И.Д.*

Научный руководитель центра реставратор ВК по тканям Барбинова Л.А.

Реставраторы: *высшей категории по тканям Смирнова И.Д. реставраторы 2 категории по тканям Попова О.Н., Плотникова О.А., реставратор 3 категории по тканям Кудякова Д.А. по дереву Дудчак Ю.И.*

М.П

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА СОСТОЯНИЕМ ПАМЯТНИКА ПОСЛЕ РЕСТАВРАЦИИ

Дата осмотра	Состояние памятника	Должность, ф.и.о.