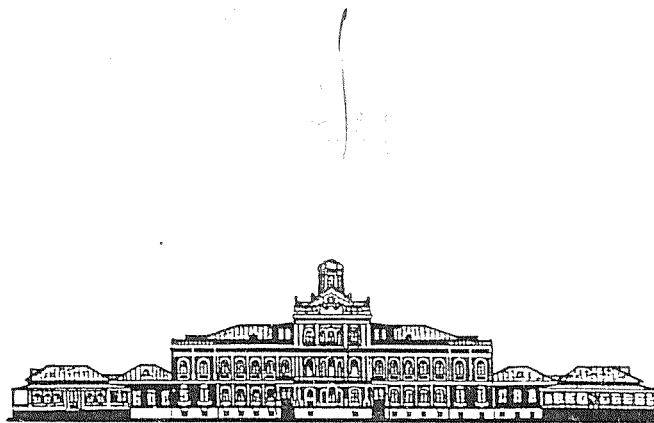


*Государственный  
научно-исследовательский  
институт реставрации*

**МУЗЕЙНОЕ ХРАНЕНИЕ  
ХУДОЖЕСТВЕННЫХ  
ЦЕННОСТЕЙ**

*Практическое пособие*



**Москва 1995**

МИНИСТЕРСТВО КУЛЬТУРЫ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
РЕСТАВРАЦИИ

МУЗЕЙНОЕ ХРАНЕНИЕ  
ХУДОЖЕСТВЕННЫХ  
ЦЕННОСТЕЙ

*практическое пособие*

МОСКВА 1995

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Хранение музейных коллекций. Практическое пособие. Р.А. Девина, А.В. Бредяков, Л.И. Душкина, Н.Л. Ребрикова, Г.А. Зайцева.

В книге рассмотрены вопросы научно-технического хранения музейных ценностей в различных зданиях, в том числе в памятниках архитектуры. Это микроклимат музеиных помещений, световой режим, агрессивная воздушная среда, защитные свойства витрин, борьба с микологическим и энтомологическим заражением музейных коллекций.

По широте и разработанности вопросов, а во многих случаях и по их новизне это первое такого рода издание в отечественной литературе. Оно явилось результатом многолетних исследований Государственного научно-исследовательского института реставрации Министерства Культуры Российской Федерации.

Предназначена для профессиональных хранителей, реставраторов, инженеров, проектировщиков и других специалистов, которые занимаются проблемой сохранения музейных ценностей.

Пособие утверждено Учёным советом ГосНИИР. Протокол № 3 от 18.9.94

Председатель Учёного совета ГосНИИР А.В. Трезов

Подготовлено к изданию Редакционно-издательским отделом ГосНИИР.

Зав. РИО В.В. Зверев

Составитель и научный редактор И.П. Горин

Редактор	С.Н. Бройтман
Корректор	И.В. Баранова
Художник	В.С. Барынина
Оригинал-макет	В.В. Зверев

© Государственный научно-исследовательский институт реставрации

Книга о хранении музейных коллекций предназначена для профессиональных специалистов-хранителей, реставраторов, инженеров, проектировщиков и других специалистов, которые занимаются или собираются заняться этой проблемой.

По широте и разработанности вопросов, а во многих случаях и по их новизне это первое такого рода издание в отечественной литературе. Вопросы, которые рассмотрены в книге, – результат многолетних (с 1960 гг.) исследований Государственного научно-исследовательского института реставрации. / С 1958 по 1978 г. – это ВЦНИЛКР, с 1979 по 1990 гг. – это ВНИИР Министерства Культуры СССР, с 1991 года – ГосНИИ Реставрации Министерства Культуры Российской Федерации/.

Многие из вопросов хранения, освещенные в книге, ранее были рассмотрены и частично опубликованы в различных изданиях института, в том числе в виде докладов в "препринтах" Международных Конференций Комитета Консервации ИКОМ. Разбросанные по различным информационным изданиям они труднодоступны и незнакомы многим специалистам, особенно в отдалённых областях России и в странах СНГ. Практическая необходимость в этом обобщающем издании для хранителей художественного, исторического и культурного наследия, для музеев, библиотек и архивов, для органов охраны памятников – очевидна.

Неблагоприятные условия хранения музейных коллекций (влажность, температура, воздухообмен, свет, засорители воздуха, грибы, насекомые и др.) в течение длительного времени приводят к гибели большинства произведений искусства, памятников истории и культуры.

Основные виды разрушений – это сплошные осыпи красочного слоя с грунтом до доски, отслоение и разрушение настенной живописи, жёсткий кракелюр, осыпи красочного слоя на картинах, поражение грибами, насекомыми-вредителями, деформация кожи, пергамента, разрушение бумаги, выцветание рисунков, акварели, фотографий и т.д. Особенно страдают иконы, картины, настенная живопись, бумага, ткани, ковры, кость, кожа, дерисво, металл, камень.

Примеров таких разрушений множество. Они хорошо известны профессиональным хранителям музеев. Их надежды на консервацию и реставрацию правомерны, но реставраторы не всегда способны справиться с разрушениями, произошедшими по причине непрофессионального хранения. При этом неизбежны вмешательства в материальную и художественную структуру оригинала, что в итоге ведёт к его искаению, к "возрождению", но уже в ином, современном для нас качестве. Известно, что "воссоздание" или "возрождение" оригинала, первоисточника – это задача в принципе недостижимая. Поэтому обеспечение научного хранения культурного наследия остаётся сегодня главнейшей задачей.

Я не берусь утверждать, что все рекомендации, изложенные в книге, ориентированы на самые высокие и последние международные требования к научному хранению культурного наследия с использованием новейших технических средств. К сожалению, минимальные экономические возможности большинства наших музеев, а также и промышленности, пока не дают нам выполнить эти стандарты. Всем известно, каких огромных финансовых средств стоила, например, реконструкция Государственной Третьяковской галереи, ее Депозитарий, ставшие примером научного хранения произведений искусства (инициатором, организатором и строителем которого стал покойный ныне Ю.К. Королёв) или охранно-пожарная система службы безопасности Гос.Эрмитажа. По техническому оснащению, условиям хранения ГТГ вышла сегодня на одно из первых мест в мире.

Предлагаемые рекомендации ориентированы в основном на существующий отечественный и зарубежный опыт, доступный для внедрения в различных музеях и памятниках архитектуры, с возможностью выбора простого и сложного вариантов, с использованием отечественного и зарубежного оборудования и приборов.

В книгу вошли самостоятельные и взаимосвязанные части единой экологической проблемы научного хранения музеиных ценностей. Это:

- микроклимат музеиных помещений;
- способы создания светового режима в музеях и реставрационных мастерских;
- агрессивные составляющие воздуха и защитные свойства витрин;
- обеспечение микологической безопасности музеиных коллекций;
- насекомые – вредители музеиных коллекций и борьба с ними.

В каждой из этих частей рассмотрен круг специальных вопросов хранения, часто неожиданных даже для музеиных работников. Предшествующие данному изданию работы довоенного и послевоенного времени (до середины 60-х гг.), статьи, инструкции, отдельные сборники написаны главным образом на основе эмпи-

рических наблюдений за музейным хранением, в которых лишь в малой степени затрагиваются и экспериментально обосновываются вопросы настоящего исследования, а некоторые проблемы вовсе никак не освещены. Видимо, в те периоды, по причине технической отсталости музейного строительства, еще не пришло время для решения указанных проблем. И только с развитием технических наук, внедрением их во все сферы жизни общества, в том числе в культуру, с повышением во всем мире заботы о сохранении культурного наследия стало возможным это исследование.

Но для любого специального исследования нужны были база и кадры. Такой базой стала Всесоюзная Центральная научно-исследовательская лаборатория консервации и реставрации музеиных художественных ценностей Министерства Культуры Советского Союза (ВЦНИЛКР). Мне как реставратору, хранителю, искусствоведу, а с 1964 года её директору было очевидно, что именно Центральная лаборатория с широким кругом консервационных задач должна взять на себя разработку научных методов хранения музеиных ценностей.

Такая возможность появилась с развитием лаборатории, увеличением её численности, приходом специалистов гуманитарных и естественных наук.

Начальные исследования проходили трудно. Не хватало профессиональных кадров. Таковыми они становились по прошествии ряда лет, освоив и поняв специфику музейной жизни. Для культуры, как всегда, недоставало бюджетных средств, материалов, оборудования, лабораторных помещений, хотя бы как-то соответствующих установленным санитарным нормам, не говоря уже о зарплате. Побеждали желание и стремление сделать полезное дело, энтузиазм.

В 1970 году нами была проведена Всесоюзная конференция по вопросам хранения художественных ценностей, в которой приняли участие 160 музеев страны, издан сборник докладов. Вскоре после конференции был создан отдел научных методов хранения из трёх секторов: биологии, климатологии с группой специалистов по свету, музейного и реставрационного оборудования. В 1980 г., с преобразованием Всесоюзной лаборатории во Всесоюзный институт, на базе секторов были образованы три самостоятельные лаборатории с секторами, существующие и сегодня.

К исследовательским и экспериментальным работам нами привлекались ведущие институты и музеи, такие как ВНИИДАЦ, МНИИТЭП, ВНИИ Тяжпромэлектропроект (Ленинградское отделение), НИКФИ, НИИСФ, КИСИ, Национальный институт по памятникам культуры Болгарии, НИПК, Гос.Эрмитаж, ГМИИ им. Пушкина, ГМИИВ, ГИМ, ГММК, музей А.П.Чехова в Ялте

Новгородский историко-художественный музей-заповедник и др. Некоторые из этих исследований становились совместными с авторами других организаций. Институт реставрации благодарен всем, кто сотрудничал с нами в этой работе, кто оказал и продолжает оказывать научно-техническую и консультативную, часто безвозмездную, помощь. Разработчики учили и частично использовали опыт зарубежных музеев, институтов, фирм применительно к музеям и экспозициям различного типа.

В указанных разделах книги рассмотрен круг вопросов, связанных с экологическими проблемами жизни музеев и сохранения ими культурного наследия, даны рекомендации на основе экспериментальных данных и результатов внедрения в музеях и памятниках культуры страны. Укажем лишь на основные, узловые вопросы.

Рассмотрены различные типы зданий, занимаемые музеями: бывшие дворцы, особняки, средневековые палаты, здания общественного назначения, специально построенные для музеев здания, предложены рекомендации по способам и средствам стабилизации температурно-влажностного и светового режимов, рассмотрены и рекомендованы системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, проветривания музейных помещений.

Впервые была проведена работа по определению влагосодержания различных материалов произведений искусства и памятников культуры, изменения в них содержания влаги в зависимости от изменений климата и связанные с этим сложные процессы, происходящие в материалах. Исследовались древесина, холст, шпальера, кожа, кость, пергамент, бумага, керамика, стекло, камень, штукатурка, кирпич, металл. Определены срединные параметры внутреннего микроклимата для них, условия хранения и экспонирования, индивидуальные показатели и методы хранения для особых ценных экспонатов.

Значительная часть книги отведена вопросам освещения музейных коллекций (до недавнего времени большинство музеев не обращало особого внимания на этот важный фактор). Рассмотрены свойства света, различная светостойкость музейных экспонатов, влияние уровня и времени освещённости на их сохранность, рекомендованы средства освещения и светозащиты, дана характеристика искусственных источников света отечественных и зарубежных фирм, предложены специализированные световые приборы, защитные устройства и материалы для естественного света, а также проанализированы особенности освещения реставрационных мастерских и рабочих мест реставраторов, разработаны обязательные условия выполнения киносъёмок в музеях. При выработке рекомендаций авторы опирались на экспертные оценки художе-

ственной выразительности самых различных экспонатов от выбора и применения источников света.

В книге рассмотрены также вредные примеси, содержащиеся в воздухе, и их влияние на экспонаты музеев, рекомендованы конструкции витрин общего и специального назначения, для хранения и экспонирования особо ценных экспонатов в инертной газовой среде.

Важнейшей частью книги является проблема защиты коллекций музеев от биологических вредителей – микроскопических грибов и насекомых-вредителей, повреждающих произведения искусства. Эта проблема вот уже много лет является одной из главных в Международном Комитете Консервации ИКОМ. Наши биологи – постоянные его члены и участники; они завоевали признание отечественных и зарубежных специалистов. Их помощь музеям всегда эффективна и надёжна.

Раздел по "безопасности музеев", посвящённый хищениям музеиных ценностей, противопожарной защите, стихийным бедствиям, сигнализации, защите хранилищ, витрин, предметов открытого экспонирования, системам оповещения, обязанностям персонала по обеспечению безопасности музеев, в эту книгу не вошел, поскольку на эту тему институтом параллельно подготовлено отдельное издание.

Я допускаю, что сегодня с развитием науки и техники, в связи со всем новыми и новыми предложениями зарубежных и отечественных фирм, какие-то рекомендации, изложенные в книге, могут устареть, но это совсем не значит, что ими нельзя пользоваться или опираться на них в своей работе (особенно малым музеям), поскольку разработаны они на основе многолетнего опыта и проверены практикой.

Авторы исследований за годы своей работы стали признанными профессионалами в области научного хранения культурного наследия. Они образовали в стенах института сплочённые группы сотрудников, ставших консультантами, экспертами, разработчиками рекомендаций для музеев самого различного профиля. В их числе микробиологи – Л.И.Воронина, Н.Л.Ребрикова; энтомологи – И.Н.Тоскина, Г.А.Зайцева; музейные хранители и климатологи – Р.А.Девина, И.В.Илларионова, Н.И.Скобликова, Т.М.Юхновец; специалисты по светотехнике и источникам света – А.В.Бредняков, С.Ю.Зайчикова; физико-химик, специалист по музейному оборудованию и безопасности музеев – Л.И.Душкина и другие. В работах активное участие принимали специалисты других институтов и музеев: по свету профессор С.Г.Юров, по климату В.А.Бойко, инженер Цв.Кадийски из Болгарии, по безопас-

ности музеев гл.инженер Гос.Эрмитажа Н.А. Принцев и многие другие.

Мы исключили из этих составляющих частей книги экспериментально-исследовательские материалы. Они сложны, часто не понятны неспециалистам, а потому и не нужны здесь. Главное – это практические рекомендации, доступные и понятные музейным работникам, в первую очередь – хранителям. Они даны на основе экспериментов и конкретного внедрения в повседневную жизнь музеев и памятников. Однако, те специалисты, которые заинтересуются экспериментальными исследованиями и выводами, всегда могут приехать в институт и ознакомиться с отчётом исполнителей научных тем, которые хранятся в библиотеке института, или обратиться во Всесоюзный (теперь Российский) научно-технический информационный центр, где они микрофильмированы и имеют кодовые номера.

Хотелось бы также отметить, что с начала 1990 годов, несмотря на все наши экономические трудности, особенно в области культуры, надежда на появление новых технических средств и обеспечение ими музеев для улучшения условий хранения становится реальностью. Таких примеров уже много. В этом все большую роль начинают играть – конверсия, (предприятия ВПК, их институты), отечественные и зарубежные фирмы, осуществляющие разработки, производство и поставку необходимого оборудования по заказам Министерства культуры, музеев. Свидетельством этому является целый ряд больших и малых музеев, реставрационных центров; выставки современного музеиного и реставрационного оборудования – приборов, материалов, инструментов отечественных и зарубежных фирм. Проблема технического обеспечения музеев, сохранности их культурного и исторического наследия взята под контроль Министерства культуры России, для чего разработана целевая федеральная программа, финансируемая из республиканского бюджета. Помимо этого остается надежда на спонсоров, государственные и общественные организации, на муниципалитеты городов, обеспокоенных судьбой бесценного наследия.

Мы будем благодарны музеям, органам охраны памятников истории и культуры за их замечания о книге, за пожелания об освещении вопросов научного хранения, может быть неожиданных для нас и неизвестных нашим специалистам.

Иван Горин

## МИКРОКЛИМАТ МУЗЕЙНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

### Введение

1. Задача сохранения музейных коллекций сложная и включает в себя много конкретных проблем. Прежде всего это вопросы о совокупности специальных мер, направленных на улучшение условий, в которых находятся художественные и исторические ценности, для обеспечения их долголетней сохранности. Где бы ни находился экспонат – в запаснике, на временной выставке или в пути следования к ней, – везде необходимо создавать условия, гарантирующие его сохранность.

Основное направление решения этой задачи – создание условий хранения, к которым мы относим в первую очередь состояния окружающей среды – температуру, влажность, подвижность воздуха в помещении, газовый и аэрозольный его состав, естественный и искусственный свет, то есть те факторы, которые составляют, по принятой в музейной практике терминологии, климат или микроклимат музейных помещений.

К числу основных климатических факторов, "ответственных" за состояние материалов музейных коллекций, относят в первую очередь температуру и влажность воздуха. Они в значительной степени определяют скорость физико-химического, физико-механического и биологического их старения. Действие этих факторов на материалы при длительном хранении настолько существенно, что оптимизация температурно-влажностного режима является основным вопросом музейной климатологии.

Известно, что процесс естественного старения материалов всегда имеет место. Скорость этого процесса зависит от природы материалов и условий их хранения.

Следует напомнить, что предметы, входящие в состав музейных коллекций, состоят из самых различных материалов. соединенных в одном объекте. Это многослойные, многокомпонентные системы, каждый из материалов которых обладает собственными физи-

химико-химическими и физико-механическими свойствами и по своему реагирует на окружающую среду. Под влиянием неблагоприятного состояния условий хранения, прежде всего температурно-влажностного режима, происходит изменение механических свойств, особенно на стыке материалов, физико-химическое их старение и биоразрушение.

Особенно подвержены такому реагированию предметы, выполненные из органических гигроскопических материалов (ткани, дерево, бумага, клей, кожа и др.), содержащие в себе влагу, количество которой зависит от температурно-влажностного состояния окружающей среды. Поэтому, необходимый температурно-влажностный режим и особенно постоянство его характеристик имеют для этих объектов особо важное значение.

Следует подчеркнуть, что в силу тех или иных обстоятельств разнотипные музейные объекты чаще всего приходится содержать в одних и тех же условиях и поддерживать параметры температуры и влажности, установленные для комплексного хранения и экспонирования музейных экспонатов. Выделение специальных помещений с особым режимом хранения в наших музеях является почти невозможным вариантом.

Кроме изложенного, следует отметить, что при обеспечении требуемых параметров для хранения экспонатов, в экспозиционных помещениях необходимо одновременно создавать температурно-влажностный режим, приемлемый также для экскурсантов и сотрудников. Соблюдение этих двух условий – технологических и комфортных – дополнительно усложняет решение задачи формирования микроклимата, которая тесным образом зависит от самого здания музея, где размещены коллекции, от его строительно-конструктивных форм и архитектурно-планировочного решения внутреннего пространства, от состояния сохранности здания, климатических условий района расположения музея, от системы инженерного обеспечения здания (систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха). На состояние воздушной среды в музее оказывают существенное влияние проветривание помещений и количество посетителей, побывавших в музее за день.

При функциональном распределении помещений музея необходимо руководствоваться состоянием температурно-влажностного режима в них и более благополучные и приспособленные с этой точки зрения использовать для экспонирования и хранения коллекций, тогда как в других помещениях могут быть размещены иные службы музея.

Всё чаще решение всех этих вопросов базируется на современных исследованиях в области физической химии, физики, биологии

и ряда других наук, результаты которых используются в развитии музейной климатологии.

2. Ещё в 1920-1930-х годах музейным работникам стало ясно, что эмпирически сложившиеся методы хранения недостаточны, что необходима серьёзная научная их разработка. Эти соображения нашли отражение в ряде публикаций, в которых на основе исследований и практических наблюдений даются описания структуры масляной и темперной живописи, предметов прикладного искусства, определяются факторы, влияющие на их сохранность, обосновываются некоторые методы реставрации, подчёркивается необходимость становления новой науки о хранении произведений, использующей данные естественных наук, проверяющей и исследующей эти данные.

В то же время обсуждаются вопросы постройки специальных музейных зданий на основе научного исследования требований и особенностей музейной работы.

Наиболее активное внедрение научного подхода в практику музеяного дела начинается в 1960-е годы. Происходит становление музейной климатологии. Д.Дж.Плендерлес определял музейную климатологию как науку, которая изучает условия, создающие климат музея, и отвечает на вопрос – какое состояние воздуха является наиболее благоприятным, чтобы обеспечить хорошую сохранность предметов истории, культуры и искусства.

Многочисленные публикации посвящены контролю за состоянием окружающей среды, определению оптимальных и допустимых уровней температуры и влажности воздуха, необходимых для предотвращения разрушения экспонатов. Появляются работы, в которых рассматриваются вопросы изменения свойств материалов при воздействии на них неблагоприятных температурно-влажностных условий, состояние температурно-влажностного режима в музейных зданиях, средства и способы нормализации микроклимата в них.

С целью уточнения и научного обоснования параметров температуры и влажности воздуха при длительном хранении музейных объектов специалистами ВНИИДАД и ГосНИИР впервые в музейной практике были проведены экспериментальные исследования влагосодержания музейных экспонатов. Изучалось изменение содержания влаги в материалах, входящих в состав произведений искусства в зависимости от изменения относительной влажности воздуха. Дальнейшие исследования были направлены на изучение накопления усталостных деформаций в материалах, вызываемых периодическими изменениями температуры и относительной влажности воздуха, что является, помимо естественного старения, основной причиной разрушения экспонатов.

Эти исследования позволили установить допустимые колебания относительной влажности и температуры воздуха при хранении и экспонировании музейных ценностей.

Для создания необходимых условий хранения здания музеев должны быть оборудованы системами отопления, вентиляции или установками кондиционирования воздуха. На основе результатов многолетних теоретических, лабораторных и натурных исследований температурно-влажностного режима в музеях, комплексного анализа и оценки технических средств обеспечения микроклимата были разработаны специальные рекомендации по проектированию, совершенствованию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха для зданий музеев различных типов и другим методическим материалам.

3. Как было сказано выше, музейное хранение – это совокупность специальных мер, направленных на улучшение условий, в которых находятся культурные ценности.

Повседневной заботой хранителей и реставраторов должно быть внимательное наблюдение за состоянием сохранности всех музейных экспонатов. Для этого хранители и реставраторы должны обладать достаточными знаниями в области физических и химических свойств материалов, знать причины их разрушения и условия, необходимые для их нормального существования. Они должны знать основные методы измерения параметров температурно-влажностного режима и основные средства и способы его нормализации.

Хранители и реставраторы должны знать научные требования к системам отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха, ориентироваться в выборе способов и технических средств, знать как составить техническое задание на проектирование и оценить, затем, готовый проект.

Вся организационная работа по оптимизации условий хранения должна вестись под их руководством.

## 1. Влияние климатических факторов на сохранность материалов музейных коллекций.

Для обеспечения долговременной сохранности музейных коллекций необходимо создание определенных условий, в которых они пребывают, так называемого "музейного климата". Напомним, что к этим условиям относятся: температура и влажность воздушной среды, подвижность воздушных потоков, газовый состав и запыленность воздуха, естественное и искусственное освещение.

Ниже рассмотрены воздействия этих факторов на физико-химические свойства материалов.

*Температура воздушной среды.* Различные материалы при определенных температурах обладают минимальными внутренними напряжениями, характерными для их структуры. Отклонение от этих температур вызывает избыточные напряжения, возникающие вследствие линейных и объемных изменений. При превышении критических напряжений происходит разрыв структуры. В первую очередь такому разрушению подвергаются экспонаты из дерева, бумаги, масляная и темперная живопись, состоящие из гигроскопических материалов и являющиеся многослойными предметами с различной структурой. Каждая структура имеет различные коэффициенты линейного и объемного расширения, что вызывает дополнительные напряжения между слоями.

Высокая температура, особенно на протяжении длительного периода, ускоряет химические и многие биохимические процессы, влияет на влагосодержание материалов, что ускоряет их старение. Разрушительные усилия значительно возрастают при быстром изменении температуры. В этом случае возникают внутренние напряжения, по своему характеру близкие к динамическим усилиям, при этом амплитуда колебания между высокими и низкими напряжениями может достигать критических величин.

Недопустимо понижение температуры окружающей среды ниже отрицательной величины; в этом случае происходит фазовое изменение влаги – превращение её в лед, объём которого превышает объём воды, что приводит к механическому разрыву материала. Разрушительное действие оказывает также неравномерность температурных полей в помещении значительного объёма при размещении в нем крупногабаритных экспонатов. Изменения оптимального температурного режима нарушает пористо-каспиллярную структуру материала, что одновременно способствует его увлажнению или осушке.

*Влажность воздушной среды.* Поддержание влажностного режима воздушной среды является наиболее действующим фактором, обеспечивающим долговременную сохранность музейных экспонатов. Различные материалы при определенных температурах содержат естественное количество равновесной влаги, которое не нарушает физико-химическое состояние структуры экспоната.

Равновесное влагосодержание материалов достигается при их длительном хранении в определенной температурно-влажностной среде, при этом процессы сорбции и десорбции (поглощения или отдачи влаги материалом) практически затухают. При нарушении температурно-влажностного режима эти процессы снова возобновляются.

Нарушение равновесного состояния влажности экспонатов приводит к следующим негативным явлениям: меняется структурное состояние материала, вызывающее линейные и объемные деформации. Переувлажнение экспонатов, при наличии кислорода и озона, влечет ускоренное старение материала и обесцвечивание красок.

Содержащиеся в воздушной среде газы (сернистый газ  $\text{SO}_2$ , аммиак  $\text{NH}_3$ , сернистый водород  $\text{H}_2\text{S}$  и другие), сорбируемые материалами совместно с водяными парами, превращаются в соответствующие кислоты, разрушающие материалы экспонатов.

Пыль, содержащаяся в воздухе, в зависимости от физико-химического её состава, величины частиц и других её свойств, загрязняет поверхность экспонатов, вызывает химические реакции при контакте с влагой.

Переувлажнение экспонатов, особенно при высоких температурах, ускоряет биологические процессы и приводит к образованию плесени и грибов, что ведет к ускорению старения материалов.

Пересушка гигроскопических материалов приводит к нарушению пластичности и вызывает их растрескивание, коробление, расслоение и другие разрушительные явления.

*Подвижность воздуха.* Повышенные скорости воздушных потоков у поверхностей экспонатов нарушают структуру верхних слоев, особенно живописи, графики, а также форсируют тепло-влажностные обмены с окружающей средой.

При малой подвижности воздуха, особенно при сложном архитектурно-строительном объёме или наличии многочисленных перегородок и хранительского оборудования в помещениях, образуются невентилируемые зоны с застойным воздухом.

## 2. Изменения музейных экспонатов под воздействием температурно-влажностных условий.

### *Органические материалы.*

Музейные экспонаты, выполненные из органических материалов (холст, ткани, дерево, бумага, клей, кожа и др.) являются гигроскопическими материалами, содержат в себе влагу, количество которой зависит от температуры и влажности воздуха.

### *Произведение живописи на холсте.*

Живописное произведение на холсте имеет сложную структуру: основа – холст, грунт, красочный слой с различными пигментами и связующими и лаковый слой. Холст, грунт и красочный слой

различны по своим свойствам и обладают различным влагосодержанием при одних и тех же значениях относительной влажности.

На колебания относительной влажности реагирует прежде всего основа картины, она находится в постоянном движении, холст то сильно натягивается на подрамник, то обвисает. Красочный слой живописи и грунт представляют слабо водопроницаемый барьера и не могут следовать за движениями основы; в результате возникающих напряжений нити холста разрывают грунт, появляются изломы и трещины, которые передаются красочному слою, нарушается связь красочного слоя с грунтом, возможно расслоение живописного слоя, его шелушение и осыпь. Сами же нити холста, соприкасаясь друг с другом при движении, подвергаются механическому воздействию, происходит их истирание, старение, обветшание и разрушение холста.

При повышенной влажности наблюдается провисание холста. Длительное пребывание в условиях более чем 70-75% влажности приводит к его истлеванию, набуханию и загниванию клея, содержащегося в грунте, к образованию плесени. Часто плесень, образующаяся обычно со стороны основы, проникает сквозь трещины в красочный слой и становится заметной на лицевой стороне картины. В результате клей теряет свою силу, связь между грунтом и основой нарушается, возникают изломы грунта, которые передаются красочному слою, приводя к растрескиванию живописи. Под воздействием влаги происходит изменение оптических свойств лака, в нем образуется сеть мельчайших трещин, он становится мутным, синеет, потом белеет и теряет прозрачность. Повышенная влажность вредна для дублированных картин: между холстами образуются пузыри, приводящие в конце концов к сплошному отставанию подклеенного холста.

Повышенная температура и сухость воздуха приводят к пересыханию волокон холста и уменьшают его прочность, грунт делается хрупким и ломким, вызывая повреждение красочного слоя.

От подготовки холста для использования в качестве основы картины (натяжение на подрамник, заделывание углов и т.д.) зависит его реакция на колебания влажности.

### *Произведения живописи на деревянной основе.*

Отдельные элементы всего произведения (основа – дерево, грунт, живописный слой, покровный слой лака) обладают различными коэффициентами линейного расширения. Влагообмен такого сложного объекта неодинаков в различных его частях: с оборотной стороны, со стороны с живописью и с торцевых сторон. Равновесное влагосодержание отдельных его компонентов

(при одних и тех же температурно-влажностных условиях) также различно и изменяется при колебании этих условий по-разному.

Если температура и относительная влажность постоянны, в доске и во всем произведении устанавливается некоторое влажностное равновесие. Изменение же температурно-влажностных условий вызывают чередующиеся расширения и сжатия материалов, при которых возникают взаимные напряжения в контактирующих слоях, при превышении пороговых значений которых, происходит микроразрушение слоев.

Вследствие этого связь между отдельными элементами произведенений нарушается, в нем возникают трещины, появляются вздутия грунта и красочного слоя, отслаивание от основы грунта и красочного слоя, появление сетчатого кракелюра. Большая часть разрушений приходится на участки, близкие к торцевым частям доски.

Избыточная влажность вызывает искривление и деформацию деревянных основ, размягчение грунта, отставание грунта и красочного слоя от основы. При высокой температуре и сухости воздуха дерево, отдавая влагу, деформируется, происходит его коробление, растрескивание, вздутие и шелушение грунта и красочного слоя.

#### Экспонаты из дерева.

Экспонаты из дерева (скульптура, мебель, предметы прикладного искусства) очень чувствительны к изменениям температуры и влажности воздуха.

Под влиянием изменения температурно-влажностных параметров воздуха меняется влажность древесины, происходит её усушка или разбухание. При уменьшении влажности в древесине ниже точки насыщения волокна, начинается изменение всех её свойств – усушка. Процессы, происходящие в глубинных и поверхностных слоях древесины, при удалении из неё влаги, являются причиной появления в ней внутренних напряжений, приводящих к механическим повреждениям и к изменениям форм. О древесине, высыхающей до той степени, что её влажность уравновесилась с влажностью окружающей среды, принято говорить, что она "акклиматизировалась" и содержит 12-15% влаги. Если допустить дальнейшее высыхание, то наступает её пересушка. Если влажность в клеточной ткани древесины падает до 7-10% – это ведет к деформации предметов.

При увлажнении изменяются механические свойства древесины и её электропроводность, она делается менее прочной; может наступить набухание и гниение дерева. Особо серьезные повреждения в предметах из дерева происходят при резких долговременных

колебаниях температуры и влажности воздуха (сезонные колебания). Древесина реагирует на изменение влажности воздуха лишь по истечении некоторого времени; повреждения и разрушения её могут выявиться позже, когда причины, вызвавшие их, миновали.

#### Экспонаты из кожи.

Очень чувствительны ко всякого рода изменениям температуры и влажности пергамент и изделия из кожи, которая бывает различна по сортам; дублению и обработке. При высокой влажности кожа поглощает большое количество воды, набухает, её волокна укорачиваются, делаются толще и прозрачнее, увеличивается площадь и объем изделия, возможно плесневение кожи. Сильное пересушивание также вредно, так как кожа усыхает, деформируется, на ней появляются трещины и складки. Она медленно сокращается в своих объемах и в некоторых случаях может доходить до 3/4 своего нормального размера. Это явление необратимо и никаких попыток растягивать тонкую кожу делать не рекомендуется, так как она может лопнуть.

#### Экспонаты из кости.

Кость также является гигроскопическим материалом и влагосодержание её изменяется при колебаниях влажности воздуха. Слоновая кость имеет неодинаковые свойства в различных направлениях. Она коробится под влиянием изменения режима. От длительного воздействия влажного воздуха органическая ткань разлагается на составные части, а неорганическая основа быстро разрушается от кислот. Слоновая кость имеет склонность к потере тех жировых свойств, которые имеются в ней в минимальном количестве, сообщают ей эластичность и связность. Пересохший и утерявший свою пластичность материал трескается, разрывается, расслаивается и теряет свою полупрозрачность. Кость постепенно ссыхается, сокращается в размерах. Это присуще также моржовой и другим видам кости. Если на кости имеется живопись, то при сильно меняющейся влажности, которая вызывает набухание материала основы, а по высыханию новые сокращения его, живопись будет отслаиваться и осыпаться. Повышенная влажность вызывает плесневение и обесцвечивание кости.

#### Произведения на бумажной основе.

Основой графических произведений является бумага. Наиболее сильные изменения прочностных свойств и сорбционной способности бумаги происходят в зоне влажного ( $\phi$  до 98%) климата и до определенного предела носят обратимый характер. При последующем хранении в нормальных условиях ( $\phi = 50 \pm 2\%$ ) про-

ностные свойства бумаги, как правило, восстанавливаются. При длительном воздействии влажного климата процесс изменения приобретает необратимый характер, так как сопровождается изменением химической структуры целлюлозной молекулы. В зоне влажного климата наиболее сильна вероятность биологического поражения материалов плесневыми грибами. На гравюрах и рисунках могут появиться плесень и желтые пятна. При сухости воздуха экспонаты из бумаги становятся хрупкими и ломкими.

#### *Неорганические материалы.*

Для экспонатов, выполненных из неорганических материалов (таких как металлы, стекло, керамика, мрамор и др.), также требуется определенный уровень температуры и влажности воздуха.

Влажность способствует коррозии металлов, этому самому опасному для них заболеванию.

Отрицательные температуры воздуха и резкая их смена нежелательны для сохранения стекла. Повышенная влажность активизирует щелочные процессы способствующие появлению радужной побежалости и расслоения).

Резкая смена температуры и влажности воздуха вредна для мрамора, известняка, гипса. Высокая влажность вызывает на некоторых породах мрамора появление красных пятен (являющихся окислами железа) и расслоение пористой керамики.

Высокая влажность опасна для каменных и терракотовых предметов. Она растворяет соли, которые они содержат, и эти соли, выкристаллизовываясь при каждом новом высыхании, вызывают шелушение и распыление поверхности предметов.

### **3. Характеристика зданий, используемых под музей.**

Здание музея и его техническое оборудование имеют решающее значение в создании условий хранения музеиных ценностей. Архитектурно-строительные и конструктивные особенности здания, строительные материалы, их тепло- и влагозоляционные свойства, климатическая зона и расположение среди городской застройки, ориентация здания и т.д., выбор технических средств климатизации этих зданий – все эти факторы выполняют важнейшую функцию в общей системе создания условий хранения, в первую очередь микроклимата музеиных помещений. Разнообразие типов зданий, в которых размещены музеи, различная степень их приспособленности сделали необходимым изучение реальных условий хранения музеиных ценностей, получение своеобразного "снимка" этих условий для выяснения степени вероятности влияния каждого из этих факторов на микроклимат музеиных помещений.

#### **Краткая характеристика музейных зданий.**

Большинство музеев размещено в приспособленных для них зданиях, имевших самое разнообразное первоначальное значение.

#### *Жилой особняк.*

Основным типом музейного здания, встречающимся во всех климатических районах страны, является бывший жилой особняк постройки конца XVIII, начала XIX, середины XIX и начала XX вв. Эти здания расположены чаще всего среди городской застройки, прилегающие к ним участки озеленения невелики. Здания имеют 1-2, реже 3 этажа; подвалные помещения, если они есть, используются для хранения экспонатов. По наружному обмеру здания имеют кубатуру до 4500-7500 м<sup>3</sup>. Строительный материал ограждающих конструкций – кирпич, дерево. Как правило, стены отштукатурены снаружи и изнутри. Ряд музейных зданий на юге Украины и в Закавказье построены из местного камня – ракушечника, известняка, туфа и др.

Толщина наружных ограждений 0.7-1 м, внутренние перегородки чаще всего кирпичные и деревянные. Перекрытия деревянные, как правило везде есть чердак, кровля металлическая. Полы паркетные или дощатые, иногда покрыты линолеумом. Площади остекления составляют 12-16% площади наружных стен; остекление двойное, с деревянными оконными переплётами, входные двери двойные, деревянные, с тамбуром. Для организации внутреннего пространства характерно почти обязательное наличие парадного входа и связанной с ним системы лестниц и вестибюлей, короткие анфилады парадных комнат. Комнаты сравнительно невелики – до 150 м<sup>3</sup>. Все лучшие помещения используются под экспозиции. Для фондохранилищ приспособливаются обычно помещения в подвальных этажах, в мансардах, иногда во флигелях или небольших комнатах.

#### *Дворцовые здания.*

Здания дворцового типа постройки XVIII-XIX веков расположены чаще всего в обширных парках, либо на открытых городских площадях и в загородной зоне. Здания имеют до 4-х этажей и подвал. Кубатура здания по наружному обмеру составляет 30.000 м<sup>3</sup> и более. Строительный материал ограждающих конструкций – кирпич, дерево, природный камень. Как правило, стены отштукатурены снаружи и изнутри. Толщина наружных стен около 1 м. Перекрытия деревянные, как правило везде есть чердак, кровля металлическая. Полы в комнатах паркетные, в вестибюлях и на лестничных клетках часто мраморные, мозаичные. Площадь остекления составляет около 20% площади наружных стен, остекление

двойное, иногда имеются залы с верхним светом. Здания отличаются сложной планировкой, для которой характерны анфилады комнат объёмом 200-400 м<sup>3</sup>.

Музеи, расположенные во дворцах, благодаря большим объёмам зданий, имеют лучшие возможности для размещения фондов; под фонохранилища оборудуются подвалы, бывшие жилые и служебные комнаты.

#### *Здания общественного назначения.*

Это здания для различных общественных служб постройки XIX, начала XX вв. (бывшие присутственные места, торговые ряды, гостиницы и пр.). Они во многом схожи с двумя предыдущими по строительным материалам и конструкциям. Объём их 5500-8000 м<sup>3</sup> и от 10000 до 20000 м<sup>3</sup>. Объёмы комнат разнообразны: от небольших до 400-600 м<sup>3</sup>. Площадь остекления невелика – 18-20% площади наружных стен, остекление двойное. Полы чаще всего деревянные (паркет, доски), но встречаются и каменные – мозаичные. Планировка зданий определяется их первоначальным назначением: либо комнаты в них связаны между собой коридором, т.е. анфилады отсутствуют, либо в композициях доминирует сильно развитый вестибюль, сообщающийся с главным входом, а комнаты расположены симметрично от него по обе стороны.

#### *Средневековые палаты.*

Средневековые светские и монастырские палаты составляют обособленную группу зданий. Они расположены либо среди окружающей застройки, либо в сохранившихся монастырских комплексах, часто окруженных стенами. Здания невелики по объёму – до 5000 м<sup>3</sup>, все построены из кирпича, иногда с добавлением камня, имеют массивные стены (1,5-2 м), небольшие оконные проемы с малой площадью остекления (от 1 до 6% площади ограждающих конструкций), дощатые полы. Преобладают помещения малой кубатуры (100-150 м<sup>3</sup>), но встречаются и большие залы (трапезные палаты) объёмом 300-600 м<sup>3</sup>. Внутреннее пространство компонуется из ряда замкнутых объёмов, соединенных между собой узкими дверными проемами.

#### *Здания, специально построенные для музеев.*

Здания специально построенные для музеев надо разделить на две группы по времени постройки:

Здания музеев, построенные в XIX, начале XX вв.;

Здания музеев, построенные в 1950-1980 гг.

Здания первой группы расположены на площадях, в скверах, на набережных. Большие по объёму – от 6000 м<sup>3</sup> до 30000 м<sup>3</sup>, постро-

ены из кирпича, толщина наружных стен не превышает, как правило, 1 м. Площадь остекления довольно большая, составляет 20-30% от площади ограждающих конструкций. Окна с двойным остеклением, с деревянными, а иногда и металлическими переплетами.

Характерной особенностью этих зданий является почти обязательное наличие световых фонарей в экспозиционных залах верхних этажей. Полы дощатые или паркетные, в цокольных этажах часто каменные, мозаичные, либо цементные с покрытием досками или линолеумом. Здания имеют обычно 2-3-4 экспозиционных этажа и развитый цокольный этаж, помещения которого предназначены для хранения фондов.

По принципу организации внутреннего пространства эти здания можно условно разделить на два типа. В первом доминирующее значение имеет главный обширный вестибюль и занимающая большую площадь парадная лестница, вокруг которой группируются экспозиционные помещения. Этот своеобразный "колодец", связывающий между собой все этажи и постоянно сообщающийся через главный вход с улицей, оказывает большое влияние на микроклимат музея. Здания второго типа, в решении интерьера которых лестничный проём не имеет доминирующего значения, более сложны и разнообразны по планировке, внутреннее пространство имеет более замкнутый характер, часто встречаются анфилады экспозиционных залов больших площадей и объёмов.

Здания второй группы построены, как правило, по индивидуальным проектам.

#### *Другие здания, приспособленные для музеев.*

В особую группу можно выделить здания XX века, построенные для самых различных целей, а затем переданные музеям: типовые здания школ, дома культуры, политпросвещения, административные и т.д. Часто вместе с музеем в них размещены и другие организации. Это обычно большие по объёму здания из кирпича, 2-5 – этажные. Здания имеют довольно большую площадь остекления (20-30% площади наружных ограждений). В основе внутренней планировки лежит обычно коридорная система, иногда в сочетании с анфиладой. Площади залов разнообразны.

Ещё более неудобны для музеиного использования первые этажи современных жилых зданий. Они были предназначены для предприятий общественного питания и бытового обслуживания. Организация внутреннего пространства этих помещений довольно проста – один или несколько больших залов, объединенных между собой широкими проходами и сообщающихся через небольшой вестибюль с главным входом в музей, что не обеспечивает необух-

димой изоляции музейных экспозиций от воздействия внешних климатических условий. Залы часто имеют двустороннее освещение. Огромные оконные проемы чрезвычайно затрудняют соблюдение требований режимов музейной консервации. Эти помещения абсолютно непригодны и неудобны для устройства экспозиций. В них, как правило, нет места для размещения запасников. Системы отопления, вентиляции не могут обеспечить необходимого режима, а перестройка их невозможна в силу того, что они связаны с коммуникациями жилого дома.

К памятникам архитектуры из всего разнообразия зданий, в которых размещаются музеи, относятся здания и сооружения, имеющие историческую и художественную ценность с точки зрения решения фасадов и интерьера или историческую ценность с точки зрения инженерных решений несущих конструкций и методов их возведения.

Памятники истории и культуры могут и не иметь самостоятельной ценности с точки зрения художественных и инженерных решений, но являются мемориальными комплексами, связанными с жизнью выдающихся деятелей науки, культуры, искусства.

Можно предложить следующую классификацию зданий-памятников:

по времени возведения – по векам. Возможна более точная датировка памятника по половинам, четвертям или десятилетиям соответствующего века;

по первоначальному назначению – жилые, общественные, культовые. Жилые: палаты, дворцовые здания, особняки, усадьбы, бывшие доходные дома. Общественные: музеи, театры, торговые ряды, присутственные места, учебные заведения и т.д. Культовые: храмы, монастырские комплексы;

по материалу основных несущих конструкций – деревянные, каменные (кирпичные и белокаменные) и смешанной конструкции;

по сохранности – сохранившие остатки, сохранившие внешний облик, сохранившие внешний облик и интерьер;

по использованию – используемые по первоначальному назначению, не по первоначальному назначению, не используемые;

по температурно-влажностному режиму – отапливаемые, неотапливаемые; неотапливаемые, но имевшие ранее систему отопления.

Долговечность зданий обеспечивается их рациональным приспособлением и эксплуатацией.

Для жилых и общественных зданий, представляющих архитектурно-художественную и историческую ценность и не являющихся музеями, вопрос об использовании должен решаться индивидуально. При этом должны быть соблюдены следующие условия:

максимальное сохранение исторического и художественного интерьера, внешнего облика здания и целостности исторической застройки. С соблюдением этих условий жилые здания – палаты, дворцы, особняки – могут использоваться под исторические, краеведческие, художественные музеи и картинные галереи.

Дворцовые здания с несохранившимся интерьером могут быть использованы с обязательным соблюдением законодательства по охране памятников архитектуры.

В мемориальных музеях, расположенных в усадьбах и особняках, должна быть сохранена или восстановлена конкретная историческая обстановка. Перепланировка внутри здания (квартиры) не допускается за исключением случаев, когда это необходимо с целью возвращения первоначального облика.

Здания конца XIX – начала XX века, специально построенные для музеев, должны использоваться по своему прямому назначению.

Театры в дворцах – усадьбах являются музейными объектами и должны использоваться для музейного показа.

Другие типы общественных зданий – присутственные места, торговые ряды, гимназии и т.д. – могут быть использованы в качестве музеев различного профиля. Вопрос об их приспособлении должен решаться индивидуально.

Здания – памятники культовой архитектуры (соборы, церкви, монастыри) составляют совершенно обособленную и неоднородную группу и в этом пособии не рассматриваются.

#### 4. Температурно-влажностный режим в музеях.

Температурно-влажностный режим внутри здания формируется и изменяется под влиянием ряда факторов. Прежде всего к ним относятся климатические условия местности – температура и влажность наружного воздуха. Их сезонные и суточные колебания – существенная причина колебаний температуры и влажности внутри здания.

Ориентация здания, место расположения, направление ветра, солнечная радиация, осадки – все это оказывает воздействие на температурно-влажностный режим помещений. Солнечная радиация воспринимается зданием в большей или меньшей степени в зависимости от его ориентации, окраски стен и крыши.

Во многом температурно-влажностный режим определяется строительно-конструктивными приемами и архитектурно-планировочным решением внутреннего пространства здания. Так, например, на характер воздухообмена в зданиях дворцового типа специфическое влияние оказывает внутренняя планировка с дли-

ными анфиладами комнат, большими размерами помещений, значительной площадью остекления, способствующей в жаркое время года повышению, а в зимнее – понижению температуры в залах. От теплофизических свойств строительных материалов, составляющих ограждающие конструкции здания, от их теплопоглащающей способности температуры и влажности зависят скорость и интенсивность проникновения в помещения наружного воздуха, а также сезонные и суточные температурно-влажностные колебания.

Температурно-влажностный режим помещения тем стабильнее, чем лучше сохранность здания. Повышение долговечности зданий музеев и обеспечение требуемого температурно-влажностного режима воздушной среды в их помещениях не могут быть достигнуты без нормализации влажностного режима их конструкций. Причинами повышения влажности конструкций могут быть: грунтовая влага, поднимающаяся по порам строительных материалов на высоту 10-12 м из-за нарушения горизонтальной гидроизоляции вертикальных конструкций; верхние воды, увлажняющие нижнюю часть наружных стен из-за нарушения или отсутствия отмосток вокруг здания, а также повышения уровня культурного слоя выше отметки горизонтальной гидроизоляции; атмосферные осадки, увлажняющие конструкции в результате разрушения кровли, карнизов, наружного водоотвода, сливов оконных проемов и поясков; увлажнение конденсационной влагой вокруг оконных и дверных проемов из-за нарушения плотности притворов их заполнения; повышенная сорбционная влажность конструкций, возникающая вследствие засоления водорастворимыми гигроскопическими солями (в основном за счет солесодержания грунтовых вод).

Температурно-влажностный режим зависит от того, как и какими средствами создается и поддерживается определенный уровень температуры и относительной влажности воздуха, иными словами, существует в здании музея нерегулируемый режим или он поддерживается необходимыми техническими средствами.

В отапливаемых и в неотапливаемых зданиях на состояние воздушной среды оказывают влияние и такие факторы, как количество посетителей, побывавших в музее за день, и проветривание. Пребывание большого количества людей в помещении значительно меняет в нем состав воздуха, насыщая его влагой и газами, а неумелое неорганизованное проветривание только способствует ухудшению температурно-влажностного режима.

На протяжении нескольких лет сотрудниками ГосНИИ реставрации проводились исследования микроклимата и определение способов его стабилизации в ряде музеев страны.

Исследование микроклимата каждого музея заключалось в измерении параметров воздушной среды (внутренней и внешней) в течение года, изучении теплозащитных свойств ограждающих конструкций зданий, особенностей систем их технического оснащения; в учете режима посещаемости, в определении характера эксплуатации музеиного здания.

Анализ полученного материала позволил сделать вывод о степени влияния каждого из этих факторов на микроклимат музеиных помещений. В каждом конкретном случае были установлены истинные значения температуры и влажности в течение суток, недели, месяца, сезона; максимальные, минимальные и среднемесечные их значения; их суточные колебания. Ниже приводится анализ температурно-влажностного режима в зданиях музеев с нерегулируемым климатом, характер годовых изменений которых имеет большое сходство.

Температура воздуха в здании музеев в течение года изменяется от +6°C до +35°C. В летний период температура колеблется от +15°C до +35°C; в переходные периоды от +6°C до +30°C. Зимой температура в основном соответствует допустимым значениям: +17-21°C. Такая нестабильность температуры связана с тем, что летом и в переходные периоды температура воздуха в помещениях ничем не регулируется и полностью зависит от наружных климатических условий, повторяя изменения температуры наружного воздуха с некоторым опозданием, что объясняется тепловой инерционностью наружных ограждений. Особенно неблагоприятные температурные условия создаются в переходные периоды (перед началом или концом отопительного сезона), что связано с неустойчивой погодой. В отапливаемых зданиях температура внутри помещений поддерживается системой отопления, которая компенсирует влияние наружных условий; температурный режим зависит от её работы.

Необходимо отметить влияние ориентации здания по сторонам света на температуру внутри помещений. В залах, расположенных на южной и юго-западной стороне здания, температура на 3-5°C выше, чем на северной стороне. Это объясняется влиянием солнечной радиации, особенно в весенние месяцы, когда в апреле-мае накладывается совместное действие отопления и солнечной радиации.

Конструктивные особенности здания также влияют на температуру помещений. Большая площадь остекления (что имеет место в современных зданиях) непосредственно влияет на температурный режим во все времена года. Летом и весной необходимо принимать различные меры по солнцезащите. В холодный период года, вследствие плохой герметизации оконных проемов, фильтрация

воздуха приводит к неучтенным теплопотерям, что снижает температуру внутри помещений. В районе оконных проемов образуется дискомфортная зона, что связано с относительно низкой температурой на поверхности остекления и повышенной скоростью воздушных потоков, что не позволяет использовать эту зону для экспозиций.

Отсутствие утепленного тамбура и устройство входа в экспозиционные и фоновые помещения непосредственно с улицы имеет своим результатом понижение температуры воздуха в помещении до  $+5\text{--}6^{\circ}\text{C}$  из-за попадания холодного воздуха вовнутрь.

Отсутствие чердака в некоторых зданиях приводит к перегреву верхнего этажа, выше на  $5^{\circ}\text{C}$ , чем на первом этаже. В ряде музеев, вследствие отсутствия вентиляции в техническом этаже, происходит перегрев воздуха подфонарного пространства (до  $60^{\circ}\text{C}$ ) за счет тепловыделений от оборудования и солнечной инсоляции. Это влияет на температуру в экспозиционных залах из-за значительной теплопроводности перекрытия между техническим этажом и помещением.

В зимний период температура воздуха во многих музеях распределяется неравномерно, что объясняется несовершенством системы отопления.

Важным условием нормализации температурного режима в помещении музея является плавное изменение температуры; суточные колебания температур в помещениях отличаются скачкообразным изменением в дни их эксплуатации во все времена года. Источником этих колебаний являются способы уборки, неупорядоченные проветривания помещений и высокая посещаемость музеев. В осенний период года, когда интенсивные проветривания еще продолжаются, скачки температуры достигают  $7^{\circ}\text{C}$ . В зимних условиях продолжение проветривания приводит к еще более резким скачкам температуры ( $9\text{--}12^{\circ}\text{C}$ ). Резкие скачки температуры ( $4\text{--}5^{\circ}\text{C}$ ) совпадают с приходом экскурсионных групп.

Таким образом, температурный режим музейных помещений в течение всего года нестабилен и большей частью не соответствует требованиям.

Относительная влажность воздуха внутри музейных помещений в летний период находится в пределах от 85% до 40%, в переходный период от 80% до 50%, зимой от 65% до 20%. В летний и переходный период такой диапазон изменений влажности внутри музейных помещений объясняется тем, что она полностью зависит от влажности наружного воздуха. Зимой значения относительной влажности помещений очень низкие. Проветривание в зимних условиях приводит к еще большему понижению относительной

влажности внутреннего воздуха, так как для наружного воздуха в этот период характерна низкая абсолютная влажность.

Важным условием нормализации влажностного и температурного режима является их суточная стабильность. Во многих музеях суточные колебания влажности скачкообразны в дни эксплуатации музея. Вызываются они теми же причинами, что и скачки температуры: способом уборки (первый резкий утренний скачок влажности может быть до 10%), неупорядоченным проветриванием помещений (4-10% и до 18-24%), нерегулируемым режимом посещаемости, когда резкие скачки влажности (4-12%) полностью совпадают с приходом экскурсионных групп.

Влажность материалов ограждающих конструкций также оказывает большое влияние на состояние влажностного режима помещений. Таким образом, влажностный режим музеев, так же, как и температурный, нестабилен и не соответствует допустимым требованиям.

Из сказанного ясно, что в создании необходимого режима хранения главную роль играет само здание и его техническое оборудование. Наибольший вред зданию приносит влага. Поэтому надо особенно следить за тем, чтобы в подвалах и вокруг здания не скапливались грунтовые воды, которые из-за неисправности гидроизоляционных систем могут подняться в стенах помещения на довольно высокий уровень. Для этого необходимо вокруг здания устраивать наружный дренаж, а чтобы внутрь не попадали атмосферные осадки, необходимо своевременно проводить ремонт кровли, желобов, карнизов, водосточных труб. Необходимо также ежемесячно проверять исправность водопроводной и канализационной систем.

Нужно также постоянно заботиться о том, чтобы в зимнее время как можно меньше тепла выходило из помещения наружу, чтобы в помещении была возможно более равномерная температура в течение суток даже при прекращении отопления, для чего воздухообмен должен быть умеренным. Летом часто возникает перегрев воздуха в стеклянных перекрытиях музейных зданий. Чтобы избежать этого, желательна усиленная вентиляция перекрытий. Допустимо и естественное их проветривание путем открывания рам, но при этом надо следить, чтобы дождевая влага не попала внутрь перекрытия. В холодное время года необходимо следить, чтобы между стеклами перекрытия не образовалось скопления влаги от контакта теплого воздуха со стеклом.

Помещения, отводимые для хранения фондов, должны быть светлыми, сухими, хорошо вентилируемыми. Все подсобные помещения (столовые, буфеты, туалеты и пр.) должны быть хорошо изолированы от экспозиционных залов и запасников. Реставраци-

онные и другие мастерские, фотолаборатории необходимо размещать в отдельных и хорошо вентилируемых помещениях.

## 5. Анализ технических средств обеспечения микроклимата в музеях.

Существующие музейные здания по оснащенности техническими средствами, призванными обеспечить необходимый микроклимат помещений, условно можно разделить на три группы:

- здания, оснащенные системой водяного отопления с естественной вентиляцией (например: Государственный Дом-музей П.И.Чайковского в Клину, Государственный музей-заповедник "Коломенское", Самуилов корпус Ростовского Кремля, Солодовые палаты Московского краеведческого музея, отдел гравюры и рисунка ГМИИ им. А.С.Пушкина и многие другие);
- здания с системой водяного отопления и приточно-вытяжной вентиляционной установкой (музей В.В.Маяковского, Музей-квартира А.М.Горького, Дом-музей М.Н.Ермоловой в Москве; ряд музеев Бурятского Государственного объединенного исторического и архитектурно-художественного музея и другие);
- здания, целиком или частично оснащенные системой кондиционирования воздуха (дом-музей В.И.Ленина в Ульяновске, некоторые залы ГМИИ им. А.С.Пушкина, Центральный дом художника и Государственная картинная галерея в Москве, Государственный музей искусства народов Востока, Государственный центральный музей музыкальной культуры им.М.И.Глинки, Государственный художественный музей им. М.К.Чурлениса в Каунасе, Каунасская картинная галерея, ряд музеев Средней Азии: Государственный музей искусства в Алма-Ате, Государственный музей изобразительных искусств в Бишкеке, Государственный музей искусств в Ташкенте и другие).

Около 78% зданий музеев оборудованы системами центрального водяного отопления, 8,4% имеют механическую приточно-вытяжную вентиляцию, 63% не имеют никакой системы организованного воздухообмена. Установками кондиционирования воздуха оборудованы единичные музеи.

В результате проведенных обследований музеев, с точки зрения состояния микроклимата и обеспечивающих его систем, был выявлен целый ряд недостатков в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

### *Здания музеев с отоплением и естественной вентиляцией.*

Большинство музеев имеют центральную систему водяного отопления. Печное отопление, которым были раньше оборудованы особняки, дворцы, палаты и другие здания, в настоящее время почти нигде не функционирует.

В зданиях, оборудованных печным отоплением, в толще стен параллельно с дымоходами прокладывались каналы вытяжной вентиляции. При топке печей естественная вытяжная вентиляция функционировала весьма интенсивно. После замены печного отопления центральным водяным, такое простое вентиляционное устройство было лишено важного составного звена и естественный организованный воздухообмен в здании оказался нарушенным. Во многих старых зданиях (особняках, дворцах и др. типах) вентиляционные каналы сохранились, но не прочищены и практически не функционируют. Переход от печного отопления, представлявшего повышенную пожарную опасность и загрязнявшего помещения, к водяному был осуществлен в большинстве зданий в начале XX в. Новые здания, строившиеся в 1900-1910 годы специально для музеев, сразу оборудовались центральными двухтрубными системами водяного отопления. Такие системы работали с естественной циркуляцией теплоносителя и имели верхнюю разводку подающих магистралей. Источником тепла обычно служила котельная, расположенная в подвале отапливаемого здания и оборудованная котлами, работавшими на твердом топливе.

В последующие годы с развитием теплофикации городов существующие системы водяного отопления музейных зданий подключались к наружным тепловым сетям ТЭЦ. При этом старые системы отопления капитально ремонтировались или перестраивались. Однако значительная часть музеев ещё отапливается собственными котельными или котельными, общими с другими зданиями.

Сроки отопительного сезона устанавливаются жесткие в тех случаях, когда источником теплоснабжения является ТЭЦ или общая котельная, что не удовлетворяет большинство музеев, так как не учитывается специфика музейного микроклимата. Раннее прекращение подачи тепла весной ведет к быстрому и резкому подъёму относительной влажности в помещениях, осенью при включении системы отопления – обратное явление, во время отопительного сезона – низкие значения относительной влажности воздуха. В ряде музеев ещё сохранились котельные, работающие на твердом топливе, что способствует сильному загрязнению воздуха.

Все музеи, за редким исключением, оборудованы нагревательными приборами – чугунными секционными радиаторами. В зда-

ниж, где сохранились старые дореволюционные системы отопления, в парадных комнатах установлены громоздкие радиаторы типов "Гамма" и "Польза", а в подвалах, где часто размещаются фондохранилища, и в других вспомогательных помещениях – ребристые трубы. Новые системы отопления, созданные в 1950-1970 годы, оборудованы радиаторами более современных моделей, из которых самой распространенной является тип "М-140-40". Радиаторы обычно установлены в глубоких нишах под окнами и закрыты декоративными экранами. При этом довольно часто экран смонтирован неправильно: он закрывает все пространство ниши от пола до подоконника и нарушает, таким образом, естественную циркуляцию воздуха. В отдельных случаях отопительные приборы размещаются вдоль стен, либо в центре зала и также закрываются экранами.

Все используемые в настоящее время отопительные приборы имеют общий недостаток: они служат местами скопления пыли.

Системы отопления были запроектированы без учета требований к условиям хранения музейных экспонатов. Общим недостатком этих систем является невозможность создания равномерного температурного режима во всем объеме здания (с учетом возможных тепловых возбуждений от посетителей, солнечной радиации, освещения) вследствие отсутствия регулировки подачи тепла. Это же является причиной повышенной температуры воздуха в залах во время отопительного сезона, а в некоторых случаях – недостаточного обогрева музейных помещений.

Вентиляция музейных зданий такого типа осуществляется естественным путем за счет неорганизованного поступления наружного воздуха через фрамуги, форточки, дверные проёмы и удаление отработанного воздуха через существующие каналы.

#### *Здания музеев с центральным водяным отоплением и искусственной вентиляцией.*

Некоторые музеи в разное время, наряду с системой центрального водяного отопления, были оснащены приточно-вытяжными системами вентиляции с механическим побуждением. Приточные установки скомпонованы из приемного клапана, секций подогрева и вентиляции. Такие приточные вентиляционные системы не обеспечивают в помещениях музея заданную температуру, необходимый воздухообмен, санитарную норму наружного воздуха, увлажнение воздуха и его очистку.

Общие недостатки этих систем: производительность приточной системы рассчитана по кратности воздухообмена; отсутствует очистка подаваемого приточного воздуха от пыли, что считается недопустимым для музейных зданий; отсутствуют автоматические

устройства регулирования, шумоглушения, нет воздухоотвода, увлажнительной камеры.

В ряде случаев правильно запроектированная система приточно-вытяжной вентиляции может обеспечить вполне нормальный режим для сохранности музейных экспонатов. Это касается экспозиций, составленных из экспонатов, материалы которых не требуют постоянного поддержания оптимальных параметров в течение всего года.

#### *Здания музеев с системами кондиционирования воздуха.*

Поддержание стабильных параметров воздуха помещений круглогодично и в течение всего года возможно только с помощью системы кондиционирования воздуха. Построенные за последние десять лет музеи (и некоторые старые музеи) были оборудованы системами кондиционирования.

Системы из отечественного оборудования смонтированы в Центральном Доме художников (ЦДХ) и Государственной Картинной галерее в Москве, в Государственном музее музыкальной культуры (ГММК) им. М.И.Глинки, в Государственном музее искусств в Алма-Ате, в Каунасской картинной галерее, в Государственном художественном музее им. М.К.Чурлениса; в некоторых залах Государственного музея изобразительных искусств (ГМИИ) им. А.С.Пушкина установлены секции типа КВА-02-8-07-1-1-2 производства акционерного общества "Свенска флектфабрикен" Швеция.

Эти музеи оборудованы центральными системами кондиционирования воздуха, которые включают в себя следующие элементы: непосредственно кондиционеры, укомплектованные из типовых секций КТЦ-2 или аналогичных секций зарубежного производства.

В набор секций входят: фильтр для очистки воздуха, теплообменные агрегаты для нагрева, охлаждения и осушки воздуха, форсуночная камера для его увлажнения и вентиляции; холодильные агрегаты; система обратного водоснабжения при применении конденсаторов с водяным охлаждением; система теплоснабжения для приготовления воды для калориферов – I и II – подогрева; система воздуховодов и воздухораздающих устройств; циркуляционные насосы для систем тепло и холодоснабжения.

Кроме центральных систем, некоторые музеи оборудованы местными установками с неавтономными и автономными кондиционерами. Государственный музей искусств народов Востока (ГМИИВ) в Москве оборудован автономными кондиционерами шкафного типа KGS-3КП (Япония). Используются местные автономные кондиционеры фирмы "ИЛКА" (ГДР), которые устанавливаются в хранилишах. Применение местных автономных конди-

ционеров Бакинского завода БК-1500, 2500 для музейных зданий (а это встречается довольно часто) не оправдывает себя в круглогодичном использовании, так как в них отсутствует нагрев и увлажнение воздуха. Их можно приспособить для обработки воздуха в музейных зданиях в летний период.

За годы эксплуатации систем кондиционирования воздуха в музеях были выявлены общие для них недостатки: несовершенство используемых схем обработки воздуха; не круглосуточный режим их работы; отсутствие резервных установок для обеспечения бесперебойной работы систем; использование масляных фильтров; неудовлетворительная работа автоматизированной системы управления, выход из строя некоторых элементов автоматики и циркуляционных насосов тепло- и холодоснабжения; вибрация и шум, которые передаются на конструкции из-за плохой балансировки вентиляторов, отсутствия гибких шлангов, шумоглушителей и часто виброоснований; неудовлетворительная работа камер орошения вследствие засорения форсунок; использование форсуночных камер для охлаждения и увлажнения воздуха с подпиткой водопроводной водой (данный способ обработки способствует образованию различных кислот и минеральных солей); неправильно организованная воздухораздача, приводящая к образованию застойных зон или, наоборот, к повышенным скоростям воздуха в зоне расположения экспонатов.

Неудовлетворительная работа систем кондиционирования объясняется также зачастую плохим качеством строительных работ, обилием оконных и дверных проёмов в экспозиционных залах, их недостаточной герметизацией, что увеличивает фильтрацию наружного воздуха в помещении; плохо организованной солнцезащитой проёмов.

Проблемы замены оборудования, выходящего из строя вследствие его плохого качества или конца срока годности, существуют для всех музеев.

Возрастает потребность в квалифицированном персонале по эксплуатации систем. На практике недооценка этих требований приводит к нежелательным последствиям.

## 6. Параметры внутреннего микроклимата при комплексном экспонировании и хранении музейных коллекций.

При определении допустимых и оптимальных параметров микроклимата для хранения музейных коллекций были проанализированы литературные данные и экспериментальные исследования по проблеме изменений влагосодержания и физико-химических свойств материалов произведений изобразительного и прикладного

искусства. На основании этих данных дано обобщенное изложение требований к параметрам и возможности их поддержания.

При хранении и экспонировании музейных коллекций в помещениях нормируются три климатических параметра: температура воздуха ( $t, {}^{\circ}\text{C}$ ), относительная влажность воздуха ( $\phi, \%$ ) и скорость движения воздушных потоков ( $v, \text{м/сек}$ ), а также допустимые амплитуды колебаний температуры и влажности воздуха. При этом значения температуры и относительной влажности воздуха взаимосвязаны и должны обеспечить стабильное влагосодержание: постоянно повторяющиеся циклы увлажнения и высыхания гигроскопических материалов являются основной причиной разрушения экспонатов.

Определяя нормы температуры и относительной влажности воздуха, авторы исходят из изучения изменений, происходящих в гигроскопических материалах при высыхании, и изучения условий в которых на музейных предметах развиваются микроорганизмы. Исходя из этого, определяются верхний и нижний допустимые пределы относительной влажности.

Как говорилось выше, наиболее подвержены деформациям гигроскопические материалы – ткани, дерево, бумага, кожа, пергамент и т.д., поэтому при определении комплексных климатических параметров для музейных помещений следует ориентироваться на создание оптимальных условий для хранения этих экспонатов. Оптимальные параметры хранения для других материалов вполне укладываются в данные диапазоны. Исключение составляют лишь условия хранения фотоматериалов, олова, воска, пластилина, а также формалиновых препаратов.

Следует различать понятия "допустимые" и "оптимальные" значения параметров температуры и относительной влажности. В диапазоне "допустимых" значений не происходит существенного разрушения материалов. Нижняя граница допустимого диапазона  $\phi=40\%$  – это значение относительной влажности, ниже которого происходит обезвоживание материала, вызывающего деструкцию с ускоренным старением. Верхняя граница  $\phi=65\%$  – значение относительной влажности воздуха, выше которого происходит развитие микроорганизмов в связи с излишней влажностью материалов. Нижняя граница допустимых значений температур составляет  $t=15{}^{\circ}\text{C}$ , верхняя граница  $t=24{}^{\circ}\text{C}$ .

Допустимый диапазон температур определяется с учетом физико-химических свойств материалов и конкретных условий музея включающих режим его работы, архитектурно-планировочные и технические характеристики здания, оснащения его системами обеспечения температурно-влажностного режима, климатических условий местности, необходимости присутствия посетителей и обслуживающего персонала.

Отклонения от указанных параметров в сторону увеличения верхних значений и уменьшения нижних ведет к ускорению процессов старения.

Таким образом, допустимым диапазоном значений воздушных параметров в музее являются:

температура воздуха  $t=15-24^{\circ}\text{C}$ ;

относительная влажность воздуха  $\phi=40-65\%$ .

Сочетание верхних значений температуры ( $+22-24^{\circ}\text{C}$ ) и влажности 65% возможно только на короткие промежутки времени, т.к. может произойти переувлажнение материалов и появляется опасность развития микроорганизмов.

Понятие "оптимальный" или "безопасный" диапазон воздушных параметров лежит в границах диапазона допустимых значений и означает соотношение параметров температуры и относительной влажности, обеспечивающее стабильную воздушную среду и постоянство влагосодержания материалов, что является ключевым условием их сохранения.

Оптимальные воздушные параметры составляют:

температура воздуха  $t=18\pm 1^{\circ}\text{C}$ ;

относительная влажность воздуха  $\phi=50\pm 5\%$ .

Чем ближе к "оптимальным" находятся конкретные значения температуры и относительной влажности, тем удовлетворительнее условия хранения. Скорость воздушных потоков в пространстве размещения экспонатов (рабочей зоне) должна быть не более 0,1-0,2 м/сек. Повышенные скорости у поверхности экспонатов нарушают структуру верхних слоев, а также форсируют тепло-влажностные обмены с окружающей средой. При малой подвижности воздуха, особенно при наличии многочисленных перегородок и хранительского оборудования, образуются невентилируемые зоны с застойным воздухом.

Однако не в каждом музейном здании и не в каждом конкретном помещении возможно создать "оптимальные" климатические параметры. Возможность их создания зависит от теплотехнических характеристик материала музеяного здания, режима его работы, системы его технического оснащения и ряда других факторов. В фондохранилищах музея проще, чем в экспозиционных помещениях, поддерживать "оптимальные" значения параметров.

"Оптимальные" значения должны быть заложены в техническом задании на проектирование новых музейных зданий, когда комплексно решаются все вопросы.

Ниже приводится таблица 1 рекомендуемых значений температуры, относительной влажности и подвижности воздушных потоков с учетом типа музеяного здания и способа его технического оснащения. Следует иметь в виду, что подвижность воздуха нормируется в рабочих зонах экспозиционных помещений и фондохранилищ. Такими в музеях являются зоны размещения экспонатов – на стенах, стеллажах и т.д.

Таблица I.

Рекомендуемые воздушные параметры в музеях в зависимости от типа здания и систем климатического оснащения.							
Параметры	Тип здания и системы климатического оснащения	Экспозиции: холдинговый период года	Экспозиции: теплый период года	Фондохранилище крупноточечное	Максимально допустимые суточные колебания	Подвижность воздуха в зоне размещения экспонатов	
		$t^{\circ}\text{C}$	$\phi\%$	$t^{\circ}\text{C}$	$\phi\%$	$\Delta t^{\circ}\text{C}$	$\Delta \phi\%$
Вновь строящиеся для музеев здания с системами кондиционирования воздуха	$18\pm 1$	$50\pm 5$	20-22 $\pm 5$	$55-60$ $\pm 5$	$18\pm 1$ $50\pm 5$	1	5 0,1-0,2
Приспособленные под музеи здания постройки XVIII-70-х гг. ХХ в. с системами кондиционирования воздуха	$18\pm 1$	$45\pm 5$	20-22 $\pm 5$	$55-60$ $\pm 5$	$18\pm 1$ $50\pm 5$	1	5 0,1-0,2
Приспособленные под музеи здания постройки XVIII-70-х гг. ХХ в. с системами отопления и организованной вентиляцией	$18-19$	$45\pm 5$	22-24	$50-65$	$18\pm 1$ $50-60$	1	5 0,1-0,2
Приспособленные под музеи здания постройки XVIII-70-х гг. ХХ в. с системами отопления	$18-19$	$45\pm 5$	22-24	$50-65$	$18\pm 1$ $50-60$	1	5 0,1-0,2

Из таблицы видно, что оптимальные стабильные условия в течение всего года могут быть обеспечены полным кондиционированием воздуха, что успешнее всего решается при строительстве новых музейных зданий.

При реконструкции старых зданий мы сталкиваемся с невозможностью обеспечения оптимальных параметров, так как необходимо учитывать состояние конструкций, исторический интерьер и экsterьер, архитектурно-планировочные особенности здания, соображения экономического порядка.

Кондиционирование воздуха в таком случае бывает трудно осуществимо. Однако, когда все-таки оно возможно, параметры диктуются вышеизложенным факторами. Это касается холодного периода года, когда поддержание относительной влажности воздуха мы должны ограничить значениями более низкими, а именно 40-45%. В противном случае при существующей конструкции наружных ограждений и определенных внешних параметрах может произойти выпадение конденсата на внутренних стеклах окон.

В том случае, когда обеспечение оптимального микроклимата системами кондиционирования воздуха не представляется возможным, необходимо стремиться к поддержанию параметров в зоне допустимых значений с помощью других доступных технических средств. В зависимости от этих технических средств параметры будут приближаться к оптимальным в большей или меньшей степени.

Для обеспечения определенных параметров воздушной среды музейных помещений часто бывает необходима реконструкция старых систем, использование различных дополнительных технических средств, или устройство новых систем.

## 7. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха в музеях.

### *Отопление.*

Система отопления выбирается с учетом климатического района расположения музея, объемно-планировочных и конструктивных решений здания, источника энергоснабжения, тепловой характеристики здания и др.

Возможны следующие виды систем: центральная водяная, воздушная, электрическая.

### *Водяная система отопления.*

Водяную систему отопления следует применять при наличии центральных и местных источников теплоснабжения.

Для надежной и безопасной работы ее необходимо присоединить к источникам тепла по независимой схеме с помощью водоводяных или паро-водяных бойлеров, в зависимости от вида первичного теплоносителя.

Параметры теплоносителя, с целью ограничения лучистой составляющей и условий возгорания пыли, следует принимать не выше 95°C.

Системы отопления, как правило, нужно применять двухтрубные; подающие и обратные магистрали должны прокладываться в доступных местах с учетом архитектурно-планировочных особенностей здания.

Трубопроводы системы отопления следует прокладывать открыто; скрытая проводка допускается в исключительных случаях, когда этого требует интерьер помещения.

Нагревательные приборы должны иметь гладкую поверхность, легко очищаемую от пыли. Устанавливать их следует, если позволяют условия, под окнами, в нишах. Во избежание облучения экспонатов лучистым теплом, нагревательные приборы должны закрываться съемными экранами. При отсутствии оконных проемов нагревательные приборы необходимо устанавливать у наружных стен в разрывах между размещением экспонатов.

Во внутренних залах, оснащенных фонарями естественного света, с расположением экспонатов на стенах, следует устанавливать нагревательные приборы группами в центре помещений в виде островных "печей". Нагревательные приборы необходимо оснащать регулирующей аппаратурой, желательно автоматической – рекомендуется использовать клапаны прямого действия типа "Danfos".

При соответствующей конфигурации здания и соответствующей тепловой потребности целесообразно предусматривать пофа-садное регулирование.

Система отопления должна быть оборудована арматурой для спуска и заполнения системы.

Удаление воздуха из системы осуществляют воздухосборниками, оснащенными кранами, выносимыми за пределы экспозиционных помещений. В отдельных случаях целесообразно устройство воздушных линий.

Входные и выходные тамбуры для соответствующих климатических районов должны быть оборудованы воздушно-тепловыми завесами.

При отсутствии центральных источников тепла, при соответствующем обосновании и согласовании с органами энергнадзора, возможно устройство местных тепловых или электрических котельных.

При наличии низкопотенциального тепла для теплоснабжения могут быть использованы "тепловые насосы" или же другие нестандартные источники.

#### *Воздушное отопление.*

Воздушные системы отопления следует применять в зданиях большого объема (дворцы, центральные части церквей и соборов) или в зданиях, которые ранее были оборудованы огневоздушными системами отопления и сохранили каналы, пригодные для использования.

Воздушные системы обладают рядом преимуществ: могут совмещать отопительные и вентиляционные функции, обладают незначительной инерционностью и быстро реагируют на внутренние тепловые возмущения, характерные для музейных помещений, могут использовать низкотемпературный теплоноситель, обладают высокими санитарно-игиеническими характеристиками, безопасны в работе.

В зависимости от характера и назначения помещений и особенностей самого здания предусматриваются местные или центральные воздушные системы отопления; первые могут выполняться в виде отопительно-рециркуляционных шкафов с установкой непосредственно в обслуживаемом помещении.

Центральные системы воздушного отопления могут выполняться с механическим или естественным побуждением; при применении системы с механическим побуждением приточный агрегат должен иметь 100% резерв.

Центральные агрегаты воздушного отопления в зависимости от имеющихся источников могут быть оснащены водяными, паровыми, электрическими, газо- или огневоздушными калориферами.

Способ обработки воздуха в отопительных агрегатах определяется при проектировании с учетом требований к параметрам внутреннего воздуха.

Воздушная система отопления обеспечивает создание во всем объеме помещения равномерного поля температур.

Воздушные каналы и приточные решетки воздушных систем должны обладать значительными гидравлическими сопротивлениями с целью обеспечения посезонной устойчивости системы.

Воздухораспределение в системах воздушного отопления должно быть организовано по схеме "снизу-вверх".

В зданиях, ранее оборудованных печным отоплением, для удаления воздуха могут быть использованы дымоходы.

#### *Электрическое отопление.*

При отсутствии или значительном удалении здания музея от тепловых систем или местной котельной в районах с дешевой электроэнергией возможно применение электрического отопления.

Электрическое отопление (по сравнению с водяной системой) характеризуется: свободным размещением нагревательных приборов; повышенной гигиеничностью; незначительной металлоемкостью; отсутствием потребности в технических помещениях для размещения тепловых узлов, бойлерной, циркуляционных насосов, магистральных трубопроводов и т.п.

Системы электрического отопления должны отвечать требованиям пожарной безопасности.

Нагревательные приборы системы отопления должны быть закрытого типа с конвективной теплоотдачей, с максимальной температурой на поверхности 90°C.

Нагревательные приборы должны оснащаться автоматическими устройствами, обеспечивающими поддержание заданной температуры воздушной среды.

В помещениях значительной площади следует устанавливать местные отопительные шкафы, оборудованные электрокалориферами и рециркуляционными вентиляторами.

#### *Другие разновидности систем отопления.*

Помимо перечисленных систем, в зависимости от назначения музея, месторасположения, существующих источников тепла и других факторов, возможны другие виды отопления: паровое, газовое, огневоздушное.

Перечисленные системы отопления за исключением воздушных, которые могут быть оборудованы увлажнительными секциями, обеспечивают в помещениях музея только температурный режим; влажностный режим отличается пониженными значениями относительной влажности воздуха, что весьма отрицательно сказывается на сохранности экспонатов. Поэтому в помещениях, оборудованных только системой отопления, необходимо доувлажнить воздух в период ее работы. Наиболее эффективно для этого употребление увлажнителей типа "Defensor" с автоматическим регулированием.

## *Вентиляция.*

В музейных помещениях, расположенных в климатических районах, в которых вентиляционными средствами могут быть достигнуты необходимые параметры для сохранности экспонатов, санитарно-гигиенические условия для работы персонала и проведения экскурсий, – следует проектировать общеобменные вентиляционные системы с механическим или естественным побуждением.

Естественную вентиляцию можно осуществлять лишь в экологически чистых районах, а в районах с загрязненным воздухом рекомендуется устраивать приточную вентиляцию с механическим побуждением и очисткой приточного воздуха в фильтрах.

Способ обработки воздуха в системе вентиляции, ее компонентные особенности, организация воздухообмена и др., зависит от целого ряда факторов и решается в каждом конкретном случае при разработке проекта.

Основные условия, влияющие на выбор системы, определяются следующими факторами:

- расчетными параметрами наружного воздуха;
- необходимыми параметрами внутреннего воздуха, обеспечивающими сохранность экспонатов;
- архитектурно-планировочными особенностями здания и его габаритами;
- экскурсионным режимом музея;
- возможностью использования ранее действующих систем (вентиляционных каналов, дымоходов и др.);
- особенностью экспозиций и характером расположения экспонатов;
- экологией окружающей среды.

При значительных габаритах здания и наличии в нем помещений, которые могут быть использованы для размещения приточных установок, транзитных и местных воздуховодов, доводчиков и других элементов, следует предусматривать центральные системы вентиляции с механическим побуждением. Радиус действия системы определяется техно-экономическими обоснованиями и планировочными особенностями здания.

При отсутствии вышеперечисленных возможностей размещения элементов вентиляционных систем следует предусматривать децентрализованные или местные системы.

В отдельных случаях целесообразно устройство комбинированных вентиляционных комплексов, в которых наружный воздух в объеме санитарной нормы подается центральной системой, а с

помощью местных или децентрализованных систем осуществляется обработка рециркуляционного воздуха.

В зависимости от назначения вентиляционных систем и предъявляемых к ним требованиям по поддержанию параметров они могут выполнять следующие функции: очистку воздуха от пыли и других аэрозолей, нагрев или охлаждение воздуха, увлажнение воздуха.

В случаях совмещения вентиляции с отопительными функциями, агрегаты должны резервироваться.

При необходимости охлаждения приточного воздуха следует осуществлять с помощью одно- или двухступенчатого испарительного охлаждения воздуха или с помощью естественных источников.

Количество наружного воздуха в районах с неблагоприятной экологической средой следует принимать в минимальном объеме, в соответствии с санитарной нормой.

При увлажнении приточного воздуха, содержащего сернистые и азотные аэрозоли, воду следует умягчать содовым раствором.

Схему воздухообмена следует организовывать с учетом эффективного использования ассимиляционной способности циркулирующего воздуха и минимальных скоростей воздушных потоков вблизи экспонатов.

Очистку воздуха следует осуществлять в сухих тканевых или бумажных фильтрах.

При устройстве канальной системы вентиляции следует максимально использовать существующие канальные дымоходы.

В зданиях, имеющих чердаки и оснащенных увлажнительными устройствами, необходимо герметизировать проемы для прохода из здания на чердак и предусматривать в чердачном пространстве сквозное проветривание.

Местные вентиляционные каналы во избежание влияния сезонной естественной регулировки должны иметь повышенное гидравлическое сопротивление по отношению к магистральным воздуховодам.

Вентиляционные системы должны быть оборудованы звукоизоляторами, виброоснованиями и другими устройствами, обеспечивающими нормируемый уровень звукового давления для музейных помещений и исключающими передачу вибрации на строительные конструкции здания.

В зависимости от устройства вентиляционных систем они должны быть оборудованы соответствующими средствами автоматического регулирования, управления и контроля.

## *Кондиционирование воздуха.*

Музейные помещения, которые нуждаются постоянно в поддержании заданных параметров, независимо от внутренних и наружных воздействий следует оборудовать системами кондиционирования воздуха (СКВ).

Круглогодично и круглосуточно работающие СКВ, как правило, следует совмещать с системами воздушного отопления.

В крупных музеях целесообразно устройство центральных или комбинированных систем, если здание располагает необходимыми возможностями для размещения кондиционеров, трассировки транзитных и местных воздуховодов и других элементов центральных или комбинированных систем.

В многозальных музейных зданиях комбинированная система обладает определенными преимуществами по сравнению с центральной.

Особенность комбинированной системы заключается в следующем:

- рядом или непосредственно в обслуживающем помещении устанавливается местный неавтономный или автономный кондиционер, работающий полностью на рециркуляционном воздухе;
- с помощью местных кондиционеров обеспечивается температурный режим в помещениях, а в отдельных случаях и влажностный;
- центральный кондиционер выполняет вентиляционные функции, подавая в помещения наружный воздух в объеме санитарной нормы, а также при определенных схемах решения обеспечивает поддержание необходимой влажности.

При устройстве холодильной станции для обслуживания неавтономных кондиционеров центральных или комбинированных систем следует руководствоваться следующим.

Холодильные машины необходимо выбирать с регулируемой холодопроизводительностью; в противном случае следует предусматривать бак-аккумулятор, обеспечивающий нормируемое время включения и выключения машин. Схему циркуляции холоданосителя целесообразно выполнять одноконтурную, конденсаторы холодильных агрегатов с целью упрощения системы следует предусматривать с воздушным охлаждением.

Музейные помещения, не позволяющие устройство центральных или комбинированных систем, следует оснащать местными автономными кондиционерами с установкой их рядом с обслуживающими помещениями.

В случае необходимости потребления холода в зимний период времени рекомендуется применять агрегаты, используемые в хо-

лодный период года для приготовления холода с помощью наружного воздуха – "свободное охлаждение".

## *8. Естественное проветривание музейных помещений.*

В музейных зданиях различных типов, оснащенных только системами отопления и не имеющих принудительной вентиляции, единственным средством воздухообмена является проветривание помещений.

Основная цель проветривания заключается в поддержании необходимых для нормального хранения музейных ценностей параметров температуры и относительной влажности воздуха и в удалении из помещений застойного воздуха, содержащего вредные для экспонатов примеси.

Многолетние наблюдения за состоянием температурно-влажностного режима в различных музеях показали, что неправильно организованное, не сообразующееся с внутренним состоянием микроклимата и наружными погодными условиями проветривание вызывает общие нежелательные изменения значений температуры и относительной влажности, резкие их скачки.

В отдельные периоды года проветривание становится решающим фактором поддержания микроклимата помещений. Соблюдая все правила проветривания, какими бы незначительными они не казались, можно положительно воздействовать на температурно-влажностный режим помещений.

### *Общие условия проветривания.*

Проветривание осуществляется путем полного или частичного открывания окон или форточек.

Оно должно проводиться при постоянном контроле измерительными приборами.

Сотруднику музея, наблюдающему за режимом, всегда должно быть ясно, с какой целью проводить проветривание: необходимо ли понизить относительную влажность или повысить, удержать ее на имеющемся уровне или просто освежить воздух. Поэтому перед проветриванием необходимо выяснить температуру, относительную влажность и влагосодержание воздуха в помещении и снаружи и, сопоставив их значения внутри и вне музея, определить возможный результат проветривания.

У наружного воздуха, попавшего в помещение, изменяются не только температура, но и относительная влажность. Он нагревается или охлаждается до температуры воздуха помещения, и его

относительная влажность соответственно понижается или повышается.

Длительность проветривания определяется состоянием режима, объемом помещения, количеством посетителей. Более интенсивное проветривание должно быть в залах, через которые проходит основной поток посетителей, где останавливаются экскурсанты.

Следует избегать прямого попадания воздушного потока на экспонаты. Для этого лучше проводить проветривание с зашторенными оконными проемами.

Во избежание сквозняков помещения следует проветривать попеременно или при закрытых дверях.

Следует учитывать скорость и направление ветра. При сильном ветре (более 5 м/сек) проветривание допустимо в залах противоположной направлению ветра ориентации.

При проветривании нельзя допускать резких скачков температуры и влажности в помещении. Воздухообмен должен происходить постепенно, параметры воздуха должны изменяться плавно. Этим определяется количество и продолжительность дневных проветриваний.

Для уменьшения попадания в залы загрязнений наружного воздуха, биовредителей и ослабления напора потока воздуха желательно установить в форточках или оконных проемах марлевые экраны.

Расстановка стеллажей, витрин, экспонатов в запасниках должна осуществляться таким образом, чтобы воздух свободно циркулировал в помещении во избежание его застоя в углах, нишах и т.п.

Для уменьшения инфильтрации воздуха в холодные периоды года следует уплотнить оконные проемы.

#### *Условия проветривания по периодам года.*

Характер годовых изменений температурно-влажностного режима в музейных помещениях разделяется на отапливаемый и неотапливаемый периоды. При этом состояние параметров внутреннего воздуха в отапливаемый период года зависит от работы системы отопления и в меньшей степени от влияния наружных условий. В неотапливаемый период параметры внутреннего воздуха полностью зависят от наружных условий и диктуются ими.

Характер годовых изменений наружного воздуха для центральных районов Российской Федерации подразделяется на "холодный период", "переходный весенний период" (соответствует отапливаемому периоду), "тёплый период" и "переходный осенний период" (соответствует неотапливаемому периоду). Каждый

из них имеет свои особенности изменений температуры и относительной влажности.

Температура воздуха в помещениях в "холодный период" – с середины октября (начало отопительного сезона) до конца марта держится в основном в пределах нормы (17-21°C), иногда выше или ниже нормы. Относительная влажность характеризуется всегда низкими значениями (15-30%), особенно в зимние месяцы.

Температура и влагосодержание внутреннего воздуха больше, чем эти же параметры наружного воздуха; относительная влажность внутреннего воздуха меньше относительной влажности наружного воздуха. Поэтому длительные интенсивные проветривания при таких условиях не рекомендуются, так как произойдет резкое понижение температуры воздуха в залах за пределы допустимых значений и незначительное повышение относительной влажности. Но при этом, вследствие того, что наружный воздух отличается низким влагосодержанием, понизится влагосодержание внутреннего воздуха.

Однако возможны кратковременные неинтенсивные проветривания (открывать-приоткрывать форточки) во время присутствия в зале экскурсионных групп, когда в помещение активно выделяются людьми тепло, влага, углекислый газ и наблюдаются скачкообразные изменения температуры и влажности.

Продолжительность проветривания регламентируется показаниями приборов. Это значит, что проветривание не должно допускать понижения температуры в зале ниже допустимых значений и резких её колебаний.

Основная цель проветривания в "холодный период" – обновление воздуха в залах.

"Переходный весенний период" – с апреля до середины мая (конец отопительного сезона) – характеризуется иногда повышенными (до 28°C) температурами воздуха в помещениях, что объясняется совместным влиянием отопления и солнечной радиации. Относительная влажность остается такой же низкой, как и в "холодный период".

Для этого времени года характерны сочетания параметров: температура внутреннего воздуха больше наружной температуры, относительная влажность внутреннего воздуха ниже наружной, влагосодержание внутреннего воздуха может быть и больше и меньше влагосодержания наружного воздуха. При проветривании будет происходить понижение температуры воздуха и повышение относительной влажности воздуха помещений. Влагосодержание внутреннего воздуха будет изменяться прямо пропорционально изменению влагосодержания наружного воздуха.

Поэтому проветривать помещения в этот период надо очень осторожно: правильно выбирать время дня, определить длительность и интенсивность проветривания, постоянно сопоставляя значения внутренних и наружных параметров воздуха. Следует иметь в виду, что длительные проветривания в этот период ещё опасны.

Цель проветривания в "переходный весенний период" – снижение температуры и повышение влажности воздуха помещений.

В ясные солнечные дни следует организовать солнцезащиту оконных проёмов.

"Тёплый период" – со второй половины мая (конец отопительного сезона) до середины сентября.

Летние дни характеризуются большей частью повышенными значениями температуры, особенно в залах южной и юго-западной ориентации. Относительная влажность колеблется от 30 до 80 %.

Для "тёплого периода" характерны различные сочетания параметров внутреннего и наружного воздуха.

В тех случаях, когда температура внутренняя больше или равна температуре наружного воздуха, проветривание понизит температуру воздуха в залах и повысит относительную влажность. Если температура внутренняя меньше температуры наружного воздуха (такие условия могут создаваться в залах северной ориентации, в залах с маленькой площадью остекления, в залах, затенённых с улицы деревьями, верандами и т.п.), то во время проветривания произойдёт повышение температуры и понижение относительной влажности.

Чем меньше разность между внутренним и наружным влагосодержанием, тем длительнее можно осуществлять проветривание.

В связи с тем, что летние значения внутренней и наружной температуры, как правило, очень высокие, нужно правильно выбирать часы проветривания. При повышенных наружных температурах, в случае отсутствия экскурсий, проветривать помещения не следует, но можно его осуществлять в утренние или поздние вечерние часы с целью понижения температуры в залах. Во время присутствия экскурсий в залах проветривание необходимо проводить с целью обновления воздуха.

При умеренных наружных температурах хорошо обеспеченный воздухообмен сглаживает колебания температуры и влажности, вызванные присутствием посетителей. В каждом случае не следует забывать о состоянии относительной влажности.

В дождливые дни проветривания можно проводить, если значения относительной влажности лежат в зоне допустимых значений или ниже 50-65%.

В летний период все оконные проёмы, расположенные на солнцепрояжённых фасадах, должны быть максимально затемнены или оборудованы специальными солнцезащитными устройствами.

Основная цель проветривания в "тёплый период" – максимальное приближение значений температуры и влажности к зоне допустимых параметров.

"Переходный осенний период" – с середины сентября до середины октября (начало стопительного сезона).

В это время температура воздуха в музейных помещениях или соответствует нормативным требованиям, или ниже, значения относительной влажности часто близки к норме (45-65 %). Внутренние параметры ещё зависят от наружных погодных условий. В "переходный осенний период" температура внутри помещений равна или выше наружной, относительная влажность и влагосодержание внутреннего воздуха ниже или равны наружным значениям. При таком соотношении проветривание понизит температуру и повысит влажность.

Поэтому для проветривания следует выбирать самое тёплое время суток, снизив при этом его длительность и интенсивность. Это необходимо для того, чтобы излишне не понизить температуру в залах и не вывести значения относительной влажности за пределы зон допустимых колебаний.

При колебаниях наружных температур около 0°C проветривать помещения надо особенно осторожно, постоянно сообразуясь с показаниями приборов.

После включения системы отопления температура в залах устанавливается в соответствии с заданными параметрами, влажность резко падает. Поэтому следует переходить на зимний режим проветривания.

## 9. Измерительные приборы.

Для ежедневных наблюдений за температурно-влажностным режимом в музеях необходимо использовать специальные измерительные приборы. Эти приборы различаются между собой по принципу работы, могут быть стационарные и переносные.

В каждом музее должен быть аспирационный психрометр, который является наиболее точным контрольно-измерительным прибором. Принцип действия прибора основан на разности в показаниях сухого и увлажнённого термометров (психрометрической разности) в зависимости от состояния воздушной среды. Это переносной прибор, с помощью которого производят измерения температуры и относительной влажности в любых по-

мешениях музея и контролируют работу всех остальных измерительных приборов, использующихся в музее.

Аспирационный психрометр может быть с механическим заводом (МВ-4М) и с электрическим (М-34).

Он снабжён вентилятором, который приводится в действие либо ручным способом, либо включением в электросеть. С помощью вентилятора создаётся равномерное движение воздуха с постоянной (2 м/сек) скоростью около шариков термометров, находящихся внутри никелированных трубок.

Перед тем, как завести вентилятор, батист, которым обёрнут резервуар "мокрого" термометра, смачивают дистиллированной водой с помощью пипетки.

Смачивание необходимо производить аккуратно, чтобы вода лишь намочила батист и не пролилась на стенки трубы, что может вызвать ошибку в определении влажности.

При проведении нескольких измерений механизм вентилятора каждый раз заводят осторожно и равномерно до отказа. Батист смачивают через небольшие промежутки времени. В очень сухом воздухе через 10 минут работы вентилятора батист высыхает.

Снятие показаний по термометрам производят через 4 минуты после смачивания батиста и работы вентилятора. Высчитывают разность показаний сухого и увлажнённого термометров и по психрометрической таблице определяют относительную влажность.

Точность измерения относительной влажности зависит от точности измерения температуры.

Прибор и батист должны всегда быть чистыми.

Резервуар термометра обёртывают батистом так, чтобы края батиста только на 1/4 резервуара заходили друг на друга, нижнюю часть стягивают не очень туго, чтобы не мешать тяге воды.

Прибор следует хранить в футляре в сухом отапливаемом помещении.

Контрольные замеры проводят в одних и тех же условиях, в одних и тех же частях здания.

Необходимо периодически контролировать работу других измерительных приборов, сверяя их показания с показаниями аспирационного психрометра в местах установки этих приборов и таким образом определяя поправку к их показаниям.

Аспирационным психрометром следует проводить замеры наружного воздуха для определения возможности проветривания.

Результаты наблюдений заносятся в специальный журнал, где записывается также температура и влажность наружного воздуха и атмосферные условия (дождь, снег и т.п.).

Аспирационный психрометр выпускается заводом "Гидрометприбор", г. Сафоново, Смоленской области.

На этом же принципе основано действие гигрометров психрометрического типа ВИТ1 и ВИТ2, предназначенных для измерения относительной влажности и температуры воздуха.

Следует сразу отметить, что правильность показаний гигрометра типа ВИТ зависит от скорости движения воздуха (аспирации) под гигрометром. Психрометрическая таблица, размещённая на основании гигрометра, действительна для определённой скорости вертикальных воздушных потоков (скорости аспирации), омывающих гигрометр, и составляет 0,5-1,0 м/с. Поэтому перед измерением относительной влажности необходимо измерить скорость аспирации непосредственно под гигрометром, используя для этого анемометр крыльчатый.

Таким образом, недостатком этих приборов является зависимость их показаний от скорости, с которой воздушный поток обтекает резервуар смоченного термометра. Поэтому, чтобы получить максимально точные показания, при работе с этими приборами необходимо самым тщательным образом соблюдать ряд правил.

Необходимо правильно расположить прибор в экспозиционном зале или помещении фондов.

Вешать прибор в местах, где нет движения воздуха, нельзя, так как застой воздуха вокруг влажного термометра создаёт атмосферу повышенной влажности и термометр даёт неверные показания.

Следует избегать действия на прибор вибрации, источников тепла, холода, попадания прямых солнечных лучей.

Прибор подвешивают на такой высоте, чтобы резервуары термометров находились на уровне глаз наблюдателя, иначе дыхание может изменить температуру.

Сам прибор и батист, которым обёрнут резервуар увлажнённого термометра, должны быть всегда чистыми. Следует менять батист не реже 2-х раз в месяц.

В трубку наливают только дистиллиированную воду.

Перед снятием показаний необходимо проверить, смочена ли тряпочка, и увлажнить её, если она пересохла, приподняв трубку.

Минимальное время выдержки гигрометра в измеряемой среде -30 минут.

Все гигрометры, применяемые в музее, должны иметь проверенные термометры, для этого следует сверить их показания в одинаковой обстановке с показаниями аспирационного психрометра.

При проведении наблюдений по гигрометру снимают показания сухого и увлажнённого термометров, высчитывают разность их показаний и по психрометрической таблице определяют относительную влажность.

Снятие показаний лучше производить строго в одно и то же время, обязательно 2 раза в день - до открытия музея для посетителей и перед самым закрытием музея или после его закрытия.

Гигрометры типа ВИТ1 и ВИТ2 выпускает АО "Термоприбор", г.Клин.

Наблюдение за микроклиматом, работу с измерительными приборами должен вести специально обученный сотрудник музея.

Результаты наблюдений заносятся в специальный журнал, в котором помимо записи температуры и влажности следует иметь графу, где записываются наружные параметры и атмосферные условия, что даёт возможность судить о степени чувствительности отдельных частей здания к переменам погоды.

Таблица 2.

Форма журнала регистрации температурно-влажностного режима в музеях.

Дата	Наименование помещения	Время измерения	Температура внутри °C	Относ. влажн. внутри в %	Температура наруж. °C	Относит. влажность наруж. в %	Кол-во посетителей в день	При мечания
1.V	экспозиция	10ч	16	45	+12	50	58	
		14ч	18	50	16	40		
		18ч	19	55	15	50		

Для постоянных непрерывных измерений и записи температуры и относительной влажности воздуха может использоваться модифицированный прибор ТГ-У (термо-гигрометр универсальный). Прибор состоит из датчика температуры (биметаллическая пластина), датчика влажности (человеческий волос), передаточных механизмов этих датчиков, регистрирующей части - стрелок с пером для записи температуры и влажности, барабана с диаграммным бланком. Все элементы находятся в одном корпусе, запись температуры и влажности происходит на одном диаграммном бланке.

ТГ-У обеспечивает три скорости вращения барабана: месячную, недельную, суточную.

При замене диаграммного бланка начальная точка температуры и влажности на новом бланке ставится в соответствии с показаниями аспирационного психрометра, которым следует произвести замеры температуры и влажности.

Следует подчеркнуть, что самописцы являются наиболее rationalными для использования в музеях приборами. Непрерывная фиксация на ленте (в течении суток или недели) температуры и относительной влажности воздуха создаёт ясную картину состояния микроклимата в помещении. Зафиксированные на ленте в определённое время суток колебания температуры и влажности, имеющие место в помещениях музея, дают возможность хранителям проанализировать и выявить причины, вызывающие эти колебания и принять меры к их устранению. ТГ-Универсальный выпускается Гос.О.О.О. "Прогноз", г. Рига.

Аналогичные приборы выпускаются и иностранными фирмами.

Для разовых замеров может быть использован переносной измеритель температуры и относительной влажности воздуха. Это малогабаритный, лёгкий и удобный прибор, который производит инженерная фирма "TOP" Международного центра развития науки и технологий "Дубна" по специальному заказу.

Для измерения скорости воздушных потоков можно использовать термоанемометр ТА-9 Акционерного общества ЛИОТ в г.Санкт-Петербурге.

Следует обратить внимание на то, что выбор измерительных приборов, изготавливающихся в СНГ, весьма ограничен. Это аспирационные психрометры, ВИТ-1 и ВИТ-2 и переносной измерительный прибор фирмы "TOP". Термогигрометр ТГ-У изготавливается в Латвии. Нет приборов с датчиками, измеряющими температуру и влажность материалов экспонатов, материалов ограждающих конструкций здания.

Существующие в настоящее время импортные приборы различных фирм обладают высокой точностью измерений, малогабаритны, легки и удобны. Особая ценность их заключается в том, что приборы с помощью различных датчиков дают возможность произвести замеры всех необходимых параметров воздуха - температуры, влажности, скорости воздушных потоков. Особенно важно иметь прибор с датчиками для измерения температуры и влажности материалов экспонатов и ограждающих конструкций здания.

Желательно иметь приборы с печатающим устройством. Они могут быть настольного исполнения и позволяют производить непрерывные замеры температуры, влажности, скорости движения воздуха в музеях и памятниках архитектуры на различной высоте и т.п.

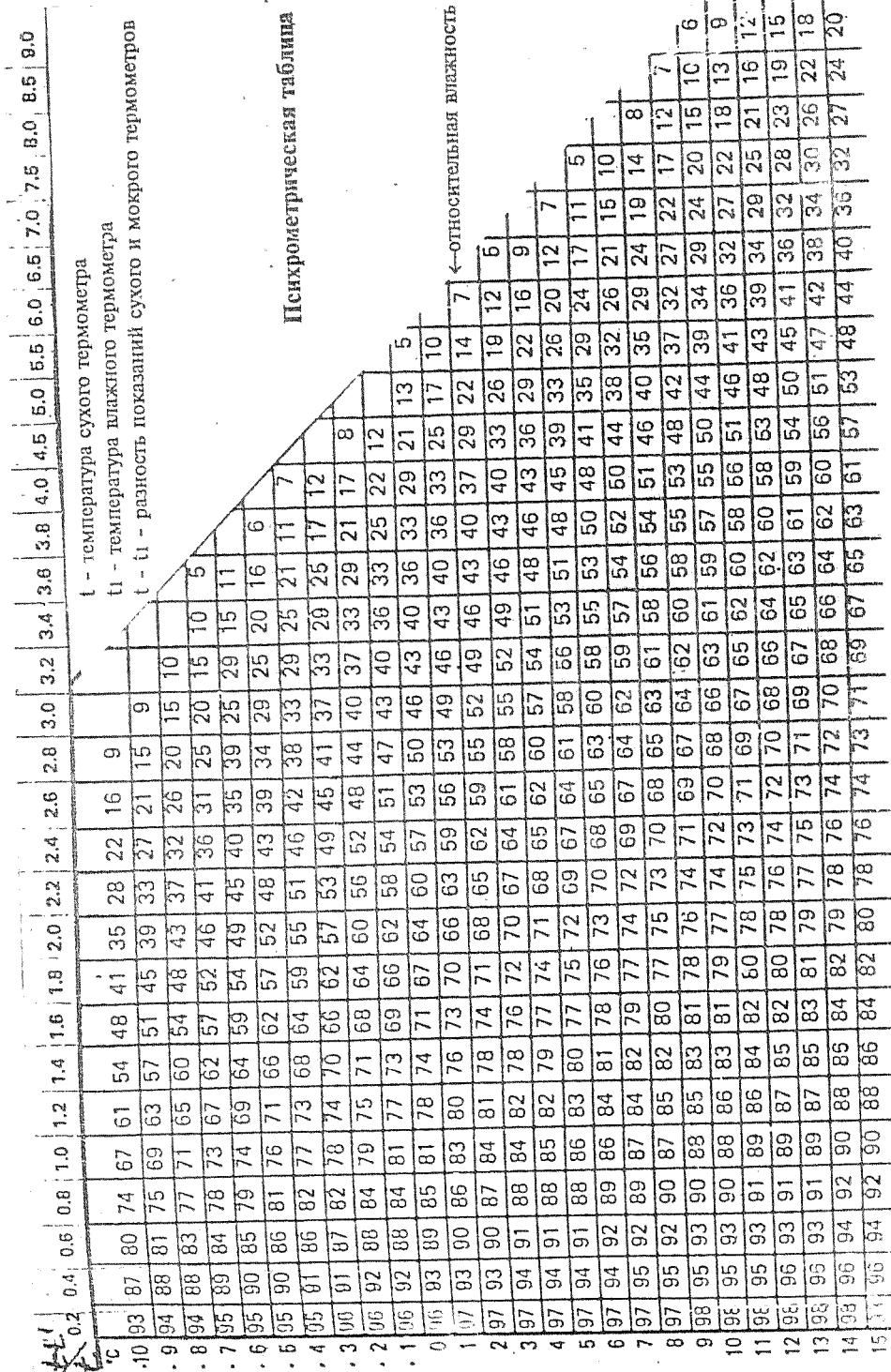
В настоящее время в зарубежной практике используются приборы, позволяющие осуществить автоматизированный сбор данных и автоматизированную обработку и анализ этих данных. Система измерений с электронно-вычислительной техникой ст-

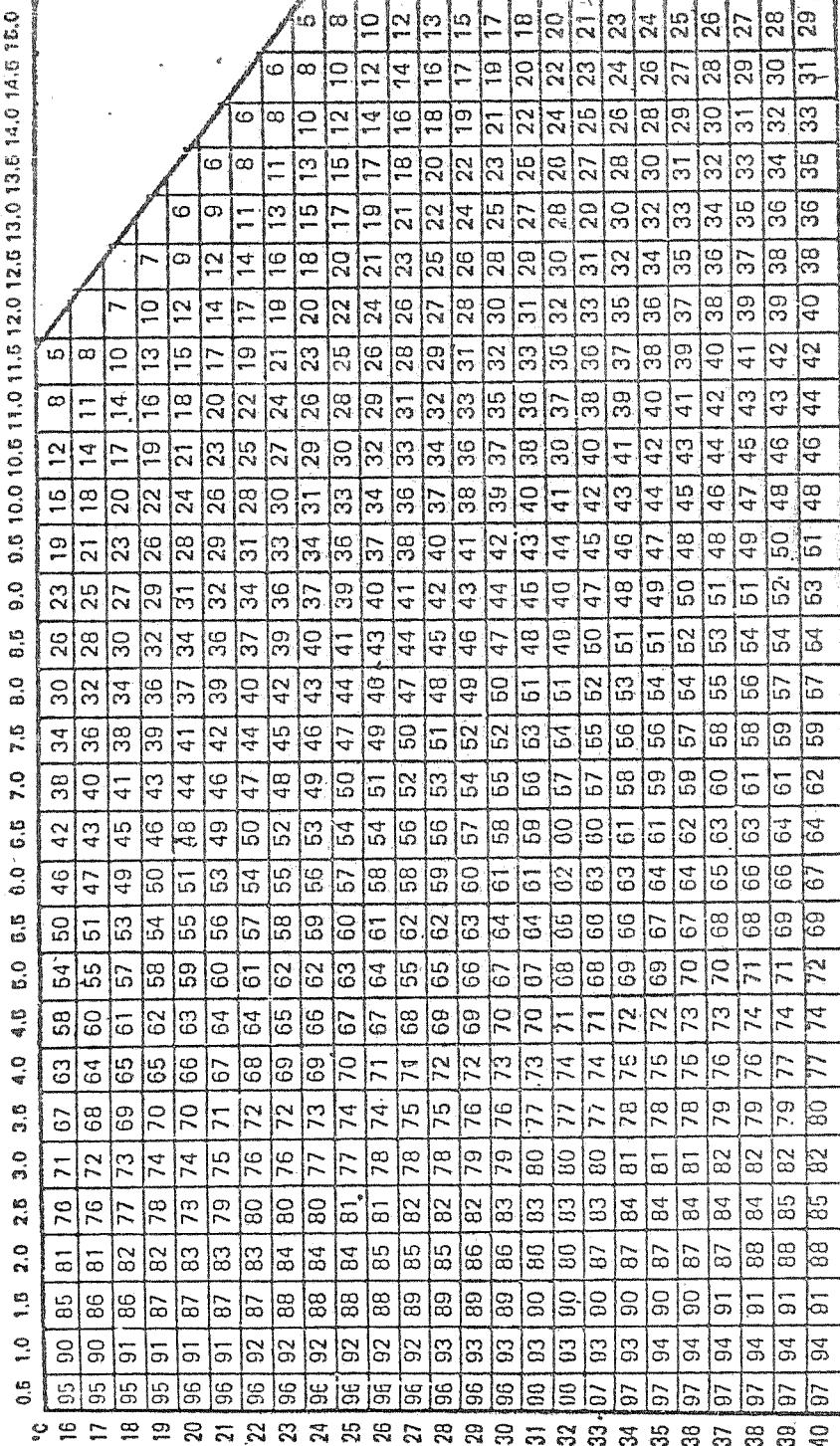
вечает современным музеинм требованиям: точность показаний, способность контролировать сразу большое количество отдельных помещений, расположенных на значительном расстоянии от компьютера, наличие датчиков для измерения дополнительных параметров (скорость движения воздуха, температура поверхности и др.).

Данные об этих приборах имеются в ГосНИИ Реставрации.

## Литература

1. Курдячев Е.В., Лужецкая А.Н. Основы техники консервации картин. -М.-Л.,1937. - 114 с.
2. Плэндерлис Дж. Консервация древностей и произведений искусства // Сообщения ВЦНИИКР. - 1963. - № 8-9.
3. Plenderleith H.J., Philippot P. Climatology and conservation in museums // Museum. - 1960. - vol.XIII. - №4. - P. 243-278.
4. Thomson G. The museum environment. - London-Boston, 1978.- 270 р.
5. Кроллау Е.К. Температурно-влажностный режим музеиных зданий //Реставрация, исследование и хранение музеиных художественных ценностей /Информкультура, ГБЛ. Обзор.информ. - М., 1976. - 52 с.
6. Бобкова В.Н., Девина Р.А., Илларионова И.В., Привалов В.Ф. Некоторые вопросы музеиной климатологии и хранения произведений изобразительного и прикладного искусства //Труды ВНИИДАД. -1978. - Том VII.- Ч.2.- С.21-47.
7. Девина Р.А., Илларионова И.В., Бойко В.А., Зайченко Р.М. Характеристика музеиных зданий страны и их технического оборудования (по материалам анкет) //Художественное наследие: хранение, исследование, реставрация. - М., 1978. - Вып.4(34). - С.152-168.
8. Девина Р.А., Илларионова И.В., Родионова Н.И., Юхновец Т.М Стабилизация температурно-влажностного режима в музеях и памятниках архитектуры //Реставрация памятников истории и культуры /Информкультура, ГБЛ. Обзор.информ. - М., 1987. - 38 с.
9. Средства создания оптимального микроклимата в музеях и памятниках архитектуры. Методические рекомендации. -ГосНИИ Реставрации. -М.,1987. - 150 с.
10. Инструкция по учёту и хранению музеиных ценностей, находящихся в Государственных музеях СССР. -Москва, 1984. - С.67.
11. Девина Р.А. Хранение произведений станковой и настенной живописи //Технология, исследование и хранение станковой и настенной живописи. Под ред. Ю. И. Гренберга. - М., 1987.





## 2

### СПОСОБЫ СОЗДАНИЯ СВЕТОВОГО РЕЖИМА В МУЗЕЯХ И РЕСТАВРАЦИОННЫХ МАСТЕРСКИХ

#### 1. Освещение музейных коллекций с защитой экспонатов от действия света.

*Свет в музейной экспозиции и сохранность музейных собраний.*

Экспонирование произведений искусства в музеях и хранение их в фондохранилищах обязательно предполагают наличие определенной световой среды, создаваемой естественным или искусственными источниками света. Световая среда, являясь с одной стороны носителем и физическим фактором передачи информации о видовых свойствах экспонатов, с другой – ускоряет их естественное старение. Обесцвечивание и разрушение материалов памятников под действием света происходит за счет так называемых фотоиндуцированных реакций, первопричиной которых является воздействие фотонов электромагнитного излучения внешнего осветителя.

Любая созданная в помещениях музея световая среда (или световой режим) должна обеспечивать максимальную степень сохранности экспонатов и в то же время создавать обстановку экспозиционной выразительности. В ряде случаев эти требования применительно к конкретным средствам освещения противоречат друг другу и тогда приходится идти на компромисс как в выборе технических средств, так и в организации музейного хранения. В силу этого системы естественного и искусственного освещения экспозиционных залов и фондохранилищ музеев следует рассматривать в качестве факторов, в той или иной степени нормирующих экспозиционный цикл.

В соответствии с различной реакцией человеческого глаза на цвет, видимый диапазон можно разделить на шесть частей. Эти части соответствуют красному (680 нм), оранжевому (595 нм),

желтому (580 нм), зеленому (530 нм), синему (482 нм) и фиолетовому (430 нм) свету.

Цветовая окраска свечения источников света в залах музея определяется параметрами температуры идеального температурного излучателя. Например, при температуре 1000-2000°К преобладают красное и желтое свечение. Белый накал достигается при температурах 5000-6000°К, при более высокой температуре в излучаемом свете появляется синеватый (холодный) оттенок.

При формировании видимого света источниками освещения дополнительно выделяются излучения, непосредственно примыкающие по спектру к видимому, но лежащие вне чувствительной области зрения. Излучения с длинами волн короче, чем у фиолетовых лучей и невидимые человеческим глазом, называются ультрафиолетовыми (УФ). Хотя весь ультрафиолетовый диапазон определяется как область длин волн 10-380 нм, в практических условиях подлежит учету лишь область 240-380 нм. Солнечное излучение с длинами волн короче 270 нм практически не достигает поверхности Земли. Большинство других источников света также не может облучать объект излучениями с длинами волн короче 270 нм хотя бы потому, что они находятся в стеклянной оболочке, которая непрозрачна для этой области спектра.

Инфракрасное (ИК) излучение характеризует невидимую область спектра с длинами волн выше красного края видимого спектра. Практический интерес представляет область 760-2000 нм.

В качестве источников света при освещении музейных помещений и экспозиций, как правило, используется естественный свет Солнца и свечение небосвода, проникающие через оконные проемы и фонари, искусственный свет ламп накаливания и люминесцентных ламп. Наиболее распространенным источником света в музеях в настоящее время безусловно является естественное освещение. Примерно половина солнечной энергии, достигающей поверхности Земли, приходится на видимую область, другую половину составляют ультрафиолетовая и инфракрасная радиация. Относительная доля ультрафиолетовой составляющей в естественном освещении весьма велика и в 5-10 раз превышает аналогичные величины наиболее светоактивных источников искусственного света, используемых в музейной практике.

Солнечный свет обладает высокими цветопередающими характеристиками, что связано с относительно равномерным распределением его спектральной энергии в видимой области. Прямой солнечный свет при положении Солнца в зените имеет цветовую температуру около 5000°К, для более низких высот Солнца значения цветовой температуры постепенно понижаются, дости-

гая 2000°К при приближении светила к горизонту. Свет открытого небосвода, особенно северного неба, значительно холоднее и имеет цветовую температуру в пределах 7500-10000°К, свет облачного неба - 6000°К. Таким образом, не только интенсивность освещения, но и спектральные характеристики естественного света значительно варьируются в зависимости от ясной или облачной погоды, прямонаправленного света солнца или общего свечения небосвода.

При использовании в качестве источников света люминесцентных ламп основной световой поток формируется за счет свечения слоя фосфорного люминофора на внутренней поверхности колб, химический состав которого определяет цветность светового излучения ламп. Различные типы выпускаемых люминесцентных ламп имеют отличия в оттенках излучения с широким диапазоном цветовых температур порядка 3000-6000°К. В спектре излучения люминесцентных ламп присутствуют также линии свечения паров ртути из внутреннего объема колбы лампы.

Свечение люминесцентных ламп содержит составляющие излучения в ультрафиолетовой области спектра с относительной долей меньшей, чем в естественном освещении, однако достаточно представительной при решении вопросов хранения музейных экспозиций. В таблице 1 приведены значения относительной доли ультрафиолета в спектрах различных типов люминесцентных ламп, выпускаемых отечественной промышленностью. Излучение люминесцентных ламп в инфракрасной части спектра незначительно.

При применении люминесцентных ламп необходимо учитывать также их недостаток, связанный с выделением токсичной ртути в виде металла или паров при случайном повреждении колбы.

Из искусственных источников света для освещения музеев в настоящее время наибольшее распространение получили лампы накаливания, более приемлемые по светотехническим и эксплуатационным характеристикам по сравнению с другими. Распределение энергии света ламп накаливания схоже с распределением энергии в спектре черного тела, так как в обоих случаях используется принцип испускания света за счет тепловой энергии. Цветовая температура обычных стандартных ламп накаливания лежит в диапазоне 2500-3000°К, что обуславливает желтоватый оттенок освещения.

Таблица 1.

Излучение различных типов люминесцентных ламп<sup>1</sup>.

Длина волны, нм	Относительная доля УФ излучения в зависимости от типа люминесцентных ламп				
	ЛДЦ	ЛД	ЛХБ	ЛБ	ЛТБ
<b>Сплошной спектр</b>					
330	0,3	0,2	0,2	-	0,3
340	3,8	0,7	0,4	0,2	0,7
360	17,0	5,0	2,6	2,1	3,0
380	30,8	13,7	7,0	5,2	5,2
400	39,0	28,7	12,0	7,5	5,7
450	74,2	84,0	31,2	19,4	9,7
500	99,5	94,0	36,0	21,8	13,5
550	90,5	90,0	70,0	58,0	54,5
600	94,5	82,0	88,6	89,2	92,2
650	66,2	26,4	25,4	24,7	32,0
700	30,6	9,5	6,3	5,4	8,2
740	13,0	5,0	2,0	2,3	3,5
<b>Линии</b>					
312,6	9,2	4,9	4,0	2,5	3,5
365,0	48,7	31,5	25,0	22,2	22,4
404,7	73,7	55,0	41,5	35,0	38,0
435,8	207,5	159,0	119,0	92,7	111,0
546,1	110,0	79,0	61,3	45,5	56,0
577,0	31,2	24,2	18,2	13,4	15,4

Лампы накаливания создают самый низкий по сравнению с другими источниками света уровень ультрафиолетового излучения. В таблице 2 показаны относительные значения энергии, излучаемые в ультрафиолетовой и видимой областях спектра различными лампами накаливания. С увеличением мощности лампы содержание ультрафиолета постепенно возрастает, при этом растет цветовая температура.

<sup>1</sup> Приведенные в таблице аббревиатуры названий люминесцентных ламп, описывающие цветопередающие свойства их излучений, расшифровываются следующим образом: ЛДЦ - люминесцентная, дневного света с исправленной цветопередачей; ЛД - люминесцентная, дневного света; ЛХБ - люминесцентная, холоднобелого света; ЛБ - люминесцентная, белого света; ЛТБ - люминесцентная, теплобелого света.

Таблица 2.

Излучение ламп накаливания.

Тип лампы	Цветовая температура, $^{\circ}\text{К}$	Доля излучения в % на Вт общего излучения		
		280-320 нм	320-400 нм	Весь ультрафиолет
40 Вт, стандартная	2560	-	0,068	0,068
100 Вт, стандартная	2890	-	0,117	0,117
500 Вт, стандартная	3000	0,001	0,175	0,176
1000 Вт, стандартная	3050	0,001	0,198	0,199

Данные таблицы 2 также показывают, что излучение лампы накаливания в видимой и ультрафиолетовой частях спектра составляет небольшую долю от суммарной радиации. Значительная часть излучения этих ламп лежит в инфракрасной области спектра, что определяет необходимость соответствующих мер защиты экспонатов.

В ряде случаев в музеях находят применение галогенные лампы накаливания с кварцевой колбой. Они имеют улучшенные характеристики по цветопередаче, так как работают при повышенной цветовой температуре по сравнению с обычными лампами накаливания ( $3200^{\circ}\text{K}$ ).

Цветовая температура излучения различных источников света измеряется калориметрами. В музеях целесообразно применять переносные калориметры, работающие на принципе измерения "сине-красного" и "зелено-красного" отношений. С помощью трехзональных светофильтров синего, зеленого и красного тона, пропускающих узкий участок спектра, фотоэлементом выделяется соответствующий сигнал об уровне освещения в данной спектральной области. Соотношение сигналов по градуировочной кривой позволяет определить цветовую температуру излучения источника света.

На рис.1 показан подобный калориметр. Прибор включает измерительную фотометрическую головку с передвижной рамкой для светофильтров, микроамперметра и шунта переключения чувствительности. Прибор питается от сети переменного тока, диапазон измерения цветовой температуры  $2500-5000^{\circ}\text{K}$ .

Японской фирмой "Минолта" выпускается малогабаритный калориметр с питанием от встроенных ртутных батарей. Прибор также работает по способу измерения "сине-красного" и "зелено-красного" отношения с отчетом значений цветовой температуры

непосредственно на измерительной шкале. Диапазон измерений 2500-12500°К.

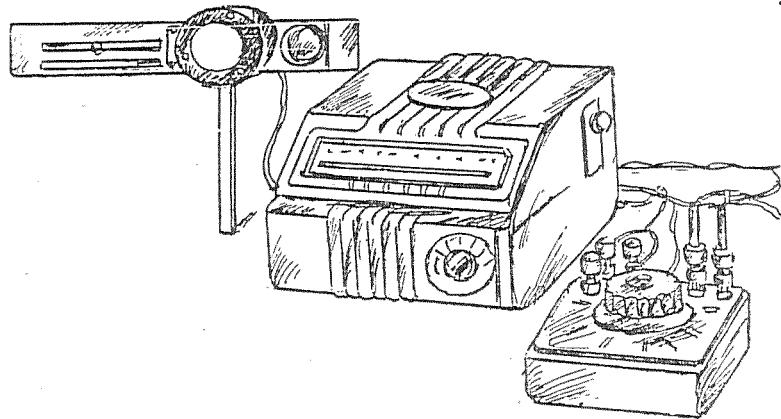


Рис. 1. Объективный колориметр НИКФИ.

При применении рассмотренных выше источников света в системе музейного освещения создается определенная световая среда, параметры которой определяются характеристиками источников света. Постоянное воздействие световой среды приводит к необратимым изменениям физико-химических свойств материалов памятников, их видовых и прочностных качеств, называемых старением. Степень устойчивости каждого химически однородного компонента художественного экспоната по характеристикам световой среды определяется спектральным составом, интенсивностью облучающего света, временем облучения. Рассмотрим каждый из перечисленных факторов в общей системе воздействия света на музейные экспонаты.

#### Спектральные характеристики светового режима.

Характер физико-химического воздействия оптического излучения на материалы и вещества существенно зависит от длины волн диапазона излучения, определяющего как степень вредного воздействия излучения на видовые свойства и материалы художественных экспонатов, так и конкретный перечень пигментов и материалов по степени устойчивости. Поэтому целесообразно рассмотреть раздельно особенности воздействия коротковолнового и длинноволнового диапазонов оптического излучения.

#### Коротковолновый диапазон излучения (ультрафиолетовая область и фиолетово-голубая часть видимого спектра).

Эта область оптических излучений, содержащая наиболее высокие энергетические уровни, в большей степени способствует разрушению и старению облучаемых материалов, вызывая протекание различных необратимых химических реакций. Фотохимические процессы приводят к изменению видовых свойств красок и физических свойств облучаемых предметов. Если повреждение внутренней структуры материалов является результатом действия ультрафиолетового излучения, то красители изменяются не только под действием ультрафиолетовых лучей, но и от воздействия фиолетового и голубого излучения.

В процессе изменения красок под воздействием коротковолнового излучения наблюдается выцветание пигментов масляной живописи, темперы, графики, пастели, акварели, красителей тканей. Светостойкость пигментов однозначно не определяется даже такими обобщающими характеристиками, как рецептура, связующие, способ нанесения, а зависит от значительного числа дополнительных факторов; почти все механизмы обесцвечивания связываются с участием других соединений, в частности, атмосферного кислорода и паров воды. Важно также физическое состояние частиц пигmenta и его размещение в материале. Уменьшение размеров частиц пигmenta приводит к возрастанию скорости обесцвечивания. При размещении красителя только по поверхности материала (например, волокна), где он постоянно подвержен воздействию света, кислорода и влаги, происходит более быстрое его обесцвечивание, чем в случае внедрения его в глубокие волокна.

Воздействие света на лаки и масла в красочных слоях картин вызывает сложные физико-химические процессы, имеющие свою специфику. Известное с течением времени обесцвечивание картин связано с увеличением прозрачности красочного слоя вследствие увеличения показателя преломления масла до значения показателя преломления диспергированных в нем пигментов.

Происходящее под воздействием коротковолнового излучения фоторазрушение материалов, образующих структуру объекта (например: бумаги, тканей, дерева и др.), представляет большую опасность для сохранности художественных экспонатов, чем изменение их цветности.

Непосредственным внешним признаком воздействия света на бумагу, ткани и дерево является пожелтение и серение их поверхности. Одновременно изменяются и их физические свойства, отмечается уменьшение или исчезновение механической

прочности, повышение хрупкости, лопаются красочные слои, прозрачные покрытия, лаки, применяемые для предохранения живописи. Например, хлопок, подвергнутый действию коротковолнового излучения, кислорода и влажности утрачивает уже через три месяца 40-60% своей первоначальной прочности.

Ультрафиолетовое излучение активно воздействует на тонкослойные материалы с повышенным влагосодержанием. Ультрафиолетовые лучи, разлагая воду на свободные радикалы, ускоряют процессы окисления материалов.

В целом органические вещества значительно менее устойчивы к коротковолновому излучению, чем неорганические. В соответствии с данными Международного совета музеев (ИКОМ), различные органические компоненты по уровню стойкости могут быть представлены в виде ряда в порядке убывания этой характеристики: целлюлоза, пигменты, прозрачные смолы, прозрачные краски для лессирования, пергамент, кожа, слоновая кость, бумага, льняное масло в картинах, кружева, шелк, джут, рафия, хлопок, лен, шерсть.

Различные типы используемых в музейном освещении источников света обладают различной фотохимической активностью, определяемой содержанием в спектре доли коротковолнового излучения. В таблице 3 приведены коэффициенты относительной вредности действия различных источников света на светочувствительные материалы при одной и той же освещенности.

Таблица 3.

Относительная вредность излучения различных источников света для музейных экспонатов.

№ п/п	Источник света	Цветовая температура, °К	Коэффициент от- носительной вред- ности
1.	Свечение открытого небосвода в зените через оконное стекло	11000	11,4
2.	Свечение неба, покрытого тучами, через оконное стекло	6400	5,0
3.	Люминесцентная лампа дневного света ЛДЦ	6500	4,2
4.	Люминесцентная лампа холоднобелая "деплокс" ЛХБЦ	3900	4,3
5.	Свет прямых солнечных лучей через оконное стекло	5300	3,1
6.	Люминесцентная лампа тепло-белая "деплокс" ЛТБЦ	2800	1,7
7.	Лампа накаливания	2850	1,0

Наиболее вредным по фотохимическому действию является естественное освещение, характеристики активности которого существенно зависят от состояния облачного покрова, наклона солнца над горизонтом и др. При этом, как следует из данных таблицы, прямое излучение самого Солнца менее вредно, но обычно выделяется работниками музеев как вредное из-за высокой интенсивности. Различные типы люминесцентных ламп содержат относительно высокие доли коротковолнового излучения в спектре с повышенной фотохимической активностью. Наименее вредными по фотохимическому действию являются лампы накаливания.

*Длинноволновый диапазон излучений (инфракрасная область и желто-красная часть видимого спектра).*

Длинноволновый диапазон излучений, содержащий фотоны малых энергий, как правило, не вызывает протекание фотохимических реакций в освещаемых объектах, но оказывает так называемое термическое воздействие на экспонаты.

Поглощаемая часть длинноволнового излучения обычно преобразуется в тепло, что приводит к повышению температуры предмета выше температуры окружающего воздуха. Температура поверхности предмета и сопредельного слоя воздуха толщиной в несколько миллиметров выравниваются, что снижает относительную влажность вокруг экспоната по сравнению с остальным воздушным объемом.

В таблице 4 приведены уровни уменьшения относительной влажности в приграничном с нагретой поверхностью объекта слое воздуха. Снижение уровня относительной влажности и повышение температуры поверхности экспоната способствуют ускорению процессов старения.

Увеличение температуры особенно нежелательно для материалов, чувствительных к теплу (краски, воск и др.), причем предмет нагревается более значительно, если его окраска темного цвета. У большинства экспонатов, особенно на основе органических веществ, увеличение температуры непосредственно не вызывает фотохимических реакций, однако может существенно влиять на процессы старения (реакции окисления и другие типы химических реакций). Увеличение температуры среды на 10°C примерно вдвое увеличивает скорость повреждения произведений искусства.

Таблица 4.

Изменение значений относительной влажности приграничного слоя воздуха при нагревании предметов.

Начальная температура предмета в °C		20			
Начальная относительная влажность воздуха в %		40	50	60	
Конечная относительная влажность в %	После прироста температуры на	3° C	33 6° C 9° C 12° C	41 35 29 25	50 41 35 29

Особенно чувствительны к термическому воздействию излучения предметы из гигроскопических материалов, таких как древесина, растительное волокно, живопись на дереве или тканях, скульптура из слоновой кости, пергамент, рукописи, кожа, вяжущие вещества и клей.

Благосодержание этих материалов непосредственно зависит от относительной влажности окружающего воздуха, а всякие изменения влажности в структуре экспоната ведут к изменению его объема. В результате возникают внутренние напряжения, деформация, растрескивание, отслоения, особенно в предметах из неоднородных материалов. Суточное циклическое включение и выключение освещения вызывает постоянную смену внутриструктурных напряжений. Опасность подобного рода повреждений осложняется еще тем, что иногда они обнаруживаются не непосредственно, а только при ударе экспоната или его транспортировке.

Пожелтение лаков происходит из-за окислительных реакций, активированных длинноволновой (красной) частью видимого излучения, а также ближней инфракрасной областью спектра. По этой причине большинство природных лаков в темноте имеет тенденцию к быстрому потемнению, вследствие чего хранение картин в абсолютно темных помещениях нежелательно. В то же время отмечается, что воздействие коротковолновой части видимого света (синефиолетовой) способствует высыплению даже пожелтевшего слоя лака.

При равных освещенностях экспонатов нагрев их поверхности существенно зависит от типа применяемого источника света и определяется соотношением в его излучении доли длинноволновых излучений. На рис. 2 представлены зависимости прироста температуры оптически черных поверхностей, освещаемых различными источниками света, в функции освещенности.

Эти данные указывают на наиболее высокую степень термического воздействия лампы накаливания. Энергетический баланс ламп накаливания обеспечивает преобразование лишь 9-13%

подводимой энергии в излучение видимого диапазона. Интересно отметить сравнительно низкий эффект термического воздействия прямого солнечного света, что подтверждает существующая практика проведения операций тонирования при реставрации живописи под естественным светом с высокими уровнями освещенности без перегрева красочного слоя.

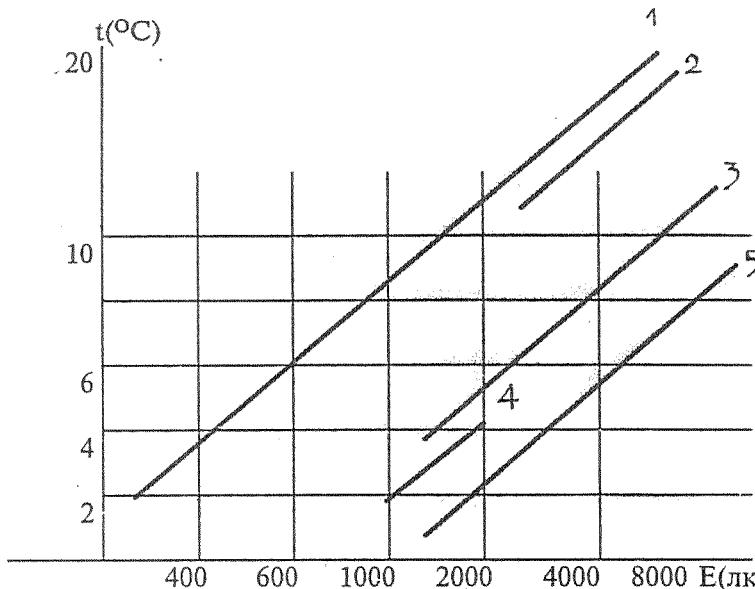


Рис.2. Зависимость прироста температур оптически черной поверхности ( $\Delta t$ ) освещаемого объекта в функции освещенности (E) от различных источников света: 1 - зеркальная лампа накаливания 150-300 Вт; 2 - галогенная лампа накаливания 500 Вт; 3 - лампа накаливания холодного пучка с интерференционным покрытием 150 Вт; 4 - люминесцентная лампа 40 Вт; 5 - солнечные лучи, проходящие через оконное стекло.

Существуют различные методы фильтрации или селекции излучений. При подавлении составляющих вредного воздействия и, соответственно, изменениях характера спектра излучений необходимо учитывать сохранение допустимых условий качества зрительного восприятия.

Прежде всего, целесообразно максимально уменьшать излучения в невидимых глазом диапазонах спектра – ультрафиолетовом и инфракрасном. Причем наиболее актиничный ультрафиолетовый диапазон спектра излучений должен исключаться в первую очередь. Это осуществляется как за счет выбора наименее "агрессивного" источника света для того или иного класса материалов и окраски экспонатов по светостойкости, так и использо-

вания селективных оптических фильтров из различных материалов на пути распространения света от источника к освещаемому экспонату. В музейной практике применяются специальные ультрафиолетовые фильтры, снижающие уровень УФ излучений, теплозащитные фильтры, снижающие уровень ИК излучений и фильтры комплексного действия. Принципиальные способы фильтрации могут быть отнесены к различным по цветовым характеристикам экспонатам.

Ароматические несветостойкие экспонаты (например, графика, рукописи, тексты на пергаментах и бумаге, фотографии и др.) эффективно экспонируются под светом источника желтого цвета или за желтым светофильтром. Освещение желтого цвета не содержит вредные составляющие синеголубой части видимого спектра и способствует визуальному различению мелких деталей за счет повышения остроты зрения.

При освещении одноцветных экспонатов (в частности, некоторых изделий декоративно-прикладного искусства) полезно напомнить о физической природе формирования цвета при зрительном восприятии. Впечатление о той или иной цветовой окраске наблюдаемого объекта создается за счет того, что его поверхность отражает лишь определенные длины волн спектрального диапазона, тогда как другие составляющие поглощаются с протеканием реакций старения материала экспоната. Вследствие этого освещение одноцветных экспонатов светом той же цветовой гаммы способствует повышению их сохранности при экспонировании.

Имеются и определенные возможности варьировать характеристики спектрального распределения излучения при освещении полихромных экспонатов. Экспериментальные исследования позволили установить эффективность тональных светофильтров (в частности, голубого, нейтрального и бронзового тонов) при освещении плоских полихромных экспонатов. Более холодный или теплый оттенок излучения по-разному передает детали и композицию живописи, в ряде случаев способствуя повышению эмоционального эффекта по статистическим экспертным оценкам. При этом сохранность экспонатов может быть повышена в 2-4 раза.

#### *Влияние освещенности на сохранность экспонатов.*

Другой важной характеристикой световой среды в музейной экспозиции является плотность светового потока, падающего на зону экспозиции. Скорость старения и разрушения памятников прямо пропорциональна интенсивности освещения в любом спектральном диапазоне, вследствие чего эта величина подлежит

строгому нормированию в музеях, а музейные работники должны знать способы ее измерения и контроля.

Плотность светового потока в видимой области спектра по освещаемой поверхности, называемая освещенностью, измеряется в люксах (лк). Люксом принято считать освещенность, созданную единицей светового потока, равномерно распределенного на поверхности, площадь которой равна одному квадратному метру. Освещенность измеряется люксметрами. Для обследования характеристик светового режима в музеях может быть рекомендован люксметр Ю-116, выпускаемый отечественной промышленностью. Общий вид прибора показан на рис.3.

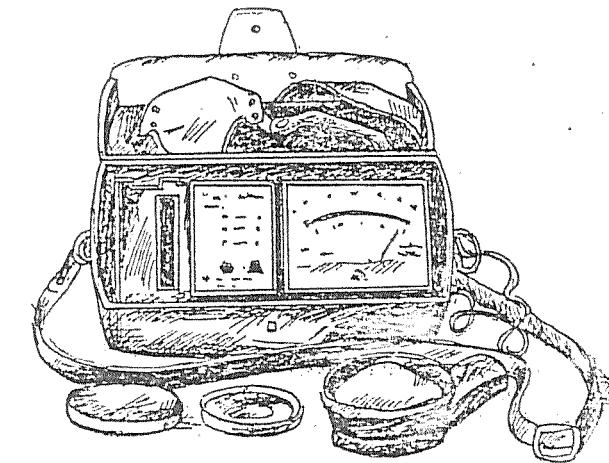


Рис.3. Люксметр Ю-116.

Переносной фотоэлектрический люксметр Ю-116 предназначен для измерения освещенности, создаваемой лампами накаливания и искусственным светом, источники которого расположены произвольно относительно светоприемника люксметра. Прибор состоит из чувствительной головки со сменяемыми оптическими насадками типа К, М, Р и Т и стрелочного индикатора с переключателем диапазонов измерений. Диапазон измерения люксметра составляет 1-100 тыс. лк в зависимости от примененной комбинации оптических насадок. Прибор автономный и не требует источника электрического питания.

При выполнении измерений светоприемник подключается через разъем к индикаторному блоку и располагается в том месте, где надлежит измерить освещенность. Приемы измерений являются общими для определения характеристик как естественного, так и искусственного освещения в залах. При измерении освещенности на конкретных экспонатах светоприемник распо-

лигается непосредственно у его поверхности параллельно ей. При оценке световой среды в экспозиционных помещениях необходимо также измерять светораспределение по объему помещения с оценкой степени его неравномерности. В этом случае фиксируются значения вертикальной и горизонтальной освещенности при размещении светоприемника люксметра в вертикальном или горизонтальном положении на расстоянии примерно 0,8 м от пола.

Как было показано выше, различные типы источников света при равных значениях уровней освещенности создают разное облучение в ультрафиолетовом и инфракрасном диапазонах спектра.

Плотность потока излучений в ультрафиолетовом и инфракрасном диапазонах спектра называется облученностью и измеряется в Ваттах на квадратный метр ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ). Возможный диапазон измерения УФ облученности в экспозиционных залах музея может составлять от 0,005 до нескольких единиц  $\text{Вт}/\text{м}^2$ . Для измерения излучения в ультрафиолетовом диапазоне спектра и суммарного энергетического облучения в видимой части спектра в определенной степени может быть использован увиметр ДАУ-81, показанный на рис.4. Диапазон измерения облученности увиметром составляет 0,01-500  $\text{Вт}/\text{м}^2$ .

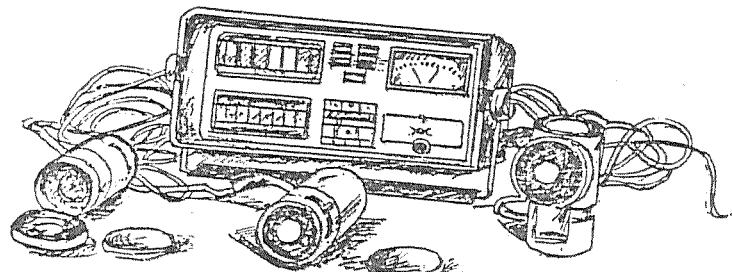


Рис. 4. Увиметр ДАУ-81.

Прибор состоит из измерительного блока и трех преобразователей – приемников излучений в различных диапазонах спектра. Преобразователь УФ-С (маркировка I) для области спектра 220-280 нм, преобразователь УФ-А (маркировка II) для диапазона 320-400 нм и преобразователь ФАР (маркировка III) для спектральной области 380-710 нм. Величина облученности, измеренная преобразователями для каждого спектрального диапазона, фиксируется стрелочным индикатором измерительного блока,

одновременно на цифровом индикаторе фиксируется суммарная доза облучения за контрольный промежуток времени. Прибор питается от сети переменного тока.

За рубежом выпускаются портативные измерительные приборы для комплексных измерений характеристик световой среды в видимом и ультрафиолетовом диапазонах. Финской фирмой "Айрам" выпускается переносной увиметр с питанием от аккумулятора. Для измерения ультрафиолетовой радиации используются датчики UVM-8BC (для диапазона 230-315 нм) и UVM-8A (для диапазона 315-390 нм). Кроме того в комплект прибора входят датчики UVM-8LX и UVM-8LU для измерения освещенности и яркости свечения протяженных поверхностей.

Возможный диапазон измерения инфракрасной радиации в эксплуатационных залах может колебаться в зависимости от вида источника света и его интенсивности от 0,5 до 500  $\text{Вт}/\text{м}^2$ .

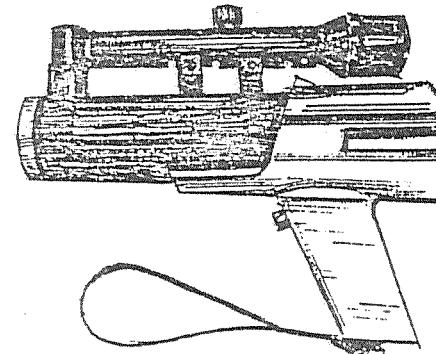


Рис. 5. Бесконтактный оптический измеритель температуры поверхности экспонатов.

Обычно уровни освещенности в экспозиции и хранении выбираются из критериев, минимально допустимых по физиологии зрительного восприятия.

В соответствии с физиологическими особенностями зрения, уровень видимости рассматриваемого глазом объекта, размер и контраст которого с фоном определены, целиком зависит от уровня яркости, следовательно, освещенности, обеспечиваемой осветительной установкой. Нижняя граница уровней освещенности обычно соответствует значению 30 лк, являющемуся порогом цветоразличения. Предельные значения освещенности обычно определяются требованиями сохранности памятников

соответственно регламентируются светостойкостью экспонатов. Диапазон изменения пределов освещенности составляет 30-500 лк.

Степень вредного воздействия излучений на экспонаты определяется суммарной дозой световой энергии, действующей на них в течение всего периода освещения. Световую энергию, упавшую на единицу площади поверхности освещаемого объекта, принято называть экспозицией (количеством освещения). Влияние уровня освещенности и продолжительности освещения на светоразрушение экспонатов примерно равнозначны. Поэтому значение световой экспозиции (являющейся производным освещенности в люксах и времени освещения в часах) определяет суммарный фотонный фактор разрушения, обычно оцениваемый в люкс-часах (лк.час).

Если произведения живописи, например, экспонируются с 10 часов утра до 6 часов вечера при освещенности 150 лк, то в год картины могут получить суммарную дозу световой радиации около 0,5 миллиона лк.час. Английские и американские источники указывают для масляной живописи предел 60-70 млн. лк.час, после которого цвет большинства пигментов явно изменяется. При 300 люксах - это 54 года, а при 50 - 384 года. В то же время наименее светостойкие красители и пигменты теряют первоначальную цветность примерно через 200 тысяч лк.час, а краски текстильных материалов начинают изменяться после 50 тысяч лк.час. В результате при 10-часовой экспозиции при освещенности 300 лк эти краски могут изменяться уже через 17 дней; если снизить освещенность до 50 лк, этот срок удлинится до 100 дней.

Таким образом, временные характеристики старения экспонатов из-за воздействия света достаточно ограничены и с этим необходимо считаться. Многие коллекции экспонировались в прошлом в течение сотен лет, однако в большинстве случаев при значительно меньших уровнях освещения, чем в настоящее время.

Снижения величины световой экспозиции можно достичь за счет варьирования расписания посещений таким образом, чтобы освещение включалось только на период показа. Другой возможный метод, используемый в музейной практике, заключается в замене одних экспонатов другими, когда произведения выставляются на определенный период времени, затем на несколько месяцев убираются в запасники, а потом опять находятся в экспозиции.

Одновременно с решением вопросов освещения, как правило, должны решаться вопросы вентиляции или кондиционирования воздуха в помещениях для поддержания необходимого темпера-

турно-влажностного режима (рекомендуемые температура окружающего воздуха в экспозиционных помещениях 17-21°C и относительная влажность в среднем 50-60%).

Увеличение температуры воздуха влияет на скорость протекания фотохимических реакций. Установлено, например, что увеличение на 10°C температуры окружающей среды приблизительно вдвое увеличивает скорость повреждения произведений искусства. Температура воздуха и его характеристики взаимосвязаны и поэтому трудно отделить факторы влияния температуры и влажности в фотохимических повреждениях экспонатов.

При теплотехнических расчетах следует исходить из того, что вся энергия, потребляемая источниками света (включая потери в пускорегулируемых аппаратах), превращается в тепло, причем 1 Квт.час соответствует 865 Ккал. Для встроенных в подвесной потолок светильников с люминесцентными лампами, в случае отсутствия уточненных данных, принимается, что 40% тепловой энергии выделяется в освещаемое помещение и 60% - в пространство над подвесным потолком.

#### *Светостойкость материалов искусства.*

Возможность повреждения определенного материала от воздействия света зависит от его внутренней способности поглощать световую энергию и изменять свою химико-физическую структуру. Некоторые материалы, главным образом органического происхождения (пигменты красок, ткани, дерево, бумага и др.), более чувствительны к фотохимическим эффектам, чем материалы минерального происхождения (керамика, камни, металлы).

Освещение музейных экспонатов необходимо осуществлять с учетом их назначения, формы, материала и его светостойкости, цветовых характеристик, размещения в экспозиции.

Музейные экспонаты (произведения живописи, графики, скульптуры, прикладного искусства, предметы этнографии, археологии и др.) весьма разнообразны по размерам, фактуре, могут быть плоскими или объемными, цветными или черно-белыми, светостойкими и несветостойкими, располагаться на полу, стенах, специальных стендах, витринах, шкафах, вертикально, горизонтально или наклонно.

Классификация экспонатов в зависимости от их светостойкости, цветовых характеристик и формы приведена в таблице 5. По светостойкости все экспонаты разделены на 3 группы: I - высокой, II - средней и III - низкой светостойкости, а по цветовым характеристикам на 4 группы: 1- ароматические или серые, то есть не имеющие выраженной цветовой характеристики 2-одноцветные, имеющие по всей поверхности более или мене-

одинаковый цвет; 3-многоцветные тональные, в которых цветовой тон поверхности меняется, но можно выделить преобладающий; 4-многоцветные пестрые, для которых можно считать равнозначными все цветовые тона.

Таблица 5.

**Классификация музейных экспонатов по светостойкости.**

Наименование экспонатов и материалов	Группа светостойкости	Группа цветовых характеристик	Форма
1	2	3	4
Живопись:			
масло, темпера, акварель, пастель	II	3,4	плоская
	III	3,4	плоская
Графика:			
черно-белая, цветная	III	1	плоская
	III	3,4	плоская
Иконопись	III	3,4	плоская
Рукописи, книги, газеты	III	1	плоская
Фотографии	III	1,3	плоская
Марки	III	4	плоская
Драгоценности	I	3	объемная
Монеты, медали, ордена	I	2	рельефная
Значки	I	4	рельефная
Оружие	I	2	объемная
Одежда, ткани, гобелен, кружева, ковры, мех, кожа	III	2,4	плоская
Кость	II	2	объемная
Фарфор, керамика, стекло, эмаль	I	2,3	объемная
Утварь:			
стеклянная, металлическая, деревянная	I	4	объемная
	II	4	объемная
Скульптура:			
мраморная, гипсовая, чугун- ная,	I	1	объемная
бронзовая	I	2	объемная
Мебель:			
деревянная	II	3	объемная
с бронзовыми деталями	I	2	объемная
Минералы, горные породы	I	1,2,3	объемная
Чучела	III	4	объемная
Техническое оборудование	I	1	объемная

Следует учитывать, что среди видов минералов, отнесенных к той или иной группе светостойкости, могут быть отдельные ти-

пы, светостойкость которых другая. Например, драгоценные камни в основном относятся к группе высокой светостойкости, но некоторые из них (аквамарин, аметист, александрит, бирюза) менее устойчивы к воздействию света. Более низкую светостойкость могут иметь также отдельные виды красок, стекол, керамики и т.д.

Оптимизация систем освещения музеев с учетом требований хранения и экспонирования должна решаться на основе норм освещенности, приведенных в таблице 6.

Таблица 6.

**Рекомендуемые нормы освещенности для основных помещений музеев и экспозиций.**

№ пп	Объект освещения	Рекомендуемая средняя освещенность, лк	
		в горизонтальной плоскости на уровне 0,8 м от пола	на экспозиции или рабочих поверхностях
1	2	3	4
<i>A. Помещения</i>			
1	Общее освещение экспозиционных помещений, в которых все основные экспонаты освещаются особо	50	
2	Общее освещение помещений с крупной объемной экспозицией, а также помещений, в которых основной экспозицией является мебель, отделка или убранство	50-100	
3	Общее освещение исторических, естественно-исторических музеев	50	
4	Общее освещение технических музеев	200	
5	Вестибюли, проходы и лестницы для посетителей	50	
6	Запасники (в проходах)	50	
<i>B. Экспонаты, стоящие отдельно, а также на стенах, стеллах, столах, стелажах, в витринах</i>			
7	Экспонаты 1 группы светостойкости, имеющие особо мелкие детали (например, ювелирные изделия, монеты и т.д.)		300-500
8	Экспонаты 1 группы светостойкости, (например, мраморная скульптура, фарфор, образцы оружия и т.д.)		200-500
9	Экспонаты 2 группы светостойкости (например, масляная живопись, изделия из дерева, слоновой кости и т.п.)		75-150
10	Экспонаты 3 группы светостойкости (например, акварель, темпера, пастель, ткани, рукописи и т.д.)		30-50
<i>C. Рабочие места персонала музеев</i>			
11	Рабочие столы в запасниках	200	
12	Стеллы с экспонатами в запасниках	30	

Приведенные в таблице 6 значения уровней освещенности являются предельно допустимыми с обязательным их снижением во всех случаях, когда это не влияет существенно на качество зрительного восприятия.

## 2. Средства освещения и светозащиты музеев.

Оптимизация световой среды в экспозиционных залах музеев, с учетом требований музейного хранения, связана с необходимостью применения специализированных средств освещения и светозащиты. Комплекс технических средств музейного освещения включает различные типы источников света, световых приборов, светозащитных материалов и устройств. Как правило, эти средства не создавались целенаправленно для музейной практики, а являются результатом исследовательского отбора из совокупности существующих технических решений с оригинальными системными компоновками. Средства стабилизации естественного освещения помещений в музеях используют разработки устройств свето- и солнцезащиты зданий. Для компетентного оборудования и эксплуатации систем музейного освещения необходимо иметь представление об основных технических характеристиках и номенклатуре средств и устройств, применяемых в этих целях.

### Источники света для искусственного освещения залов.

Наиболее распространенным источником света в музейной практике в настоящее время являются различные типы электрических ламп накаливания, что обусловлено относительно низким содержанием ультрафиолета в их излучении. В лампах накаливания нить накала под воздействием электрического тока нагревается до высокой температуры и испускает лучистую энергию. Поэтому эти лампы относятся к категории источников света теплового излучения.

В практике музейного освещения находят применение ряд разновидностей ламп накаливания, отличающихся по конструкции и светотехническим характеристикам.

Это прежде всего стандартные лампы накаливания общего назначения, общий вид которых представлен на рис.6. Конструкция ламп общего назначения, как и других ламп накаливания, состоит из следующих основных частей: стеклянной колбы (1), цоколя (2) и тела накала (3). Цоколь лампы специальной мастики прикрепляется к колбе и служит для подведения электрического тока к телу накала. Резьбовые цоколи для ламп накаливания различаются по диаметру в зависимости от мощности лампы и составляют 14 (миньон), 27 и 40 мм с соответственным обозначением – Е14, Е27 и Е40. Лампы рассчитаны на напряже-

ния питающей сети 127 и 220В. Они имеют сравнительно низкую световую отдачу порядка 12-15 лм/Вт, так как большую часть излучения выделяют в инфракрасном диапазоне спектра. Срок службы их порядка 1000 часов.

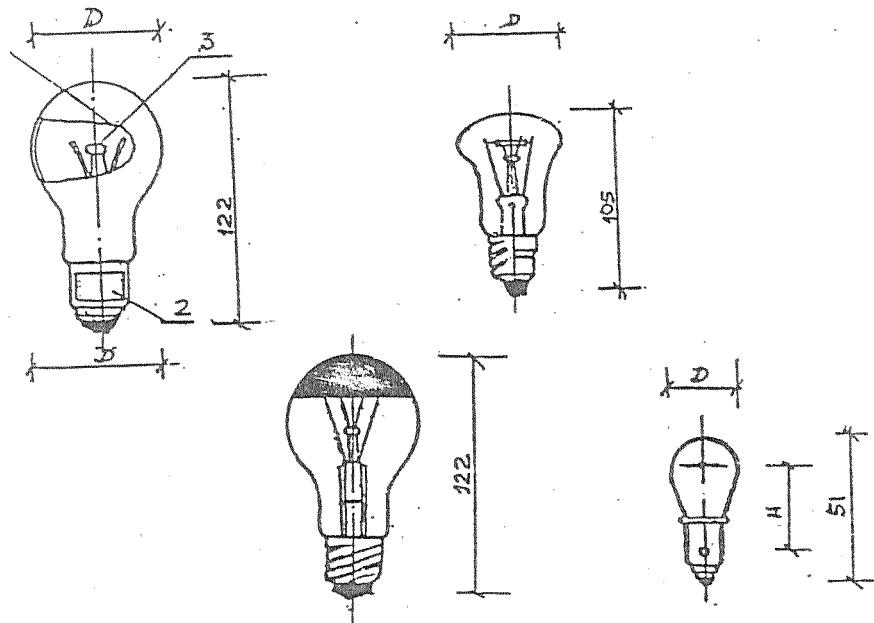


Рис. 6. Лампы накаливания общего назначения.

Лампы накаливания общего назначения по условиям заполнения внутреннего объема изготавливаются пустотными (вакуумными) и газонаполненными (аргоновые, криptonые и др.). Характер наполнения колб не влияет на цветопередающие свойства излучения ламп и определяется лишь их конструктивные габариты и мощность.

На цветопередающие свойства и светораспределение ламп накаливания существенное влияние оказывает характер светотехнического выполнения колбы. Наряду с лампами в прозрачной колбе, промышленностью выпускаются лампы в матированных и молочных колбах, имеющих более равномерное светораспределение и пониженную блесткость. Лампы накаливания общего назначения отечественного производства в основном близки по параметрам к зарубежным образцам и могут использоваться в соот-

ветствующих зарубежных светильниках. В то же время иностранными светотехническими фирмами освоен выпуск ряда специальных ламп накаливания.

В световых приборах для освещения экспозиций художественных музеев в последнее время находят применение лампы накаливания с зеркальным (или затемненным) куполом колбы. (Рис.6). Источники света данного типа выпускаются рядом зарубежных фирм ("Тунгсрам" – Венгрия, "Айрам" – Финляндия и др.). Эти лампы обеспечивают снижение блесткости светильника и позволяют уменьшить уровень теплового воздействия света на экспонаты.

В ГМИИ им. А.С. Пушкина освещение вертикальных стендов выполнено лампами подобного типа производства фирмы "Айрам", рассчитанными на номинальное напряжение сети 220 Вольт.

Излучение обычных ламп накаливания желтоватое, оно вызывает визуальное потемнение цветов и снижение цветовых контрастов, что не всегда является желательным. Неодимовые лампы представляют собой новый вариант обычной лампы накаливания с исправленной цветопередачей. Улучшенное качество цветопередачи с помощью неодимовых ламп достигается за счет изготовления колбы из специального стекла, содержащего окись неодима и значительно поглощающего излучение в желтой части спектра. Насыщенность цветов и глубина контрастов цвета при этом возрастает. Цветовая температура неодимовых ламп примерно на 50°К выше, чем у соответствующих ламп накаливания. Производство неодимовых ламп с различным конструктивным решением налажено в ряде зарубежных фирм.

В практике организации музейного освещения за рубежом в последние годы все большее применение находят низковольтные лампы накаливания, рассчитанные на напряжение 6, 12, 24В. (Рис.6). Повышенные значения тока питания этих ламп обеспечивают более высокую яркость излучения, а малые габариты тела накала позволяют получить источники света с более концентрированным светораспределением. Рядом зарубежных фирм, в частности, разработаны низковольтные лампы накаливания с возможностью получения полезного угла рассеяния менее 7° и мощностью до 150 Вт. Используя такие источники света, можно обеспечить световое акцентирование фрагментов экспозиции или отдельных экспонатов при скрытом размещении малогабаритных осветительных устройств.

Применение ламп накаливания общего назначения в музеях возможно лишь совместно со световыми приборами, имеющими оптические отражатели для перераспределения светового потока

в пределах определенного телесного угла. Это связано с усложнением конструкций приборов и соблюдением правил их эксплуатации (ограничения по типажу ламп, чистка поверхностей отражателей и др.). В связи с этим значительное распространение в музейном освещении получили также зеркальные лампы. Зеркальными лампами называются лампы накаливания, изготовленные с колбами специальной расчетной формы, задняя внутренняя поверхность которых зеркализуется алюминированием с целью соответствующего перераспределения светового потока. Эскизы конструкций зеркальных ламп показаны на рис.7.

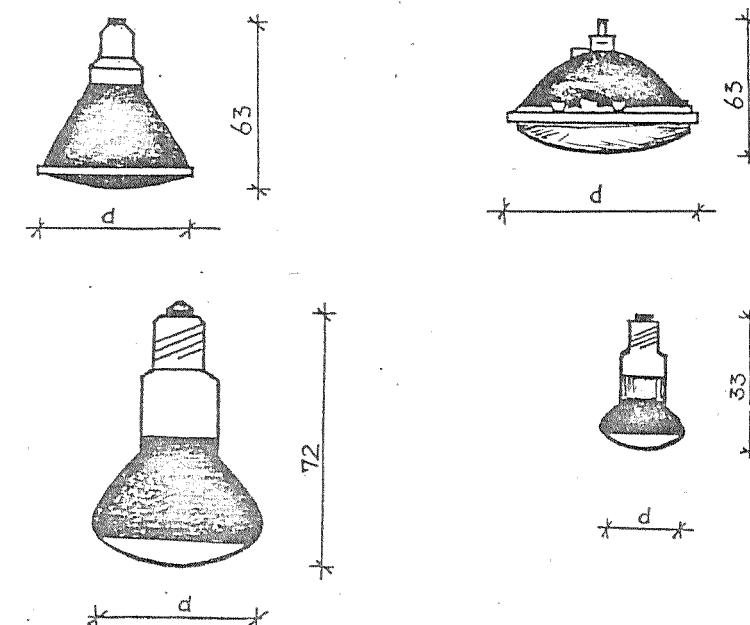


Рис. 7. Зеркальные лампы накаливания.

Зеркальные лампы выпускаются с концентрированным, широким и средним светораспределением. В практике музейного освещения находят применение главным образом лампы концентрированного светораспределения, в наибольшей степени локализующие световой поток в заданной зоне. Отражатели ламп с концентрированным светораспределением имеют параболическую форму. Внутренняя поверхность их покрыта зеркаль-

вым слоем, купол матирован. Световой поток, отраженный зеркальным слоем, выходит сконцентрированным через матированный купол колбы (не менее 40% всего светового потока излучается в пространственном угле, соответствующем углу 40° от оси лампы). Поэтому, даже при большой высоте подвеса ламп, на освещаемых поверхностях создается достаточная освещенность.

В таблице 7 приведены основные типы зеркальных ламп накаливания отечественного производства, рекомендуемых для музеев, и их основные характеристики.

За рубежом освоен выпуск малогабаритных зеркальных ламп мощностью 40 Вт с цоколем E14 (миньон). Эти типы ламп весьма перспективны для создания малогабаритных светильников направленного света для освещения витрин (рис.7).

Таблица 7.

#### Зеркальные лампы накаливания.

Тип лампы	Номинальные значения				
	Мощность, Вт	Напряжение питания, В	Осевая сила света, Кл	Срок службы ламп, час	Тип цоколя
ЗК 220-60	60	220	890	1000	E27
ЗК 220-100	100	220	1780	1100	E27
ЗК 220-300-1	300	220	3650	1000	E40

Новейшими и очень перспективными являются лампы накаливания с зеркальным отражателем, на поверхность которого нанесены тончайшие многослойные интерференционные покрытия. За счет возникновения явлений интерференции света можно получить одновременно высокий коэффициент отражения излучения в видимой области спектра (до 95%) и большой коэффициент пропускания (до 75%) инфракрасного излучения. Использование отражателей с такими покрытиями позволяет получить источники света с "холодным" пучком благодаря тому, что значительная часть теплового излучения пропускается отражателем и не попадает в сформированный пучок.

За рубежом многими ведущими фирмами по разработке источников света наложен выпуск таких ламп различных модификаций. В частности, фирмы "Филипс" и "Тунгерам" производят зеркальные лампы накаливания PAR38 на стандартные сетевые напряжения и номинальные мощности 150 Вт. Лампы PAR38 Cool (рис.7) "холодного" пучка изготавливаются из термопрочного стекла, с возможностью применения без светильника, в двух модификациях Spot (с углом рассеяния 16°) и Flood (с углом рас-

сения 30°). Основные характеристики этих ламп приведены в таблице 8.

Таблица 8.

#### Зеркальные лампы накаливания типа PAR38.

Тип лампы	Номинальные значения				
	Мощность Вт	Напряжение питания, В	Осевая сила света, Кл	Срок службы ламп, час	Тип цоколя
PAR-38 Cool Spot	150	115-130 220-240	9500	2000	E27
PAR-38 Cool Flood	150	-"	3400	2000	E27

Фирмой "Осрам" выпускается зеркальная лампа накаливания с термопрессованной колбой мощностью 300 Вт типа PAR-56. Габариты этой лампы значительно меньше выпускаемой у нас зеркальной лампы типа ЗК 220-300-1, а срок службы в два раза выше.

В ряде случаев при организации систем музейного освещения применяют галогенные лампы накаливания. Конструктивно лампы накаливания с галогенным циклом представляют собой цилиндр небольшого диаметра из кварца. Тело накала лампы располагается строго по оси цилиндра. Колба наполняется инертным газом аргоном, ксеноном или криптоном с добавлением дозированного количества галогена. Общий вид разновидностей этих ламп, применяемых в практике музейного и реставрационного освещения, показан на рис.8.

Преимущество галогенных ламп состоит в малых габаритах (позволяющих осуществить большую концентрацию светового потока) и повышенной температуре тела накала (до 3200°K), обеспечивающей улучшение цветопередачи при освещении.

Повышенный по сравнению с обычными лампами накаливания уровень тепловой радиации и ультрафиолета может быть скомпенсирован за счет применения эффективных светозащитных фильтров.

В театральных светильниках типа СвТГ-05 и СвТГ-1, используемых в реставрационной практике, применяются отечественные трубчатые галогенные лампы, характеристики которых приведены в таблице 9.

Производимые зарубежными фирмами галогенные лампы накаливания отличаются от наших образцов значительно более широким ассортиментом, меньшими габаритами и значительно (в 2-3 раза) более высоким сроком службы.

Таблица 9.

Трубчатые галогенные лампы.

Тип лампы	Номинальные значения				
	Мощность, Вт	Напряжение питания, В	Световой поток, Клм	Срок службы ламп, час	Тип цоколя
КГ 220-500	500	220	13,5	150	плоский металлический
КГ 220-1000	1000	220	26	420	плоский металлический

Например, зарубежными фирмами выпускаются миниатюрные галогенные лампы, закрепленные на стеклянном отражателе с интерференционным покрытием с "холодным" световым пучком (рис.8).

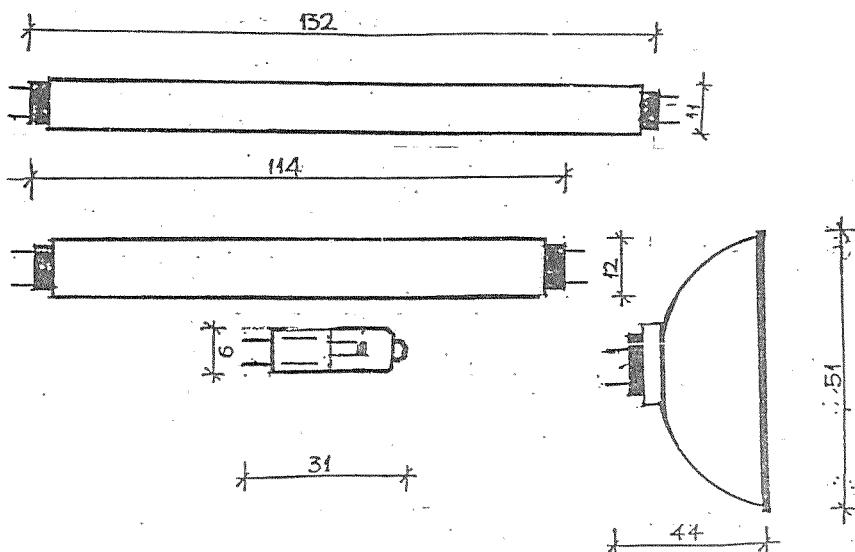


Рис. 8. Галогенные лампы накаливания.

1. Трубчатая галогенная лампа мощностью 5000 вт.
2. Трубчатая галогенная лампа мощностью 3000 вт.
3. Низковольтная галогенная лампа "холодного" свечения COOL SPOT "Osram".
4. Низковольтная галогенная лампа мощностью 20 вт "Osram".

Лампы применяются в ряде специализированных светильников музейного и реставрационного освещения. В таблице 10 приводятся параметры таких ламп.

Таблица 10.

Галогенные лампы "холодного" пучка.

Тип лампы	Номинальные значения				
	Мощность, Вт	Напряжение питания, В	Срок службы ламп, час	Длина, мм	Диаметр, мм
Spot 52460	50	12	3000	44,5	50,5
52480	75				
Flood 52470	50	12	3000	44,5	50,5
52490	75				

Люминесцентные лампы представляют собой разрядные источники света низкого давления, в которых ультрафиолетовое излучение ртутного разряда преобразуется люминофором в более длинноволновое излучение. Применение этих ламп в музейной практике в ряде случаев определяется некоторыми преимуществами их характеристик по сравнению с лампами накаливания (в частности, по светоотдаче, сроку службы, цветопередающим свойствам). Общий вид различных типов люминесцентных ламп показан на рис.9.

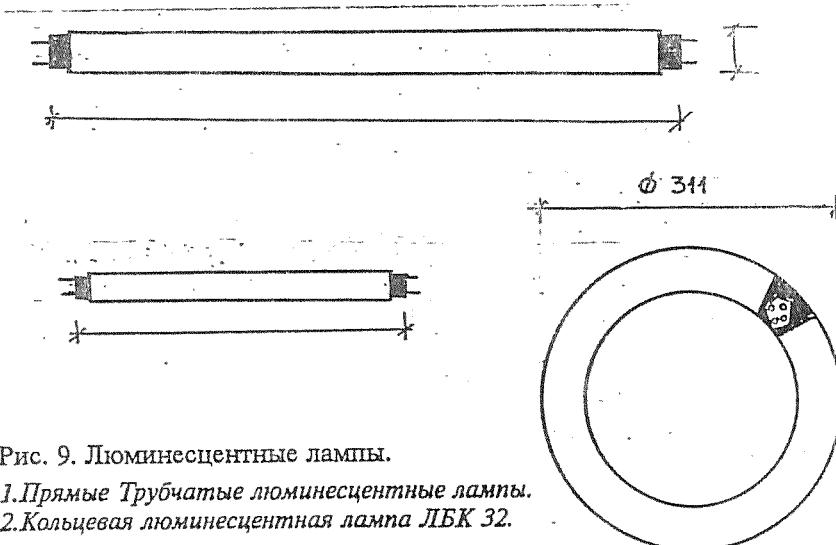


Рис. 9. Люминесцентные лампы.

1. Прямые Трубчатые люминесцентные лампы.
2. Кольцевая люминесцентная лампа ЛБК 32.

Стандартные люминесцентные лампы имеют вид линейных цилиндрических стеклянных трубок диаметром 40 или 27 мм с различной длиной в зависимости от их мощности (15, 20, 30, 40, 65 или 80 Вт). На обоих концах трубы впаиваются электроды, на которых монтируются вольфрамовые катоды биспиральной формы. Внутренняя поверхность трубы покрывается равномерно

тонким слоем одного или нескольких люминофоров. На каждом конце лампы укрепляется специальный цоколь с двумя штырьками, к которым припаиваются электроды. После откачки лампы внутрь ее вводится незначительное количество ртути и чистого аргона, служащего для понижения потенциала зажигания и уменьшения распыления электродов.

Световая отдача люминесцентных ламп составляет 35-75 лм/Вт, средняя продолжительность горения 10000 час, что значительно превышает аналогичные характеристики ламп накаливания. Для обеспечения различных нужд осветительной техники среди многочисленных цветовых оттенков, которые можно получить с помощью люминофоров, для люминесцентных ламп отечественного производства установлены пять оттенков, воспроизводящих отдельные стадии дневного света. (Таблица 11). Доля ультрафиолетовой составляющей в излучении люминесцентных ламп различных типов существенно разная. Наиболее высокий уровень ультрафиолета имеют лампы с большими значениями цветовой температуры (типа ЛД, ЛХБ), тогда как этот показатель для ламп типа ЛТБ и ЛЕ ниже примерно в 2,5 раза.

Таблица 11.

#### Цветовые характеристики люминесцентных ламп.

Наименование цвета излучения ламп	Обозначение	Цветовая температура, К°	Соответствие по цветности источнику
Дневного света	ЛД	6500	Голубое небо без солнца
Холодно-белого света	ЛХБ	4800	Дневное небо, покрытое тонким слоем белых облаков
Белого света	ЛБ	4200	Яркий солнечный день
Естественно-белого цвета	ЛЕ	3900	Солнечный день с дымкой
Тепло-белого цвета	ЛТБ	2800	Лампы накаливания

В реставрационной практике используется разновидность люминесцентных ламп по конструктивному исполнению – кольцевые лампы (рис. 9). По цветовым характеристикам они соответствуют лампам типа ЛБ и выпускаются на мощности 22, 32 и 40 Вт (обозначение ламп ЛБК).

Применение в музеях традиционных люминесцентных ламп связано с условиями повышения ультрафиолетовой составляющей в освещении экспозиции. Возможный путь снижения уровня УФ излучения – применение люминесцентных ламп де-

люкс с двумя и более слоями люминофоров. Спектр излучения ламп с двухслойным покрытием определяется смесью люминофоров, активированных редкоземельными элементами. За счет этого достигается не только снижение ультрафиолетовой составляющей в излучении ламп, но и значительное разнообразие цветовых оттенков при высоком качестве цветопередачи.

Финской фирмой "Айрам" выпускаются четыре разновидности ламп делюкс с различными цветовыми температурами на номиналы мощности 20, 40, 65 и 80 Вт. Характеристики этих ламп приводятся в таблице 12.

Таблица 12.

#### Лампы делюкс фирмы "Айрам".

Тип лампы	Цветовая темпера-тура, К	Оттенок излучения	Класс качест-ва цветопере-дачи	Примечание
1	2	3	4	5
ЛХС делюкс дневного света	5000	холодный	1 отличный	Для освещения цветовых эталонов с точным воспроизведением цветов
2Х белый делюкс яркий	3900	средний	1 отличный	Для освещения выставок с отличной цветопередачей
3Х белый делюкс яркий	2800	теплый	2 хороший	Для освещения интерьера и выставок с лампами накаливания
3ХХ специальный белый делюкс	3000	теплый	1 отличный	Для освещения интерьера и выставок с лампами "неодим"

В принятых в нашей стране обозначениях ламп делюкс после букв, характеризующих цвет излучения, добавляется буква "Ц" (ЛДЦ, ЛТБЦ и т.д.). Отечественной промышленностью освоен выпуск этих ламп в трех модификациях под индексами ЛТБЦ, ЛХБЦ и ЛБТЦ, мощностью 20 и 40 Вт. Характеристики данных ламп сведены в таблице 13.

Таблица 13.

#### Лампы делюкс отечественного производства.

Тип лампы	Мощность, Вт	Световой по-ток, лм	Цветовая темпера-тура, °К	Индекс цветопе-редачи
ЛТБЦ	40	1700	2800	79 - 83
ЛХБЦ (ЛЕ)	40	2100	3900	85
ЛБТЦ	40	3000	3500	79 - 83

При применении всех типов люминесцентных ламп необходимо учитывать наличие в их излучении стробоскопического эффекта – пульсации излучения с частотой порядка 100 Гц, что влияет на качественные характеристики освещения помещений.

Для исключения этого явления применяются особые электрические схемы включения лампы на различные фазы трехфазной сети или применение искусственного смещения фаз с помощью специальных схем.

В последние годы разработаны новые источники света – металлогалогенные лампы на основе ртутных ламп высокого давления. Повышенное качество цветопередачи, приближающееся к естественному дневному свету, обеспечивается за счет введения в разряд ртути металлоидных добавок, которые действуют на увеличение интенсивности света в синих, зеленых и желто-красных спектральных полосах. Световая отдача этих ламп очень высока и составляет около 100 лм/Вт. Лампы с пускорегулирующей аппаратурой питаются от сети переменного тока частотой 50 Гц.

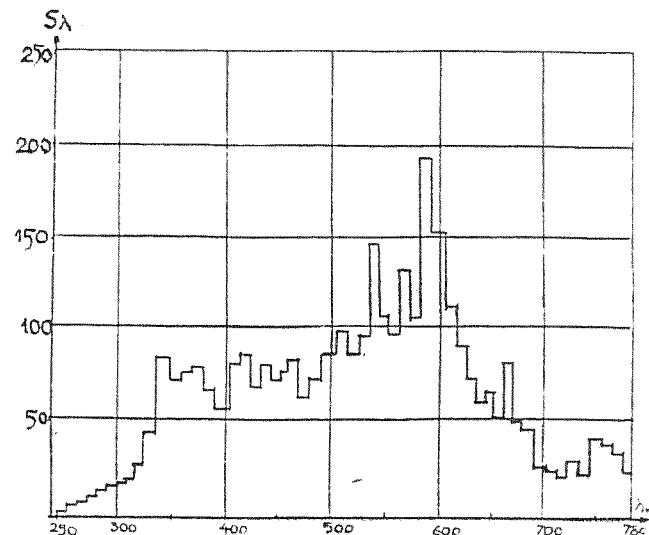


Рис. 10. Спектральная характеристика излучения лампы TS 250W/D (Энгельбрехт, Германия).

За рубежом разработан ряд конструкций металлогалогенных ламп, рекомендуемых для целей реставрационного освещения. Например, фирма "Энгельбрехт" (Германия) рекомендует металлогалогенную лампу TS 250W/D мощностью 250 Вт, имеющую цветопередачу идентичную дневному свету с цветовой температурой

6000°К. Это достигается добавлением в ртутный разряд разных металлических иодидов. Спектральная характеристика излучения этой лампы изображена на рис.10. В течение срока службы первоначальная цветовая температура лампы спадает приблизительно на 600°К, при этом свет становится слегка теплее, а цветопередача еще благоприятнее. За счет высокой светоотдачи 250-ваттная лампа создает уровень освещенности, соответствующие лампе накаливания мощностью 1000 Вт. Лампа почти не излучает в инфракрасном диапазоне, ввиду чего отсутствует эффект нагрева реставрируемого объекта. Пластина из закаленного силиката поглощает компоненты ультрафиолетового излучения до уровней более низких, чем при естественном свете.

#### *Фильтрация излучений искусственных источников света.*

При выборе материалов для светофильтров искусственных источников света наряду с требованиями к оптимальной характеристике светопропускания (минимизирующей в световом пучке вредные для экспонатов излучения) необходимо обеспечить хорошую цветопередачу объектов, выполнение норм пожаробезопасности, доступность для приобретения и экономичность.

За рубежом широкое применение в светильниках музейного освещения находят различные стеклянные селективные светофильтры. Фирмой "Шудерер" (Германия) рекламируется ряд ультрафиолетовых и инфракрасных светофильтров для использования в световых приборах с лампами накаливания. Применяется два типа ультрафиолетовых фильтров на основе специальных стекол с ксеноновой пленкой, обеспечивающей границу фильтрации 360 нм и не искажающей передачу цвета, и с пленкой ультрафан с границей прозрачности 410 нм, но несколько искажающей передачу фиолетовых тонов. Имеется много разновидностей инфракрасных светофильтров с возможностью перемещения спектральной границы поглощения от 700 нм и выше. Вся номенклатура светильников для музеев, выпускаемых ведущими зарубежными фирмами (например "ЭРКО" Германия), обеспечена по комплектации фильтрами подобного типа, поставляемыми по желанию заказчика.

С точки зрения экономичности, перспективным является использование в этих целях специальных образцов строительного стекла, получаемых на основе двуокиси кремния. Это обычные оконные стекла, теплозащитные, солнцезащитные и стекла многослойные повышенной прочности.

Однослойные стекла, поглощающие ультрафиолетовые и инфракрасные лучи, могут быть двух типов: окрашенные в массе и с окисно-металлическими пленочными покрытиями на стекле

сочного типа. Среди стекол, поглощающих ультрафиолетовое излучение за счет своего химического состава – бесцветные стекла, содержащие окислы свинца, церия и ванадия. Стекла, содержащие сернистый кадмий, окислы хрома, имеют слабую желтую окраску. Стекла, в состав которых входит селен, сернистый кадмий, окислы хрома и цинковые белила имеют интенсивный желтый цвет.

Саратовский завод "Техстройстекло" производит стекло полированное теплопоглощающее ПТП голубого, серого и бронзового тона. Интегральные коэффициенты пропускания стекла в УФ области излучений, в видимой области и в инфракрасной части спектра представлены в таблице 14. Стекло ПТП выпускается толщиной 3, 4, 5 и 6 мм, шириной 900, 1200 мм.

Таблица 14.

Интегральные коэффициенты светопропускания различных типов листовых строительных стекол.

Вид стекла	Коэффициент светопропускания, %		
	УФ-область	Видимая область	ИК-область
Окноное обыкновенное	36	92	86
Теплозащитное ПТП			
голубое	28	80	45
серое	21	65	55
бронзовое	17	66	60
Солнцезащитное с окисно-металлической пленкой			
серое	2	13	35
бронзовое	4	25	45
Стекло многослойное			
"Триплекс"	12	78	65

По своим характеристикам стекло ПТП может быть использовано в светильниках с лампами накаливания для фильтрации инфракрасных излучений и частичной корректировки цветности излучения источника света (см. таблицу 15).

Саратовским заводом выпускается также безсколочное стекло, многослойное, повышенной прочности - МнА-15 Триплекс. Оно состоит из двух или нескольких полированных листов с прослойкой из одного или нескольких слоев поливинил-бутиральной пленки, поглощающей ультрафиолетовые излучения. Интегральные коэффициенты пропускания стекла в различных областях спектра представлены в таблице 14. Стекло МнА-15 выпускается толщиной 10, 12, 15 мм, шириной 800-1200 мм. Многослойное стекло используется, например, для остекления потолочных фонарей, за которыми располагаются интенсивные источники ис-

кусственного света. Оно имеет высокие прочностные свойства (критическая энергия удара 280-340 Кд/м<sup>2</sup>), которые обеспечивают определенную защиту от физического проникновения.

Для защиты от ультрафиолетовых излучений и цветовой коррекции в последние годы все большее применение находят различные типы полимерных пленок, имеющих сравнительно низкую стоимость. Фирмой "Колорковер" выпускаются полированные пленки с селективным поглощением ультрафиолетовых излучений до 98%, которые используются в виде защитных "чулков", надеваемых на люминесцентные лампы. Фирма гарантирует стабильность светозащитных характеристик в течение всего срока (10000 час.) работы лампы.

Таблица 15.

Значения цветовой температуры излучения лампы накаливания с теплозащитным стеклом ПТП.

Источник света	Цветовая температура излучения при цветовом тоне стекла, °К			
	без стекла	голубое	серое	бронзовое
Зеркальная лампа накаливания 100Вт	2600	2775	2600	2500

Исследования отечественных, разработанных для других целей полимерных пленок, с точки зрения изучения характеристик светопропускания, оказались весьма перспективными для применения в светозащитных устройствах систем музеиного освещения. В частности, пленка ТГА, разработанная НПО "Пластик" в качестве негорючего полимерного материала с антистатическими свойствами.

Применение данной пленки для экранирования источника света позволит снизить уровень ультрафиолета от люминесцентных ламп типа ЛХБ, ЛБ, ЛТБЦ до значений облученности, создаваемых наименее вредными источниками света – лампами накаливания. Применение пленки возможно в виде покрытия лампы, на поверхности рассеивателя светильника или на стекле, отделяющем осветительный блок от экспозиционного объема витрины. Относительно высокий уровень прозрачности пленки в видимой области спектра и хорошие рассеивающие свойства обеспечивают необходимый комфорт зрительного восприятия.

Цветопередающие характеристики ламп накаливания всех типов можно существенно улучшить, применяя пленочные киноосветительные светофильтры, предназначенные для цветных киносъемок. Кинопромышленностью выпускаются пленочные компенсационные светофильтры для улучшения цветопередачи ламп накаливания, в том числе ЛН-ДС голубого тона (коэффициент пропускания 0,3), повышающий эффективную цветовую темпера-

туру излучения галогенных ламп накаливания с 3200 до 5500°К, и ЛН-ЛН бледно-голубого тона (коэффициент пропускания 0,72), повышающий цветовую температуру излучения стандартных ламп накаливания с 2900 до 3300°К.

Кроме того, выпускается совокупность цветоакцентирующих пленочных светофильтров (характеристики которых приведены в таблице 16), рекомендуемых для освещения однотонных по цвету экспонатов.

Таблица 16.

**Характеристика цвета акцентирующих пленочных светофильтров.**

№ светофильтра по каталогу	Марка	Цвет	Номинальные зоны спектрального пропускания, нм
11	С-5	синий	350-400
14	Г-5	голубой	350-540
20	С3-5	сине-зеленый	430-590
23	З-5	зеленый	480-590
26	ЖЗ-10	желто-зеленый	480-635
29	ЗЖ-10	зелено-желтый	480-700
32	Ж-10	желтый	570-700
35	О-10	оранжевый	565-700
37	ОК100	оранжевокрасный	500-700
39	Р-10	розовый	600-700
41	ТК-100	темно-красный	625-700
43	М-10	малиновый	350-420 и 590-700
46	П-5	пурпурный	350-470 и 590-700
49	Л-5	лиловый	350-470 и 635-700

Освещение монохромных экспонатов цветом идентичной цветовой структуры позволяет повысить их экспозиционные свойства, а также существенно снизить вредные воздействия светового излучения.

*Специализированные световые приборы систем искусственного освещения.*

Искусственное освещение экспозиционных залов, как правило, должно включать систему общего освещения всего интерьера помещения в сочетании с системой местного освещения отдельных экспонатов или групп экспонатов с учетом их видовых свойств и характеристик светостойкости.

Из систем общего освещения залов в настоящее время наибольшее распространено равномерное освещение с использованием световых потолков и встроенных или потолочных светильников. Более перспективным для музеев в ряде случаев являются системы общего локализированного освещения, когда расположение световых приборов и характер их светораспределения выбираются с учетом расположения экспонатов в помещении. Особенность локализованного освещения в том, что светильники, акцентированно освещдающие экспонаты, одновременно освещают и всю площадь помещения.

Общее освещение залов музеев рекомендуется дополнять системами местного освещения для акцентированной подсветки экспонатов, размещаемых на стенах и в витринах.

Все перечисленные системы освещения требуют для своей реализации разнотипных световых приборов в специализированном исполнении для музейного освещения. Световой прибор (светильник) содержит источник света (лампу) и осветительную арматуру. Осветительная арматура перераспределяет свет лампы в пространстве, преобразует его спектральный состав, содержит устройства изменения характеристик сети питания для работы источника света. Наряду с этим осветительная арматура выполняет функции защиты лампы от воздействия окружающей среды, механических повреждений, обеспечивает крепление лампы и подключение её к источнику питания, а также крепление всего светового прибора в месте установки.

Общим для большинства световых приборов недостатком, ограничивающим их использование в музейной практике, является отсутствие конструктивных элементов для установки устройств фильтрации излучений.

Специалистами ГосНИИР в 1980-х годах была выполнена экспериментальная разработка по оснащению некоторых типов световых приборов бытового назначения дополнительными приспособлениями для установки светофильтров с учётом норм музейного хранения. Для освещения экспонатов в помещении открытого запасника отдела Востока ГМИИ им. А.С.Пушкина разработано теплозащитное устройство для серийных светильников, наиболее широко применяемых в настоящее время в музейном освещении. Общий вид светильника с теплозащитным устройством (насадкой) приведён на рис. 11.

Насадка из окрашенной листовой стали представляет собой цилиндрическую оправу с вентиляционными отверстиями, крепящуюся на корпусе светильника зажимными винтами. Круглый стеклянный светофильтр удерживается в корпусе оправы упругим полукольцом. Насадка

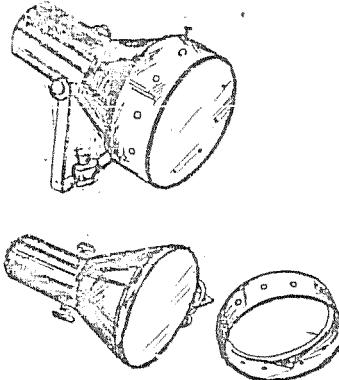


Рис.11. Светильник арт. 341 с теплозащитным устройством.

предназначена для применения со светофильтрами толщиной 3 и 5 мм из теплозащитного стекла ПТП голубого, серого или бронзового тона. В соответствии с Государственной программой разработки технических средств для организаций культуры по исходным требованиям ГосНИИР в последние годы определены и созданы серии экспозиционных светильников, обеспечивающих общее и акцентированное освещение экспозиционных залов музеев с учётом требований музейного хранения, а также заданных условий эксплуатации.

Заказы на приобретение созданных промышленными организациями России светильников для музеев можно производить через АО "ИНТЕРПРОМКУЛЬТУРА" (Москва).

Как показали результаты испытаний, некоторые светильники, разработанные для освещения интерьеров жилых помещений и офисов, могут также использоваться в музейном освещении (например, серия на основе светового модуля НББ-025-60, который представляет собой малогабаритный прибор с лампой накаливания или с зеркальной лампой накаливания (рис. 12). Светильники имеют современную форму, их корпус окрашен ахроматическими диффузными эмалями различного тона.

Серия светильников включает в себя: светильник с прищепкой НББ-25-60-001, светильник настенный НББ-25-60-021, светильник экспозиционный НББ-25-2×60-025 (два плафона на основании в виде диска), светильник экспозиционный НББ-25-2×60-023 (два плафона на алюминиевом профиле), светильник экспозиционный НББ-25-3×60-026 (три плафона на основании в виде диска), светильник экспозиционный НББ-25-3×60-024 (три плафона на алюминиевом профиле). В светильниках используются лампы накаливания мощностью 40 и 60 Вт, а также зеркальные лампы концентрированного света мощностью 60 и 100 Вт.

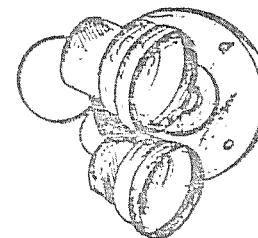
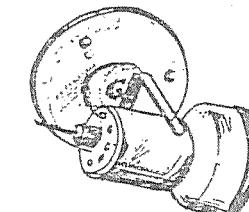
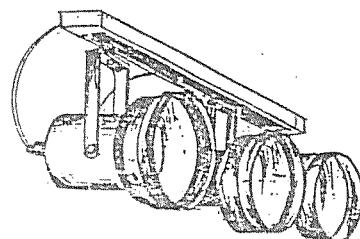
Серия светильников на основе светового модуля НББ-025-60 рекомендуется для следующих систем освещения в экспозиции:

общего равномерного освещения настенной экспозиции из несветостойких материалов (ткань, акварель, графика, рукописи и т.п.) с установкой светильников на расстоянии 1 – 1,5 м от экспозиции с шагом 2 м;

акцентированной подсветки конкретного экспоната при установке зеркальной лампы накаливания с расстояния 1,5 – 2 м.



Светильник "Флора".



Светильники серии НББ-025-60.

Рис.12. Светильники бытового назначения для использования в музеях.

Светильники "ФЛОРЫ" (рис. 12) используются для освещения интерьеров жилых помещений, офисов, выставочных торговых залов, кафе и т.п. Светильники изготавливаются из негорючего пластика чёрного или голубого тона и могут крепиться на потолке (светильники НББ-25-60-049, СББ-94-100-002) либо на стене (светильники НББ-25-60-020, СББ-94-100-008). В светильниках НББ-25-60-049, НББ-25-60-020 используются лампы накаливания общего назначения мощностью 40 и 60 Вт, а зеркальные лампы мощностью 60 Вт, в светильниках СББ-94-100-002, СББ-94-100-008 используются зеркальные лампы мощностью 60 и 100 Вт.

Экспертиза светильников в лаборатории ГосНИИ Реставрации позволяет рекомендовать их применение, в частности, при освещении горизонтальных экспозиционных витрин, расположенных пристенно или отдельно в центре зала. При использовании зеркальных ламп накаливания концентрированный свет, направленный на экспонат, исключает дискомфортную блескость. В соответствии с техническими требованиями ГосНИИР разработаны и серийно выпускаются специализированные светильники музейного освещения типа "ФАКЕЛ" и "МАСТЕР" (рис. 13).

Светильник "ФАКЕЛ" предназначен для местного освещения несветостойких экспонатов в музеях. Конструкция светильника предусматривает возможность использования как лампы накаливания общего назначения мощностью 40 Вт и 60 Вт, так и зеркальных ламп.

концентрированного света мощностью 60 Вт и 100 Вт. Световое отверстие светильника экранировано тональным светофильтром, снижающим воздействие ультрафиолетовых и инфракрасных излучений на экспонаты, одновременно улучшая их видовые свойства. Конструкция позволяет устанавливать светильник как на алюминиевом профиле, так и на различных элементах интерьера и регулировать направление светового потока поворотом в двух плоскостях на угол не менее 120° с фиксацией положения.

Конструкция светильника типа "МАСТЕР" позволяет использовать лампы накаливания общего назначения мощностью 40, 60 и 100 Вт, и зеркальные лампы концентрированного света мощностью 60 и 100 Вт, что обеспечивает возможность экспозиционного освещения различных по светостойкости музейных экспонатов. Применение в светильнике тонального светофильтра, снижающего долю ультрафиолетовых и инфракрасных излучений, усиливает экспозиционную выразительность, станковой масляной и темперной живописи (икон).

Качественное покрытие корпуса светильника диффузными ахроматическими порошковыми эмалями может быть различного тона по желанию заказчика. Предусмотрена возможность лёгкой замены источников света без применения специального инструмента. Экранирование выходного отверстия светильника и применение керамического патрона обеспечивает выполнение особых норм пожаробезопасности в музее.

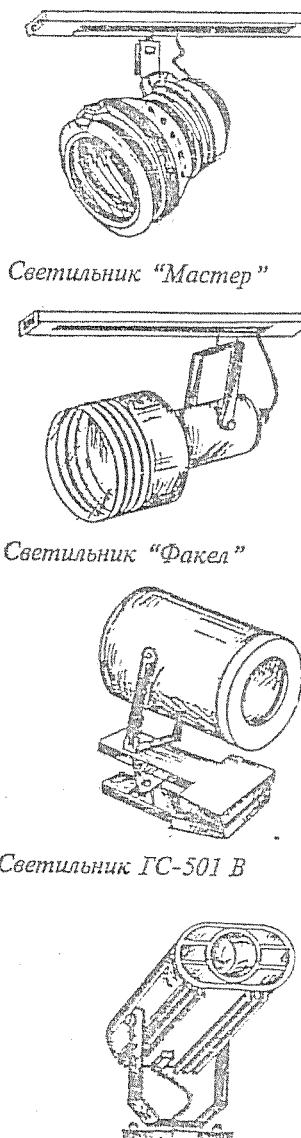


Рис. 13. Специальные светильники для музейного освещения.

Кроме светильников, использующих лампы накаливания общего назначения и зеркальные лампы накаливания, в России разработаны и выпускаются световые приборы на качественно новых источниках света. В частности, светильники ГС-403 и ГС-501В концентрированного света с галогенными лампами "холодного пучка" (рис. 13).

Применённая в светильниках миниатюрная галогенная лампа типа КГИ с фацетным интерференционным отражением, выпускаемая в России и за рубежом, обеспечивает качественное экспозиционное освещение с одновременным снижением уровня составляющих излучения в ИК области, влияющих на сохранность экспонатов (согласно экспертизе ламп в ГосНИИ Реставрации, вредные составляющие в ИК области ниже примерно в 5 раз по отношению к стандартным лампам накаливания).

Светильник ГС-403 (ИББ-75-50 -007) предназначен для местного освещения вертикальных экспозиционных зон и акцентированного освещения отдельных экспонатов. В светильнике могут использоваться галогенные лампы мощностью 20 и 50 Вт с углом рассеяния 10, 20 и 60 градусов. В конструкции светильника имеется встроенный электронный преобразователь 220/ 12 В с плавным включением лампы для увеличения срока её службы. Питание светильника от сети 220 В 50 Гц.

Технический дизайн светильника подтверждён международным сертификатом. Окраска корпуса диффузными ахроматическими эмалями может быть различного тона (белого, серого, чёрного) по желанию заказчика. Конструкция светильника позволяет крепить его как на различных элементах интерьера, так и на алюминиевом профиле (при отдельном заказе на осветительном шинопроводе фирмы "СЕЛЮКС", Австрия).

Миниатюрный светильник ГС - 501В предназначен для акцентированного освещения отдельных экспонатов, расположенных в витринах и на стендах, а также фрагментов экспозиций в музеях.

Светотехнические характеристики светильника полностью соответствуют параметрам светильника ГС-403, однако конструктивное решение по вынесению блока преобразователя напряжения в отдельный узел позволило резко сократить габариты светильного блока, позволяющие ненавязчиво вписать его в структуру экспозиции. Преобразователь напряжения позволяет подключить один светильник с лампой КГИ мощностью 50 Вт или два светильника с лампами мощностью 20 Вт. Конструктивная форма корпуса светильника и диапазон его окраски ахроматическими эмалями позволяет добиться эффекта "исчезновения источника света" в экспозиции при максимальном зрительном эффекте.

Светильник ГС-501В легко встраивается в потолок, стеновую панель, выставочную витрину с возможностями регулировки светового потока в двух плоскостях в пределах угла не менее 120 градусов.

Целым рядом зарубежных фирм освоен выпуск специализированных световых приборов для музеев на основе современных промышленных технологий. Широкое разнообразие по функциональным характеристикам и решениям технического дизайна достигается за счёт использования выпускаемого ассортимента новейших световых приборов для оборудования офисов, торговых залов и витрин, интерьеров общественных зданий.

При освещении экспозиционных залов в музеях особое значение имеет типаж световых приборов, позволяющий производить гибкие изменения систем освещения простыми и экономическими способами. Оперативная перекомпоновка систем освещения при смене экспозиций может быть обеспечена с помощью малогабаритных осветительных шинопроводов, широко распространённых за рубежом. Осветительный шинопровод представляет собой протяжённый рельсоподобный токосъёмник с экструдированным из алюминия корпусом и внутренними токоведущими жилами в пластмассовой изоляции. С помощью специального адаптера, являющегося частью конструкции светового прибора, может быть обеспечено механическое крепление световых приборов в любом месте шинопровода и их электрическое подключение без использования каких-либо приспособлений и инструмента.

Конструкции шинопроводов обеспечивают возможность ответвления в любую сторону, подключение различных токосъёмников, крепление к опорной поверхности в любой точке по длине. Шинопроводы и адаптеры выполняются в однофазном и трёхфазном исполнении. Трёхфазные шинопроводы позволяют производить раздельное включение осветительной аппаратуры в трёх отдельных группах. На осветительных шинопроводах обычно устанавливаются светильники меетного освещения направленного света или прожекторные световые приборы.

Технические пути конструктивного оформления световых приборов подобного типа можно проиллюстрировать на основе существующих программ производства специализированных светильников для музеев фирмой "ЭРКО" (Германия), являющейся одной из ведущих фирм в этой области в мире. Выпуск фирмой светильников для музеев производится в рамках четырёх программ "Eclips", "Druckgussstrahler", "Optek" и "Oseris", каждая из которых объединяет различные по функциональным характеристикам и конструктивному оформлению световые приборы на

шинопроводах. Общий вид отдельных типов световых приборов этих программ показан на рис. 14.

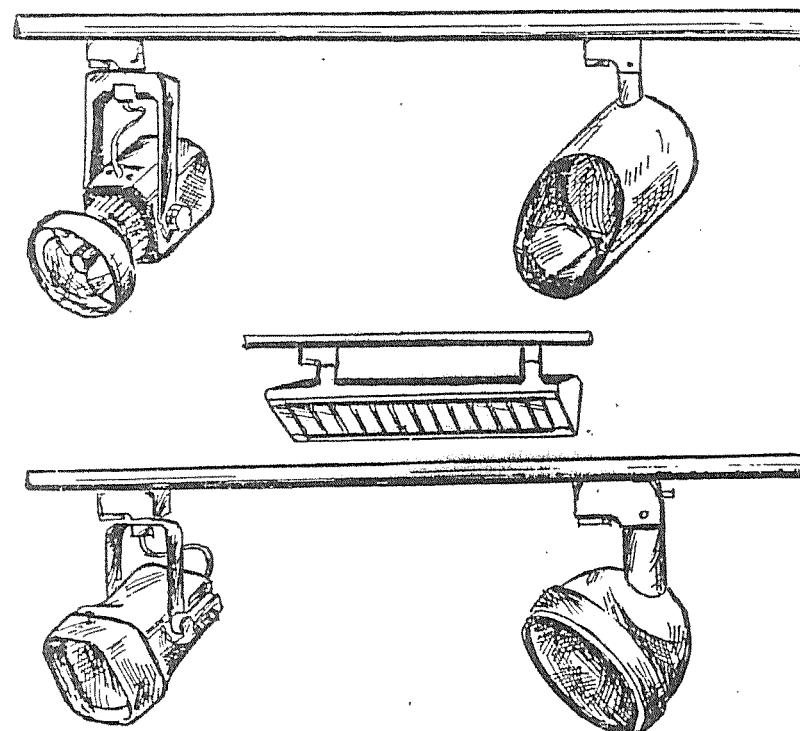


Рис. 14.Общий вид световых приборов разных программ фирмы "Эрко" (Германия).

- a. Светильник "Eclips" прожекторного типа на низковольтных галогенных лампах
- б. Светильник "Optek" на лампах накаливания общего назначения и зеркальных
- в. Светильник "Druckgussstrahler" на зеркальных лампах PAR-38 и PAR-56
- г. Светильник "Oseris" на низковольтных галогенных лампах с переменным углом рассеяния
- д. Светильник "Optek" с люминесцентной лампой "Делюкс".

Светильники прожекторного типа "Eclips", включающие 14 разновидностей, используют галогенные низковольтные лампы накаливания различного типа мощностью 50, 75 и 100 Вт, напряжением 12 В, в том числе и лампы "холодного пучка" с интерференционным отражателем. В зависимости от типа конструкции сила света приборов составляет 4-40 тыс. Кд, полезный угол рассеяния 3-20 градусов. Приборы выпускаются в двух модификациях со встроенным и отдельным малогабаритным трансформатором для преобразования напряжения сети 220/12 В. Световой

блок, включающий лампу, отражатель и оправы-насадки для установки светофильтров закрепляются на корпусе прибора замком байонетного типа. Максимальные размеры конструкций приборов – диаметр 125 мм, длина 235 мм.

Светильники на лампах накаливания типа "Optek" имеют строгую цилиндрическую форму и одинаковые размеры (диаметр 143 мм, длина 240 мм, высота 210 мм) независимо от типа используемого источника света. Имеется 10 разновидностей конструкций, обеспечивающих работу светильника с различными лампами зеркального типа PAR-38, общего назначения мощностью 100 Вт, а также миниатюрными галогенными лампами мощностью 50 и 75 Вт "холодного" свечения с установкой в корпусе понижающего трансформатора. При функционировании с лампой накаливания мощностью 100 Вт осевая сила света прибора составляет 1000 Кд, полезный угол рассеяния 30°.

Светильники "Druckgubstrahler" используют зеркальные лампы накаливания мощностью до 300 Вт. Малые габариты лампы PAR-56 обеспечивают элегантность и лёгкость конструкции прибора (габаритные размеры 190×159×262), вес до 4 кг. Сила света светильника мощностью 300 Вт в зависимости от типа лампы PAR-56 составляет 3-14 тыс. Кд.

Светильники по программе "Oseris" (7 различных конструкций) рассчитаны на низковольтные галогенные лампы накаливания мощностью 20-100 Вт с раздельным преобразователем напряжения. Входящие в комплект приборов оптические насадки позволяют иметь полезный угол рассеяния в пределах 20-60°. Корпус имеет современную эстетическую форму и может вращаться в пределах углов 360°- в горизонтальной и 90°- в вертикальной плоскостях.

Все описанные конструкции световых приборов фирмы "ЭРКО" на лампах накаливания имеют приспособления для установки светофильтров. В комплект приборов могут включаться теплопоглощающий, ультрафиолетовый фильтры, а также цветоакцентирующие стеклянные светофильтры красного, оранжевого, жёлтого, светло-синего, тёмно-синего и зелёного цветов.

По программе "Optek" фирма "ЭРКО" выпускает такие светильники на шинопроводах с люминесцентными лампами "деликс" мощностью 18 и 36 Вт. Длины светильников соответственно 700 и 1300 мм. Фирма рекламирует эти приборы для освещения протяжённых плоских экспонатов, размещенных на стенах залов. Освещённости в плоскости экспозиции, в зависимости от размещения световых приборов, могут составлять 65-230 лк.

Приведённые примеры технических решений специализированных светильников на шинопроводах фирмы "ЭРКО" раскрывают лишь принципиальные пути формирования различных

функциональных свойств приборов подобного типа, чьи далеко не исчерпывающие возможности их эстетического оформления по дизайну.

Многообразие эстетического оформления световых приборов зарубежных фирм наглядно демонстрирует эскиз-копия совокупной программы выпуска светильников фирмы "ОРНО", Финляндия, показанная на рис. 15.

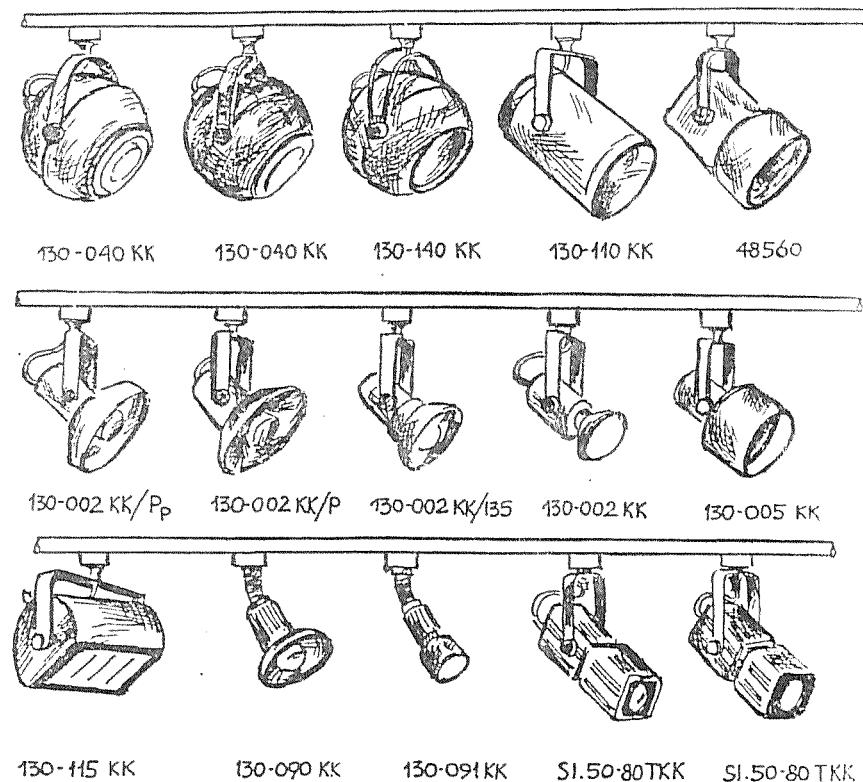


Рис.15.Эскиз совокупной программы выпуска светильников фирмы "Орно" (Финляндия).

Большинство из представленных на эскизе светильников демонстрируют возможности конструктивного и эстетического разнообразия оформления приборов, однако не включают элементов светозащиты освещаемых объектов и поэтому в полной мере не

отвечают требованиям музейного хранения. Исключение представляет оригинальный световой прибор направленного света "Лайтстар" (CL 50.80) с лампой "холодного" свечения.

Этот светильник (рис. 15), крепящийся как на шинопроводе, так и на стене, потолке, имеет корпус из прессованного алюминия, встроенный преобразователь напряжения 220/12 В. Укомплектовывается лампами "холодного" свечения мощностью 50 и 75 Вт с полезным углом рассеяния 13, 24 и 38°. Цветовая температура свечения ламп составляет 3050-3150°К, средний срок службы - 3000 час. Светильник дополнительно оснащается устройством защиты от слепоты и цветоакцентирующими светофильтрами красного, зелёного, синего и оранжевого цветов.

Применение шинопроводов в системах музейного освещения в целом несомненно очень удобно и технологично, однако в ряде случаев (особенно в мемориальных музеях) не может быть осуществлено по соображениям архитектурного оформления интерьера помещений. В этих обстоятельствах требуется создание многокомпозиционных систем скрытого освещения на основе специальных светильников "исчезающей" формы, произвольно размещаемых в пространстве объёма экспозиционных залов. Возможные технические пути построения подобных световых приборов с решением задач унификации производства можно оценить на основе рассмотрения ряда разработок фирмы "Брендель" (Германия).

Номенклатура приборов этой фирмы строится на использовании малогабаритных источников света, создании конструктивных серий на основе общего светового модуля, использовании новых технологических возможностей в области электротехники, применении механических деталей и устройств высокого класса точности. Отдельные программы производства различаются по принципам построения систем освещения, конструктивным и эстетическим способам оформления изделий.

По программе "Prisma" предлагается пять типов световых приборов с установкой на полу, стенах и потолке помещений для общего освещения интерьера отражённым от стен и потолка светом (рис.16). В светильниках использован общий световой блок призматической формы с галогенной лампой накаливания мощностью 300 или 500 Вт. Создание системы общего освещения в экспозиционных залах музеев на основе данных принципов является весьма эффективным.

Светильники серии "Ellipse 45" прямого направленного света цилиндрической формы используют малогабаритные лампы накаливания, низковольтные галогенные лампы, лампы "холодного" свечения и люминесцентные лампы. Серия включает 20 типов приборов с возможностями их установки на полу, стенах и потолках помещений, а также на столах (рис. 17). Предусмотрена возможность вращения светового блока по эллипсовидному контуру, за счёт чего достигается лёгкая трансформация светораспределения в объёме помещения и изменение геометрических форм самих световых приборов.

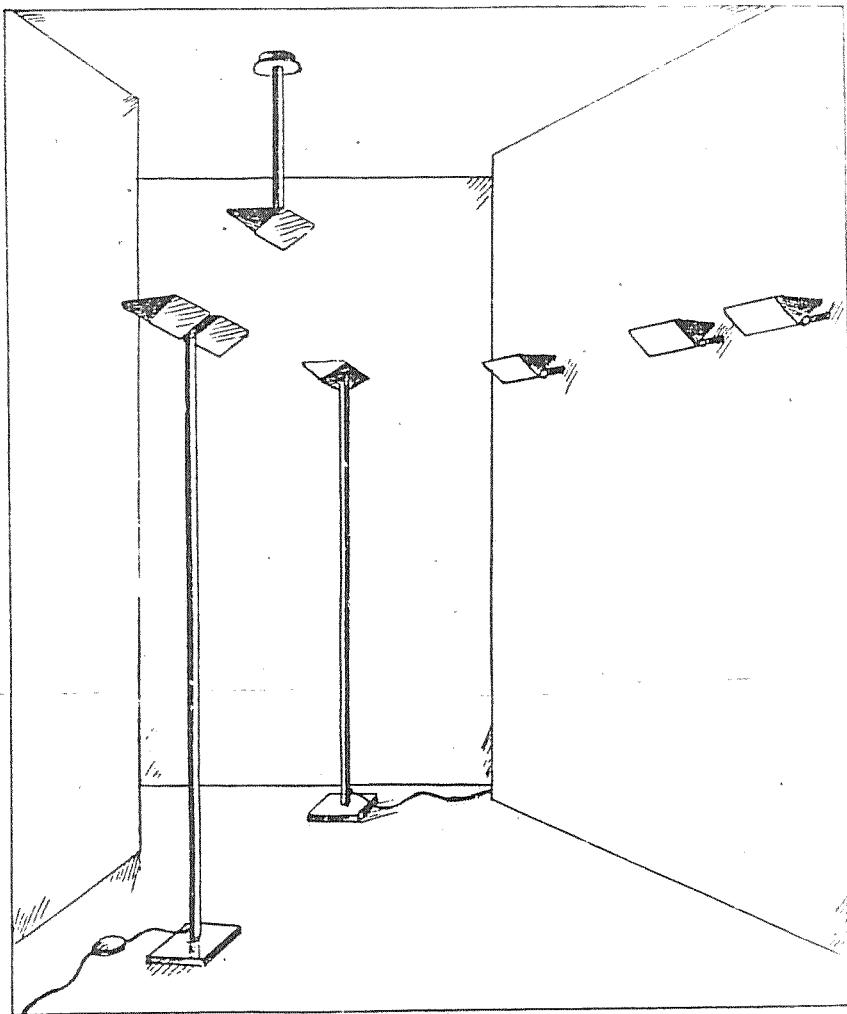


Рис.16. Программа производства "Prisma" фирмы "Brendel".

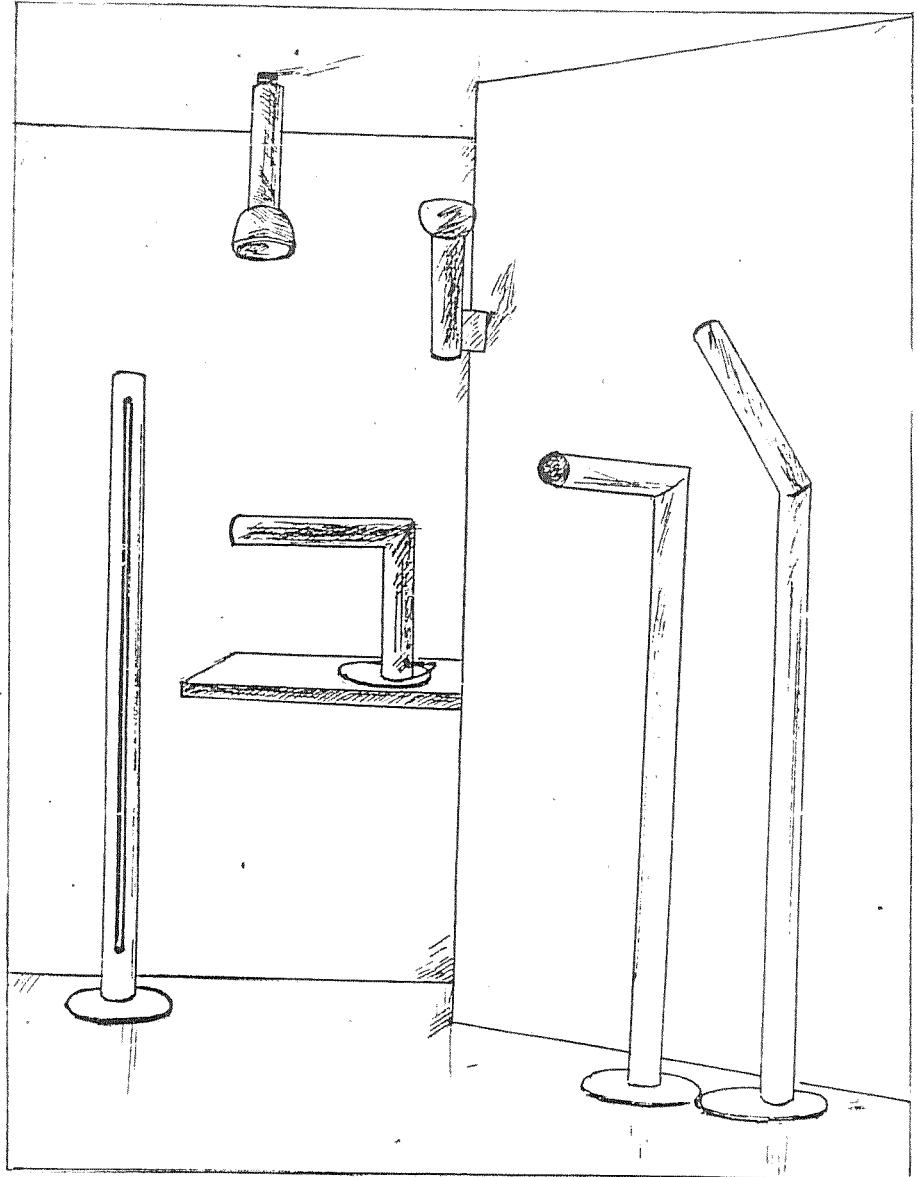


Рис.17. Программа производства "Ellipse 45" фирмы "Bredel".

Программа выпуска "High Light" включает 21 вариант конструктивного оформления светильников направленного света на миниатюрных низковольтных галогенных лампах накаливания улучшенной цветопередачи. Некоторые разновидности этой серии показаны на рис. 18. Размещение преобразователя напряжения с блоком переключения светового режима на несущем основании приборов обеспечивает возможность построения малогабаритных и легких приборов, визуально "исчезающих" в интерьере помещения.

Светильники "Halogen flag" на галогенных лампах мощностью 300 и 500 Вт предназначены как для общего освещения залов отраженным от стен и потолка светом, так и для прямого освещения объектов. Возможность трансформации конструкций приборов этой серии на основе единого светового блока иллюстрирует рис. 19. Наконец, фирмой "Брендель" осуществляется программа "Stylight" по выпуску световых приборов на малогабаритных металлогалогенных лампах мощностью 75 и 150 Вт в виде торшеров, потолочных и настенных приборов, выполненных на едином световом блоке. Конструктивное оформление их представлено на эскизе рис. 20.

Решение технических задач, связанных с выбором конкретных типов светильников зарубежного производства, представляют определенную сложность. Конструкция большинства из них основана на использовании ламп иностранных фирм, отличающихся от отечественных как по габаритам, так в ряде случаев и по цоколевке и способам включения в сеть. Поэтому в процессе эксплуатации светильников проблемой является система замены перегоревших ламп в световых приборах, особенно если эти лампы должны быть закуплены в значительных количествах.

При оформлении уникальных экспозиций в практике музейного освещения находят применение также нестандартные светильники, разрабатываемые с художественным решением под интерьер конкретного зала или для компоновки экспозиции в целом. Например, в залах древних цивилизаций и древнего Египта отдела Востока ГМИИ им. А.С.Пушкина применены специально разработанные световые бланды в виде цилиндра длиной 350 мм и диаметром 150 мм, в которых закреплен фарфоровый патрон E27. Поверхность светильников окрашена жаропрочной эмалью.

Для акцентированной подсветки картин, настенных и потолочных росписей в залах Лувра в Париже эффективно используются оригинальные светильники на низковольтных галогенных лампах накаливания мощностью 100 Вт. Составной корпус светильника (его длина 25 см) имеет шарообразное основание, где установлена лампа и вытянутый тубус с интерференционным

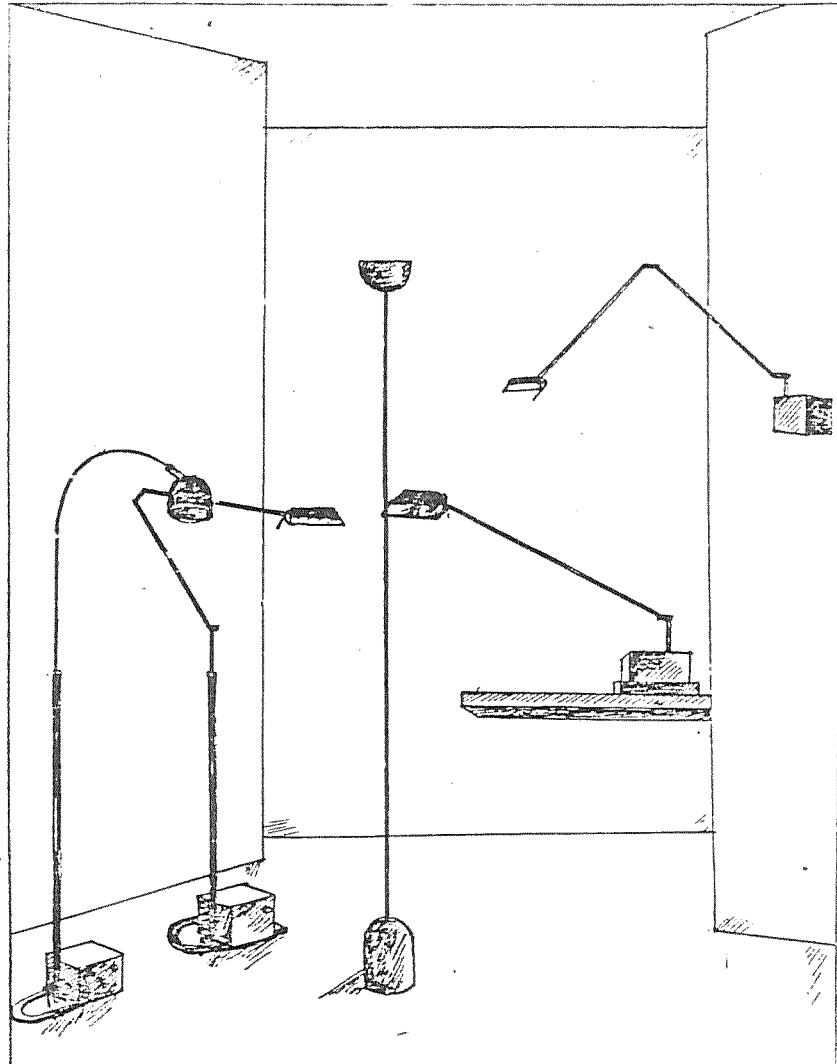


Рис.18. Программа производства "High light" фирмы "Brendel".

102

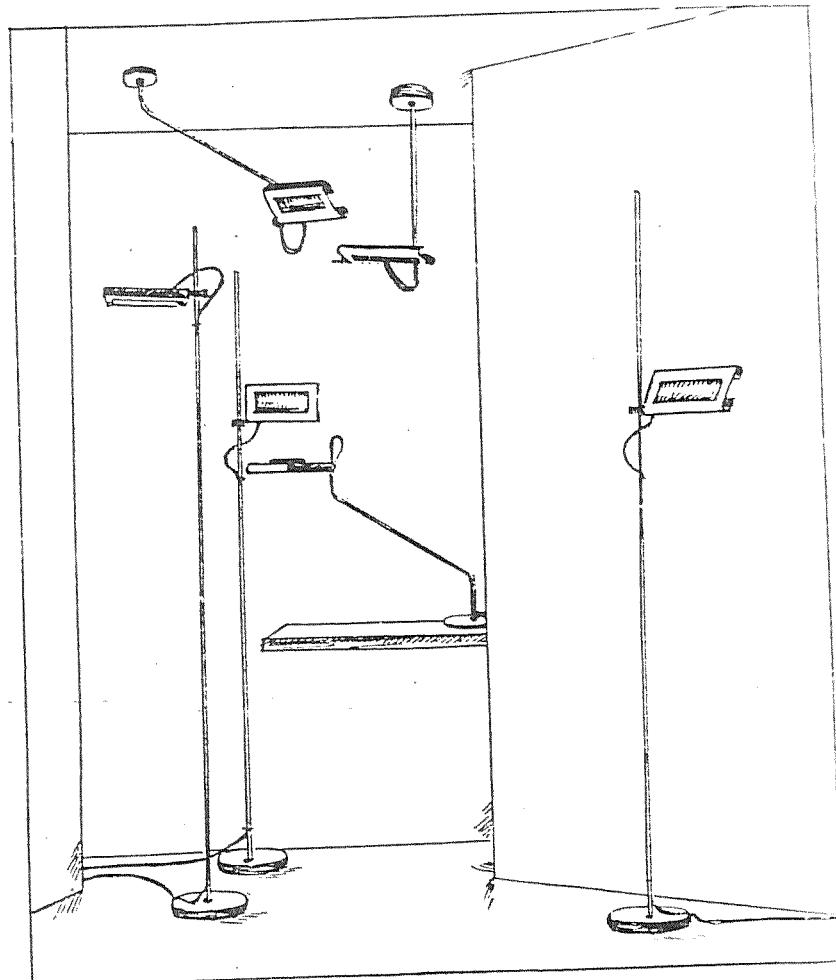


Рис.19. Программа производства "Halogen flag" фирмы "Brendel".

103

объективом. Световой прибор позволяет производить подсветку экспонатов с расстояния 10-15 м и имеет паз для установки корректирующих диафрагм в соответствии с формой освещаемого пятна. Корпус прибора золотистой окраски крепится на коротком кронштейне к стенам, потолку и горизонтальным поверхностям.

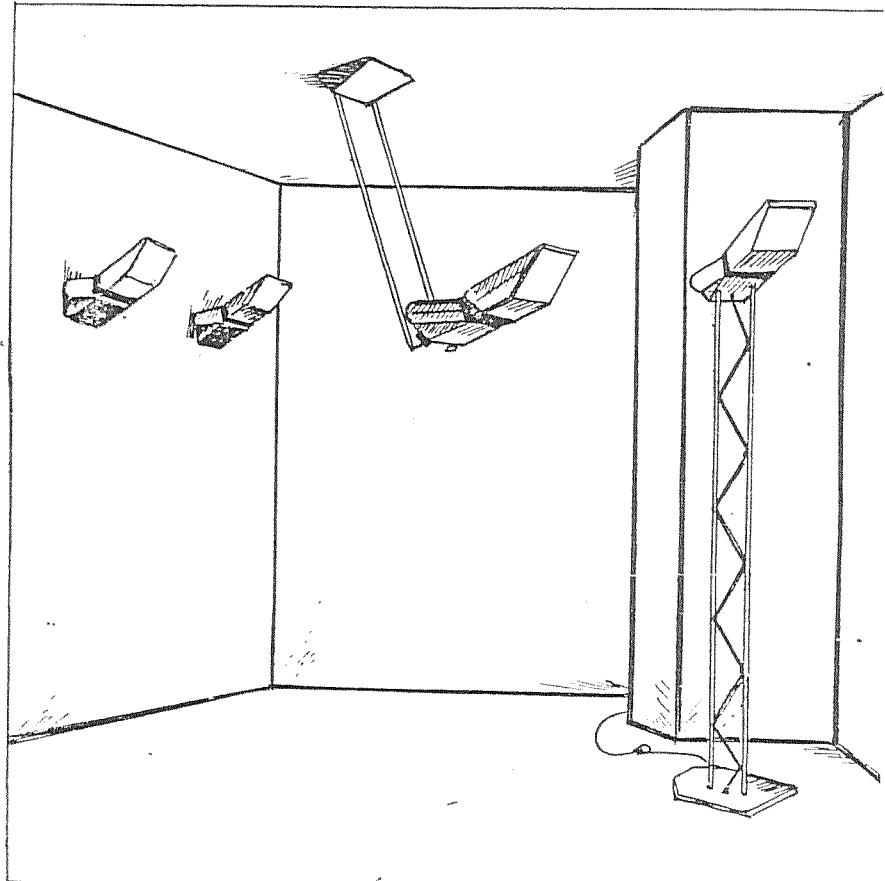


Рис.20. Программа производства "Skyligt" фирмы "Brendel".

При освещении вертикально расположенных полотен в музее старинного искусства Кастелло Сфорцеско (Милан) использованы напольные светильники в виде лёгкого переносного ограждения. В светильниках применены люминесцентные лампы "деликс" с цветовой температурой 4200 °К и практически полным отсутствием УФ излучения. Применение напольных светильников такого типа определяется не только стремлением обеспечить наилучшее восприятие архитектуры помещения, они служат для защиты картин, создавая зону безопасности между посетителями и экспонатами. Искусственный свет включается автоматически с помощью фотоэлемента в зависимости от интенсивности естественного освещения в зале.

Систематизированные в настоящем разделе данные по техническим характеристикам средств искусственного освещения и светозащиты и достижениям зарубежной и отечественной светотехники дают возможность судить о путях конструирования новых световых приборов и возможностях их использования в музыкальной практике.

#### *Архитектурные приёмы светозащиты.*

В настоящее время можно выделить две общие концепции конструирования зданий различного назначения с точки зрения использования особенностей солнечной траектории. В первом случае, при проектировании зданий в большей или меньшей степени учитывается траектория Солнца при выборе расположения здания, при расчёте формы и размеров светопрёомов и прогнозировании микроклимата помещений. Во втором случае характеристики солнца не играют значительной роли при проектировании зданий с точки зрения микроклимата их помещений.

Большое значение регулированию солнечной радиации при проектировании своих зданий придавал Ле Карбюзье в 1920-е годы. Правда, используемые им конструктивные элементы не всегда достигали желаемого эффекта солнцезащиты. К середине века начали появляться более эффективные приёмы солнцезащиты при создании комфортных условий световой среды помещений. В данном направлении работал архитектор Ф.Л.Райт. Например, при строительстве Музея Гугенхайма в Нью-Йорке учёт солнечной траектории при выборе расположения здания и верхних светопрёомов в застеклённой крыше и куполе, специальная окраска музейных помещений позволили экспонировать произведения искусства в относительно безвредных условиях для них и комфортных для восприятия. (В музее Ван Гога в Амстердаме служителям приходится закрывать произведения по мере движения солнечных пятен по ним в течение дня).

Примером архитектурного строительства, в котором не учитываются влияния физических параметров окружающей среды (или учитываются явно недостаточно) на микроклимат помещений зданий, являются разработки архитекторов школы Мис ван дер Рэе, например, Новая национальная галерея в Берлине. Подобные здания типа "стеклянная коробка", которые начали появляться в середине века и строятся в одинаковом виде как на Севере, так и на Юге, по мнению значительной части современных архитекторов, обладают низкими теплоизоляционными свойствами, требуют дорогостоящих систем охлаждения на юге и отопления на севере, а также применения дополнительных средств солнцезащиты, что должно приводить к значительному повышению эксплуатационных расходов. В помещениях данного типа создаются также условия и зрительного дискомфорта, что приводит к необходимости использования специальных дополнительных средств светозащиты.

Что касается современного строительства, то при проектировании промышленных, жилых и общественных зданий используются в той или иной степени обе концепции. Однако в отечественной практике при строительстве музеев современные архитекторы отдают предпочтение зданиям типа "стеклянная коробка", уступая дальнейшие заботы по солнцезащите и теплозащите будущим хозяевам здания. Расположение музеев в подобных зданиях приводит к следующим типичным отрицательным явлениям:

- созданию высоких уровней облучённости (освещённости) в зонах экспонирования;
- попаданию значительных доз ИК и УФ излучений на экспонаты;
- неравномерному нагреванию частей экспонатов;
- значительным перепадам температуры воздуха в помещениях в течение года, сезона, суток;
- дискомфортным условиям для зрительного восприятия произведений искусства (неравномерность освещения, "солнечные пятна", слепимость от больших площадей светопрёомов и т.п.).

При эксплуатации таких зданий приходится изыскивать дополнительные меры по тепло- и солнцезащите.

Примером подобного архитектурного решения могут служить сравнительно недавно построенные здания ВМО "Третьяковская Галерея" на Крымском валу, в которой эксплуатационным службам приходится на практике определять и изменять вредные воздействия на экспонаты окружающей среды.

Согласно зарубежной и отечественной литературе, в том числе и нормативной, для снижения прироста солнечной радиации

через светопрёмы в настоящее время имеется достаточно провсреденных методов, которые исходят из учёта местоположения здания и ориентации его светопрёомов по отношению к траектории Солнца. Современные архитекторы могут достигать заданных параметров световой среды в проектируемых зданиях, используя, помимо расчёта формы светопрёомов и их ориентации, специальные солнцезащитные конструкции (экраны, рёбра, навесы, решётки и т.п.), которые могут быть встроены в здание при строительстве.

При эксплуатации здания, в котором не была предусмотрена система солнцезащиты (или она недостаточно эффективна), могут быть применены различные типы съёмных защитных устройств (маркизы, экраны, шторы, жалюзи).

Грамотно подобранные средства солнцезащиты позволяют:

- полноценно использовать естественное освещение путём его перераспределения по помещению;
- уменьшать прирост солнечной тепловой радиации до необходимых пределов;
- снижать дозы УФ поступлений на экспонаты;
- регулировать и уменьшать до допустимых пределов уровни облучённости (освещённости) экспонатов.

С помощью средств солнцезащиты в умеренных климатических зонах в значительной степени можно уменьшить необходимость применения средств регулирования микроклимата, а в южных зонах резко снизить энергетические затраты на охлаждение зданий.

При строительстве или при дальнейшем оснащении музея солнцезащитными средствами необходимо привлекать для консультации специалистов по музейной климатологии (световой и температурно-влажностный режим).

#### *Солнцезащитные устройства.*

Ограничение и регулировка светопоступлений в экспозиционные залы и запасники через светопрёмы музейных зданий может достигаться с использованием специальных конструктивных приспособлений, называемых солнцезащитными устройствами (СЗУ). Конструктивные решения устройств различны в зависимости от способов их установки относительно светопрёма (наружное, межстекольное и внутреннее). Солнцезащитные устройства могут быть как стационарными (козырьки, рёбра экраны и др.), так и регулируемыми (жалюзи, маркизы и т.п.). Регулировка может осуществляться как вручную (механически), так и с помощью электропривода или автоматически.

Зарубежная практика отличается применением широкого разнообразия конструкций светозащитных устройств, механизмов управления, применением современных материалов с высоким техническим дизайном. Примером современных СЗУ могут служить:

- вертикальные поворотные рёбра из металла и пластмасс, размером в один или несколько этажей, с механической или автоматической регулировкой, например, фирмы "Иозеф", Германия; "Леммер", США;
- регулируемые маркизы из синтетического материала с механической регулировкой или с электроприводом, например, фирмы "Иохан Миллер", Германия; "Перко", Швеция;
- наружные шторы-жалюзи из металла с электроприводом, например, фирмы "Эвери", Великобритания; "Грессер", Швейцария;
- межстекольные, внутренние регулируемые шторы-жалюзи из алюминия на электроприводе с фотоэлементом, например, фирмы "Харьваллан Кхайдин", Финляндия; тип жалюзи "Катве";
- вертикальные межстекольные шторы из полимерных материалов с механической регулировкой, например, фирмы "Крилланд", Германия;
- горизонтальные межстекольные и внутренние шторы из полимерных материалов с механической регулировкой, например фирмы "Марккиноинти Кивисаари", Финляндия; шторы Хакмана из пленок Солар Скрин и синтетической ткани Верасол.

В настоящее время вопрос о необходимости и целесообразности использования в отечественных музеях СЗУ уже не дискутируется. В нормативной и справочной литературе указывается на обязательность их использования во всех климатических зонах.

Несмотря на небогатый выбор реально выпускаемых СЗУ, в музеях рекомендуется использовать разнообразные конструкции и устройства для снижения ультрафиолетовых, тепло- и светопоступлений через светопроёмы. Основная классификация СЗУ, целесообразных для музеиного использования, приведена в таблице 17.

Выбор того или иного типа СЗУ зависит от целого ряда факторов: климатической зоны расположения музея, ориентации светопроёмов, физико-химических свойств экспонатов и т.д. Горизонтальные СЗУ (ковырьки, маркизы, жалюзи) эффективны в первую очередь для южной ориентации светопроёмов, а также могут применяться для восточной и западной ориентации. Вертикальные СЗУ (ребра, жалюзи) целесообразны для светопроёмов, ориентированных на северо-восток и северо-запад.

Таблица 17.

№	Тип СЗУ	Материал	Расположение	Объемно-пространственная структура	Коэффициент пропускания, % света тепла	Предположительный эффект	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Козырьки стационарные (сплошные и решётчатые) с защитным утлом:	Асбосимент, железобетон (сплошные, перфорированные)	Наружное	Горизонтальные			Защита от высоких лучей при Ю-З* расположении светопроёмов, теплозашита
	15°	металл, дерево,			95	80-82	
	30°	пластмасса			60-65	25-35	
2	Ребра с защитным утлом:	— " —	— " —	Вертикальные	95	85	Защита от косых низких лучей солнца при С-В* и С-З* расположении свето проёмов
	15°						
	30°						
3	Экраны стационарные	— " —	— " —	Экранные			Затенение светопроёмов, теплозашита
4	Комбинированные устройства (сплошные, решётчатые, пространственные сетки, решётки)	асбосимент, железобетон, дерево, металл, пластика	— " —	Ячеистые	50-60	20-25	Снижение освещенности, теплозашита при Ю-В* Ю-З* расположении

Таблица 17 (продолжение).

1	2	3	4	5	6	7	8
5	Жалюзи стационарные и регулируемые при расположении пластин под углом 90° к плоскости окна:	дерево, пластмасса	металл,	горизонтальные, вертикальные	горизонтальные, вертикальные	светозащита и теплозащита от прямых высоких и низких лучей солнца	
6	то же при расположении пластин под углом 45° к плоскости окна:	вертикальные	— " —	— " —	— " —	при любой ориентации светопропускания	
7	Шторы и маркизы	ткань, полимерные материалы	экранные	шторы, экраны	шторы, экраны	светозащита, теплозащита	
8	Слоторассывающая штора	стеклоткань, полимерные материалы	внутренние	шторы, экраны	шторы, экраны	— " —	
9	Жалюзи регулируемые	дерево, металл, пластмасса	горизонтальные	горизонтальные	горизонтальные	— " —	

Примечание: помеченные знаком "\*" индексы имеют следующую расшифровку:

- Ю- юг;
- С-В - северо-восток;
- С-З - северо-запад;
- Ю-В - юго-восток;
- Ю-З - юго-запад.

Комбинированные СЗУ (ячейки, решётки и т.п.) наиболее приемлемы при промежуточных ориентациях между меридианальными и широтными направлениями, в первую очередь, на юго-восток и юго-запад. Регулируемые подъёмные жалюзи и шторы универсальны и защищают помещения от естественного света при любой ориентации светопропусканий.

Основным фактором, который определяет необходимость применения СЗУ для защиты помещений от перегрева, является продолжительность перегревного периода в течение года ( $t > 20^{\circ}\text{C}$ ). При продолжительности указанного периода 20–40 суток (Москва, Омск и др.), защищать помещения от перегрева рекомендуется с помощью межстекольных и внутренних СЗУ; при 40–60 суток (Саратов, Караганда) наряду с внутренними и межстекольными применимы также и наружные СЗУ. При длительности данного периода до 100 дней и более обязательны наружные наряду с регулируемыми внутренними СЗУ и теплозащитными стёклами в качестве экранов.

Установку и крепление стёкол в светопропускниках необходимо осуществлять в соответствии с "Инструкцией по проектированию, монтажу и эксплуатации стекло-пакетов". Для помещений с несветостойкими экспонатами должны выбираться наиболее эффективные СЗУ, максимально снижающие вредные воздействия излучений естественного света на микроклимат помещений и материалы экспонатов (экраны сплошные, шторы-жалюзи).

Существуют разработки следующих типов СЗУ:

наружные (жалюзи регулируемые, козырёк стационарный, маркиза регулируемая); межстекольные регулируемые устройства (штора барабанного типа, штора комбинированная, штора гофрированная); внутренние (экраны из полимерных пленок, шторы из пленок и стеклоткани).

Наружные конструкции и устройства предназначены для эффективной защиты помещений от прямых солнечных лучей. Регулируемые устройства данного типа позволяют также управлять светопоступлением в помещения.

Жалюзи регулируемые алюминиевые изображены на рис.21. Они представляют собой конструкцию из горизонтальных алюминиевых пластин Z-образной формы, крепящихся на металлические вертикальные стойки. Все пластины при помощи системы механизмов могут поворачиваться на  $180^{\circ}$ . Поворот осуществляется при помощи механического приложения усилия к шнуре, пропущенному через оконную коробку внутрь помещения. Для установки различных углов наклона пластин жалюзи существует специальный фиксатор. Эти устройства предназначены для оборудования светопропускников помещений и регулировки свето-

вого режима. Устройства съёмные, устанавливаются перед остеклением светопрёма и закрепляются в коробке окна.

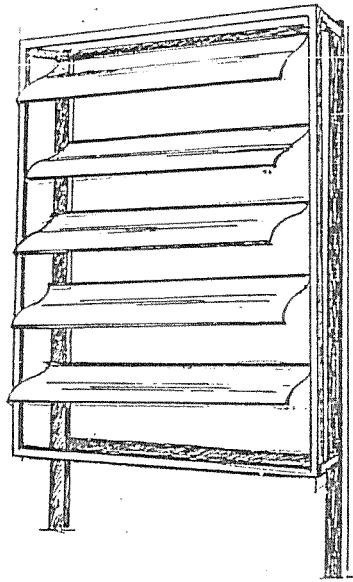


Рис.21. Регулируемые жалюзи.

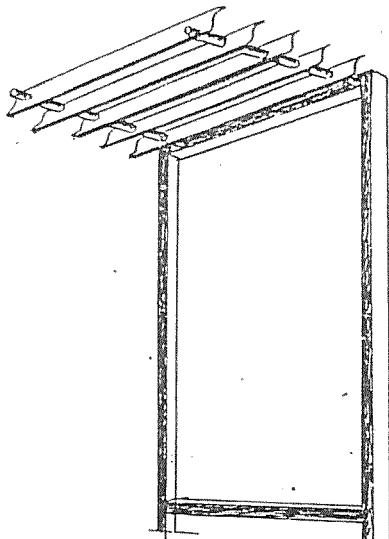


Рис. 22. Стационарный козырек.

Межстекольные регулируемые устройства осуществляют защиту помещений от УФ и ИК излучений в зависимости от типа экрана (свето-защитного материала) и регулируют величину светопоступлений через экранируемые светопрёмы.

Козырёк решетчатый (рис. 22) представляет собой набор го-изонтальных Z-образных пластин, консольно расположенных над светопрёмом на горизонтальных стержнях – держателях. В каждом конкретном случае вынос козырька и количество затеняющих пластин определяется из величины защитного угла, необходимого для эффективного затенения светопрёма в расчётный период. Это съёмное устройство предназначено для установки над светопрёмами к строительным конструкциям (фланцами консольных стержней при помощи шпилек и гаек).

Маркиза регулируемая (рис. 23) состоит из экрана (предположительно из стеклоткани), нижняя часть которого крепится к П-образной раме, а верхняя к поворотному валу. Раскрытие маркизы осуществляется вручную (при помощи управляемого механизма) шнуром, пропущенным через оконную коробку внутрь помещения и закреплённым на фиксаторе,

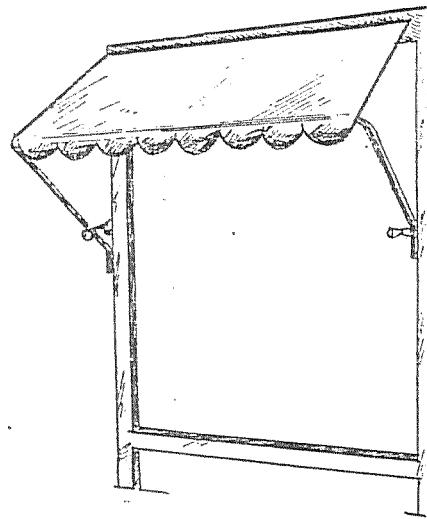


Рис.23. Регулируемая маркиза.

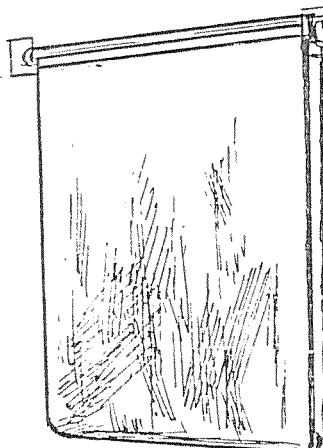


Рис.24.Штора жалюзи из пленки ПЭТФОАД.

служащем для установки нужного положения маркизы.

Штора межстекольная барабанного типа (рис.24) состоит из валика барабана, на который накручивается свето-защитный материал, равный по длине светопрёму (длина барабана также соответствует ширине светопрёма), рис.24. Полотно экрана из полимерной пленки, а также ткань или стеклоткань должны иметь верхнюю кромку в виде петли, которая пропускается внутрь барабана и крепится там при помощи стержня. В аналогичную петлю в нижней кромке вставляется стержень-противовес. При износе материала экрана он может быть легко заменён.

Фиксация полотнища шторы на различной высоте осуществляется при помощи приводной катушки со шнуром управления, который через отверстие в оконной коробке выведен в помещение. Для закрепления шнура в фиксированном положении служит специальный фиксатор. Свёрнутое в рулон устройство не затеняет помещение при малых освещённостях и может быть быстро развернуто при повышенных потоках света.

Комбинированная штора межстекольная является усложнённым вариантом устройства барабанного типа. Экраном этого устройства



Рис.25. Регулируемое комбинированное устройство барабанного типа.

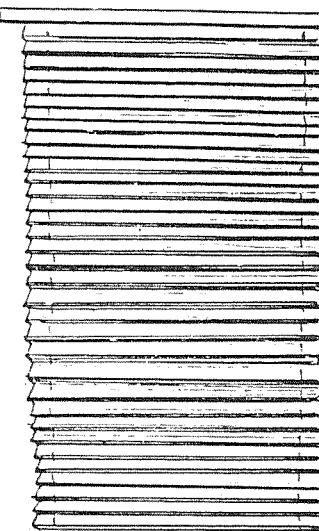


Рис.26. Штора жалюзи из гофрируемой пленки ПЭТФ-ОАД.

сверху и к противовесу снизу. Гофрированная плёнка при необходимости собирается в пакет (высота складки 20 мм) к верхнему

могут быть по очереди различные селективные или полностью непрозрачные материалы. На рис.25 представлено устройство с экраном из стеклоткани и металлизированной плёнки. Конструкция устройства состоит из двух барабанов, устанавливаемых в межстекольном пространстве сверху и снизу, к которым крепятся полотна экранов способом, описанным в предыдущей конструкции. На верхнем и нижнем барабанах предусмотрены приводные катушки, к каждой из которых крепятся шнуры управления. Ветви шнура управления через блоки и отверстия в оконных коробках выведены в помещение и образуют петлю, к которой крепится груз, обеспечивающий натяжение экранов. Установка того или иного полотна экрана производится приложением механического усилия к одной из ветвей шнура управления, что вызывает вращение барабана и его разматывание, при этом, на противоположный барабан наматывается второй экран.

Конструкция устройства с гофрированным экраном (рис. 26) состоит из гофрированной плёнки (в данном случае – металлизированной), прикреплённой к металлическому швеллеру

швеллеру. Регулировка устройства осуществляется при помощи направляющих из капроновой лески, которая пристягивается сквозь складки плёнки в двух направлениях. Один конец лески крепится к противовесу, другой выводится через светопроём и крепится на оконной коробке.

Внутренние солнцезащитные устройства – шторы из разнообразных декоративных тканей – традиционное музейное защитное средство. Обычно ткань штор выбирается в соответствии с музейным интерьером. При этом не соблюдаются в полном объёме требования свето- и теплозащиты экспозиции, удобства эксплуатации самих штор.

Наиболее рациональный путь построения внутреннего защитного устройства (внутренней шторы), с учётом требований солнцезащиты и эксплуатации заключается в применении некоторых типов стеклоткани, не пропускающих УФ и ИК излучения в помещение. Достаточно эффективным является также применение экранов, изготовленных, в первую очередь, из селективных полимерных плёнок. Как шторы, так и экраны могут быть изготовлены музейными сотрудниками. Конструкция экрана представляет собой полотно плёнки, закреплённое сверху и снизу (или со всех сторон) между деревянными планками. Выступающие верхние планки (на 1-3 см. за кромку плёнки с каждой стороны) целесообразно подвесить на крючки, прикреплённые к верхней части оконной коробки.

#### *Светозащитные материалы для фильтрации естественного света в музеях.*

Для нормализации светового режима в солнцезащитных устройствах могут быть использованы специальные селективные светозащитные материалы (СЗМ). В зависимости от физико-химических свойств материалов разнообразные типы СЗУ позволяют экранировать вредные части излучений, а также стабилизировать световой режим помещений.

В зарубежных музеях находят применение специальные селективные стёкла, прозрачные полимерные плёнки, поглощающие вредные УФ излучения (например, плёнка Солар-Х фирмы "Марккиноинти Кивисаари", Финляндия), металлизированные отражающие полимерные плёнки (например, золотистая и серебристая плёнки типа Солар Скрин), ткани из полиэфирных волокон, отражающие или поглощающие вредные ИК и УФ излучения (например, металлизированная ткань Веросол).

В Латвии выпускается ткань стеклянная декоративная (ТСД), вырабатываемая на основе стекла алюмоборосиликатного состава. Все виды данной ткани негорючие и нетоксичные. Отдельные виды

дл ТСД почти полностью экранируют УФ излучения и частично ИК излучения. Для музейного применения перспективны гладко-крайние виды ткани с высокой степенью светостойкости их красителя.

Там же выпускается светоотражающая полимерная металлизированная плёнка. Светотехническая полиэтилентерефталевая, металлизированная алюминием или медью плёнка, отражает большую часть УФ и ИК излучений естественного света. Дублированная плёнка (ПЭТФ-ОАД), в которой металлизированный алюминием слой заключён между двумя слоями основной плёнки, механически прочна и стойка к старению.

Светопропускание плёнки зависит от толщины металлизации следующим образом: при толщине металлизации  $16 \times 10^{-3}$  мк светопропускание плёнки - 10% и пропускание УФ и ИК излучений - 8-9%; при толщине металлизации  $10 \times 10^{-3}$  мк светопропускание - 20%.

Стекольной промышленностью выпускаются несколько типов стекла, которое может быть использовано для экранирования светопроёмов музеев. Стекло полированное теплопоглощающее ПТП голубого, серого и бронзового тона. Интегральные коэффициенты пропускания стекла в УФ области излучений, в видимой и инфракрасной областях представлены в прилагаемой таблице 18. Стекло ПТП выпускается толщиной 3, 4, 5, 6 мм и шириной 90, 1200 мм. По своим характеристикам стекло ПТП может быть использовано в светопроёмах музеев, в первую очередь в качестве экранов.

При применении стекла ПТП в остеклении светопроёмов, оно должно быть установлено только в наружном остеклении при соблюдении специальных мер по монтажу и эксплуатации. Из-за возможного разогрева и деформации теплопоглощающего стекла проектирование и расчёт величин зазоров между стеклом и переплётом, заполнение зазоров и крепление стекла, выбор прокладок и их расположение осуществляется при соблюдении "Инструкции по проектированию, монтажу и эксплуатации стеклопакетов".

В тёплое время года необходимо обеспечить вентиляцию межстекольного пространства, для чего должны быть предусмотрены специальные отверстия в переплётах. Толщина стёкол в оконных проёмах должна быть не менее 3-х мм, в защитных фонарях - не менее 5 мм. Не рекомендуется применять стекло ПТП в защитных фонарях с нормативной снеговой нагрузкой более 100 кгс/м<sup>2</sup> и в светопроёмах, ориентированных на север, северо-восток и северо-запад.

Выпускается безосколочное стекло многослойное, повышенной прочности МнА-15 (триплекс). Оно состоит из двух или нескольких листов полированного стекла с прослойкой из одного или нескольких слоёв поливинил-бутеральной пленки, поглощающей ультрафиолетовые излучения. Интегральные коэффициенты пропускания стекла в УФ области, в видимой и в ИК областях представлены в таблице 18. Стекло МнА-15 выпускается толщиной 10, 12, 15 мм, шириной 800-1200 мм.

Многослойное стекло имеет высокие прочностные свойства (критическая энергия удара - 280-340 кдж/м<sup>2</sup>), которые обеспечивают определённую охранную защиту. Длительное облучение естественным светом приводит к незначительному изменению светопропускания стекла (за 3 года - менее 3%).

Таблица 18.

Интегральные коэффициенты светопропускания листового стекла.

Вид стекла	Коэффициенты светопропускания, %		
	УФ область	Видимая	ИК область
1.Окноное обыкновенное	36	92	86
2.Теплопоглощающее ПТП:			
голубое	28	80	60
серое	21	65	55
бронзовое	17	66	45
3.Триплекс	12	78	65

Из полимерных материалов представляет интерес полупрозрачная плёнка, которая эффективно экранирует УФ излучения. Один из видов рассеивающего плоскощелевого полипропилена экранирует 95-97% УФ излучений.

Разработан и прозрачный УФ защитный двухслойный термоформируемый материал полиэтиленполиамид. Этот желтоватый прозрачный в видимой области материал задерживает до 60-65% УФ излучений. Предлагаемые полимерные материалы целесообразно использовать для межстекольных и внутренних СЗУ, в первую очередь, в качестве различных экранов, а также непосредственно на стёклах светопроёмов.

Исследована технология крепления плёнок в СЗУ, а также непосредственно на стёклах светопроёмов. Для, так называемого, "вечного" крепления плёнок к стеклу или иным материалам рекомендуется использовать клеи типа ПВА, ВИЛАД, а также эпоксидную смолу ЭД-20, этилацетат технический, бутилацетат технический и двухсторонние ленты на полимерной основе. Иным возможным методом установки плёнки на стекло является применение химических веществ, которые обеспечивают возможность её

снятия. Одним из таких веществ является глицерин. Для увеличения прочности связи склеивающего вещества со стеклом рекомендовано предварительно протирать места склеивания одним из доступных промышленных растворителей, например, бензином и ацетоном.

### 3. Построение систем освещения с обеспечением норм хранения и экспонирования.

Качественное полноценное восприятие экспонатов музея зависит не только от количественных характеристик (уровней освещённости), но и от комплекса других светотехнических характеристик: степени неравномерности распределения освещённости в зоне экспонирования и в помещении в целом; распределения яркости в помещении; величины прямой и отражённой блёсткости в поле зрения посетителей; направления падения светового потока на экспонаты, подчёркивающего при необходимости их объёмность и исключающего бликование; цветности излучений, обеспечивающих правильную цветопередачу; фона, на котором размещаются экспонаты.

Как показывает практика, обеспечение указанных качественных характеристик освещения экспонатов в комплексе позволяет снижать величины нормируемых уровней освещённости на экспонатах без ухудшения их восприятия примерно на 20%.

Физиологические функции зрения человека (контрастная чувствительность, острота зрения) возрастают при создании условий, при которых фон равномерной яркости занимает значительную часть поля зрения (в пределе всё поле зрения), и воздействует на зрительные рецепторы длительное время. В связи с этим специальные требования предъявляются к значениям неравномерности освещения музейных залов и зон экспозиций. Распределение освещённости в пределах объекта (картина, панно и т.п.) или группы однородных объектов (стенд, витрина, группа картин) рекомендуется осуществлять равномерно, чтобы отношение наибольшей освещённости к наименьшей не превышало, как правило, 3:1. Особенно важно соблюдать равномерность при освещении плоских и малоконтрастных предметов, а также при малых нормируемых уровнях освещённости при освещении несветостойких экспонатов. В экспозиционных залах с преобладанием экспонатов, расположенных на стенах или вертикальных стендах, по возможности необходимо ограничить вертикальную освещённость вне зоны экспонирования для исключения эффекта отражения фигур посетителей на экспонатах.

В смежных выставочных залах не допускается резкий переход освещённости, вызывающий длительную переадаптацию зрения и влияющий на качество восприятия экспонатов. Рекомендуется обеспечивать такой порядок осмотра экспозиции, при котором залы с высокой освещённостью размещаются в начале осмотра, а залы с низкой освещённостью – в конце, что создаёт лучшие условия для приспособления зрения посетителей к восприятию экспонатов.

При оценках светораспределений в экспозиционных залах необходимо учитывать, что видимость деталей памятников, архитектурной отделки интерьера зависят от распределения светового потока и степени его направленности, определяющей глубину и распределение собственных теней по освещаемым поверхностям.

Формообразующие свойства света были хорошо известны ещё мастерам далёкого прошлого. Так, в египетской архитектуре для отделки стен храмов использовались орнаменты с неглубоким рельефом, которые при близком к зениту солнце обеспечивали отличное их восприятие. Глубокое понимание и умелое использование формообразующих свойств света можно наблюдать у древнегреческих мастеров. Чётко представляя разницу между направленным солнечным светом и рассеянным светом небосвода, они по-разному подходили к выбору профиля освещения. Так, скульптуре и барельефам, предлагаемым для освещения прямым солнечным светом, придавались округлые формы, смягчающие тени, а освещаемым рассеянным светом небосвода – резко очерченные. Прекрасно использовался свет и в древнерусской архитектуре, по-разному трактовавший одни и те же архитектурные детали сооружения, расположенные на различно ориентированных по сторонам света фасадах. Так по данным обследования одного из наиболее ярких памятников древнерусской архитектуры Дмитриевского собора во Владимире, полуколонны северного портала имеют больший вынос, чем западного и южного, а их капители обладают высоким рельефом.

Направление светового потока на экспонаты необходимо выбирать в зависимости от их характера. Угол падения прямого света на плоские экспонаты (картины, гравюры, ткани и т.п.) при расположении их на стенах помещений или вертикальных стендах выбирается в пределах от 45° (верхние точки), до 70-75° (нижние точки) по отношению к горизонтали. При углах больше 75° на экспонатах создаются тени от рам, фактуры, искажающие облик экспоната. При углах менее 45° блики от экспонатов с отражающей фактурой могут оказывать слепящее действие на посетителей.

Угол падения прямого света на объёмные экспонаты выбирается в пределах от 30° до 50°, при которых в наилучшей степени

являются форма и детали указанных экспонатов. Направленный свет, падающий под малым углом к поверхности (примерно 10°), необходим для крупных рельефных поверхностей (барельефов, чеканки и т.п.) и для экспонатов с микрорельефом, который следует подчеркнуть (монеты, минералы, клинопись и т.п.). Для объёмных и рельефных экспонатов с целью смягчения теней рекомендуется в дополнение к направленному верхнему боковому освещению применять общее рассеянное.

Появление в поле зрения точечных источников света интенсивного свечения или ярких пятен ухудшает функции зрения. Блестящий источник света ослепляет и вызывает ухудшение зрительных функций, в частности, повышение порогового контраста, которое принято объяснять возникновением вуалирующей пелены. Яркость её как бы накладывается на контрастирующий объект и фон. Наряду с этим наличие в поле зрения пятен с яркостью, значительно превышающей яркость адаптации, может вызвать не приятное ощущение, называемое зрительным дискомфортом. Оно определяется как ощущение неудобства или напряжения глаз при зрительной работе.

В пределах угла зрения посетителей (30° выше уровня глаз), находящихся на расстоянии до 1,5 м от экспоната, не следует допускать каких-либо ярких поверхностей, источников света и светильников. Яркость источников света и светильников, попадающих в поле зрения посетителей в указанной зоне, не должна превышать 1000-1500 Кд/м<sup>2</sup>. Это достигается путём соответствующего экранирования ярких источников света, применением осветительных устройств с защитным углом не менее 30° или со светорассеивающими стёклами.

Распределение яркости в помещении в пределах поля зрения посетителей не должно иметь резких перепадов (не более 10-кратного). Необходимо ограничить слепящее действие световых приборов и светопроёмов. При устройстве отражённого освещения яркость потолка не должна значительно превышать яркость стен и экспонатов.

Для ограничения отражений от бликующих поверхностей (картины масляной живописи, защитные стёкла картин и витрин, металлические поверхности и т.д.) рекомендуется:

- применять небликующие защитные стёкла;
- изменять расположение бликующих поверхностей (осуществлять наклон экспонатов, не размещать их напротив светопроёмов и т.п.);
- обеспечивать оптимальные углы падения прямого света, чтобы отражённые блики не попадали в глаза посетителей (например, для экспонатов, вертикально расположенных на стенах или

стенах, угол падения прямого света должен быть не менее 45° по отношению к горизонту);

- использовать способы освещения экспонатов направленным светом, в том числе применять подсветки снизу, устраивать верхнее локализованное освещение, а также освещение световыми потолками или отражённым светом.

При освещении экспозиционных помещений необходимо добиваться наилучшей цветопередачи экспонатов.

Цвет предмета при изменении освещения может существенно меняться. Различие в цветопередающих свойствах, используемых в музейном освещении источников света, определяется значениями их цветовой температуры: чем ниже цветовая температура, тем "теплее" и краснее излучаемый источником свет. Обычно в музеях для сохранения неизменности цветовых восприятий стараются создать искусственное освещение, приближённое по спектральному составу к дневному свету. Однако при освещении несветостойких объектов, требующих по условиям хранения низких уровней освещённости, это не является целесообразным. Дело в том, что по физиологическим функциям зрения комфортная интенсивность освещения тесно связана с цветовой температурой. Чем выше цветовая температура источника освещения, тем большей яркости для состояния зрительной комфортности требуется человеку. Этот эффект объясняется историческими причинами. Тысячи лет человек применял для искусственного освещения пламенные источники света – костёр, факел, свечу, масляную лампу. Освещение имело низкую цветовую температуру, освещённость была малой. В сознании человека оказались прочно связанными эти характеристики освещения: ночью он мирился со слабым, красновато-оранжевым светом и привык считать его достаточно ярким. Днём он ориентировался на яркий белый (по сравнению с ночным – голубой) свет.

При уровнях освещённости 50-150 лк более комфортные условия для зрительного восприятия создаются лампами накаливания, хотя их излучения имеют желтоватый по отношению к естественному свету оттенок.

Необходимо отметить, что человек обладает поразительной способностью сохранять постоянство цветового ощущения при освещении различной цветности. Особенно явственно это проявляется в отношении белого цвета: снег, мел или бумага кажутся нам белыми и при свече, и в лучах лампы накаливания и при дневном свете. Но если провести специальный эксперимент, осветив одну половину листа лампой накаливания, а другую дневным светом, то мы отчётливо увидим первую часть листа жёлтой, а вторую голубой.

Обстановка зрительного комфорта может быть достигнута за счёт выполнения специальных требований не только к системам освещения экспозиционных залов, но и к строительно-архитектурному оформлению зон экспозиции. Соотношения яркостей экспоната и фона, на котором он рассматривается, необходимо выбирать в зависимости от характера объекта и ожидаемого психологического воздействия. В ряде случаев сильный, сознательно осуществляемый контраст между экспонатом и фоном значительно улучшает условия различения. Например, некоторые мелкие предметы со сложными очертаниями или ажурные (ювелирные изделия, кружева, изделия из кости и т.п.) лучше видны на тёмном фоне. Изделия из стекла, фарфора лучше смотрятся на светлом фоне.

В экспозиции картин, фотографий и подобных им экспонатов создание слишком большого контраста с фоном, как правило, нарушает целостность художественного восприятия произведений. Слишком тёмный фон ухудшает условия светового комфорта, слишком светлый фон "забивает" экспонаты и, хорошо освещая стоящего перед ним зрителя, образует его яркое отражение в защитном стекле или в блестящей фактуре экспоната. В подобном случае фон, на котором расположены и рассматриваются экспонаты, должен иметь нейтральные или слабо насыщенные тона окраски с положительными яркостными контрастами, при которых объект экспозиции выглядит светлее окружающего фона.

При создании таких систем освещения в музеях, при которых достигается эффект зрительного комфорта у посетителей, необходимо учитывать все перечисленные обстоятельства.

#### 4. Освещение реставрационных мастерских.

В последние годы в практике реставрационных работ в нашей стране и за рубежом всё более широкое внимание уделяется разработкам и организации специального освещения реставрируемых памятников с учётом используемой техники, вида операции, объекта реставрации, субъективных психофизиологических особенностей зрения реставратора и т.п. В отличие от освещения музейных экспозиций построение систем освещения помещений для реставрации памятников должно иметь производственный характер, обеспечивающий высокую эффективность технологического процесса.

Технологические процессы реставрации связаны, как правило, с выполнением сложной зрительной работы, не имеющей аналогов в разнообразных высокоточных производствах. Объект реставрации и его структурные элементы требуют нестандартного визуаль-

ного микроанализа, различия имеющихся дефектов и микротрат, контроля полноценности восстановления прежних видовых свойств во всей совокупности. Поэтому правильно подобранное и выполненное освещение во многом определяет качество и успех реставрационного цикла в целом.

#### *Специфика зрительной работы при выполнении реставрационных процессов и требования к освещению.*

По своим физиологическим особенностям глаз идеально приспособлен к солнечному свету, к восприятию изображений предметов, освещённых прямым или рассеянным светом Солнца. Это подтверждает и практика производства реставрационных работ, когда наиболее сложные операции, требующие качественной цветопередачи и различения, стремятся проводить при естественном освещении из оконных проёмов.

В связи с этим кажется, что требования к оптимизации искусственного освещения помещений реставрации памятников достаточно просты - максимальное приближение к естественному дневному освещению как по уровням освещённости, так и по характеристикам цветопередачи. Однако подобный подход при практической реализации содержит значительную долю неопределённости.

Во-первых, и спектральный состав, и интенсивность естественного света зависят от климата, погоды, подстилающей поверхности и распределения различных предметов на ней, от времени суток и т.д. Поэтому искусственные системы освещения характеризуются определёнными техническими параметрами, уточняющими создаваемые ими свойства "белого" света. При цветовой температуре, превышающей 10000°К, в наблюдаемых цветах увеличивается чистота синеватых цветовых тонов, при температуре ниже 4000°К – чистота желтоватых тонов.

Во-вторых, полное копирование естественного освещения является весьма трудоёмкой в техническом отношении задачей и требует конкретизации применительно к условиям освещения реставрационных помещений. Весьма разнотипные по условиям зрительной работы операции технологических процессов реставрации, как правило, требуют своего освещения, а часто и определённого спектрального состава.

Например, при освещении лучом прожектора в затемнённой комнате можно увеличить воспринимаемую чистоту света и детализацию шероховатых поверхностей, а также исключить рассеяние света и отражение, создающее вуалирующую дымку. Освещение реставрируемого памятника световыми потоками различной цветовой окраски позволяет резко менять видимую цветность и соот-

ношения контрастов на объекте, что улучшает возможности анализа структуры красочного слоя в процессе реставрации. Наблюдение картины в монохроматическом жёлтом свете позволяет различать живопись под слоем лака. Перечисленные примеры далеко не исчерпывают возможные практические применения освещения в реставрационной практике, даже при использовании света с вариацией его характеристики только в видимой области спектра.

Ультрафиолетовое излучение можно использовать при исследовании красок и лаков для доказательства внесённых исправлений. В ультрафиолетовом спектре недавние исправления на картинах выглядят пурпурными или чёрными. Однако с годами они становятся более серыми. Не покрытые лаком участки тёмной краски имеют глубокий пурпурно-коричневый цвет.

Под действием ультрафиолетового излучения органические соединения часто оказывают воздействие на флюоресценцию друг друга. Например, смола мастикового дерева и даммаровая смола в старом лаке дают жёлто-зелёную флюоресценцию, интенсивность которой может с течением времени меняться. Светлый, искусственный лак не флюоресцирует. Воск флюоресцирует ярко белым, а щеллак – оранжевым светом.

При ультрафиолетовом освещении становятся явными покрытые бурыми пятнами повреждения на бумаге, так же как изменения и подчистки на старой бумаге. Такие материалы, как минералы, кости и зубы, флюоресцируют при воздействии ультрафиолетового излучения. Искусственные драгоценности, которые выглядят точно так же, как настоящие при дневном свете, могут показаться совершенно другими при ультрафиолетовом освещении.

Благодаря использованию инфракрасной фотографии ИК излучение также является важным элементом исследований при реставрации. Ввиду того, что инфракрасное излучение более длинноволновое по отношению к видимому свету, оно может проникать сквозь зрительно непрозрачные лаки и тонкие пленки краски и с помощью просмотрового прожектора или инфракрасной фотографии выявлять подкрашивание рисунка илиправленные участки. Иногда таким способом можно обнаружить подделки, поскольку подкраска может отличаться от того, что находится на поверхности.

Для качественного выполнения реставрационных работ, особенно при операциях живописной и исследовательской реставрации, как правило, требуется использование предельных возможностей зрения по различению деталей объекта и его видовых свойств. Это может быть обеспечено лишь при условии создания специальных, так называемых "комфортных" условий освещения каждой или группы реставрационных операций.

Цвет наблюдаемых предметов может меняться при изменении спектрального состава освещения. В помещениях для реставрации памятников в целом важно сохранить неизменность цветовых восприятий и поэтому общее освещение по спектральному составу должно быть приближено к дневному свету.

Создание оптимальных и комфортных условий освещения в ряде случаев всё же не позволяет реставратору различать все необходимые детали и элементы, вследствие чего дополнительно применяются средства оптического увеличения, то есть приборы, которые работают вместе с глазом, образуя единую систему. Эффективное вооружение глаза даёт возможность увидеть то, что недоступно невооружённому взгляду, и способствует созданию на сетчатке изображения, размеры которого больше, чем они были бы без прибора (обычно это увеличение больше единицы). В реставрационной практике применяются для выполнения особо точной зрительной работы оптические линзы и микроскопы.

Следует заметить, что освещённость изображения на сетчатке при использовании оптических средств падает пропорционально квадрату увеличения. Поэтому, особенно при работе с микроскопом, требуется создавать очень большие освещённости объекта, создаваемые с помощью дополнительных осветителей, использующих световоды.

Исследования по оптимизации характеристик реставрационного освещения и обоснованию требований к построению соответствующих осветительных систем до последнего времени практически не выполнялись. В 1979 году в ГосНИИР сотрудниками сектора света совместно с реставрационными отделами были начаты систематические исследования в этом направлении.

Структура и качество освещения непосредственно влияют на успех реставрационного цикла в целом. Это особенно относится к системам местного освещения рабочих столов реставраторов. К числу главных требований к освещению следует отнести:

- создание высоких уровней освещённости вплоть до  $20 \times 10^3$  лк и более при операциях живописной реставрации, при этом осветительные приборы должны позволять варьировать уровни освещённости в широких пределах ( $200 \div 20 \times 10^3$  лк) в зависимости от вида технологической операции;
- высокое качество освещения, обеспечивающее неискажённую передачу цвета реставрируемых памятников, с характеристиками, приближающимися к условиям естественного дневного освещения с цветовой температурой  $6000^\circ\text{K}$ ;
- минимальное тепловое воздействие светового потока на красочный слой, допускающее его локальный нагрев лишь на несколько градусов;

- возможность создания бестеневого эффекта при приближении реставрационных инструментов к красочному слою;
- создание систем освещения рассеянного и направленного света в зависимости от вида реставрационной операции;
- создание насыщенного освещения локальных участков рабочего поля под оптическим прибором при работе реставратора со средствами оптического увеличения.

#### *Характеристики световых приборов, используемых для освещения технологических процессов реставрации.*

Для освещения реставрационных помещений используется, как правило, система комбинированного освещения.

Наиболее интересной из выполненных к настоящему времени работ по реставрационному освещению в нашей стране является техно-рабочий проект электрического освещения помещения реставрации ГМИИ им. А.С. Пушкина, выполненный Московским филиалом института "ТЯЖПРОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ".

В помещении реставрации живописи предусмотрена как осветительная установка, так и приборы монохроматического, инфракрасного и ультрафиолетового излучений. Общее освещение создаёт горизонтальную освещённость 1250 лк. Предусматривается дополнительное местное освещение, позволяющее повысить освещённость на рабочем месте (более 2000 лк). Для увеличения на мольбертах вертикальной освещённости, на стенах с обеих сторон окна устанавливаются дополнительно люминесцентные светильники типа ЛПО 02-2x40/П-01.

Принято общее освещение "нейтрального" тона, в создании которого участвуют поровну (по световому потоку) люминесцентные лампы ЛХБЦ мощностью 100 Вт и галогенные лампы накаливания мощностью 300 Вт. В качестве осветительных приборов общего освещения приняты люминесцентные светильники типа ЛСО 02-2x40/Р-01 и светильники с лампами накаливания типа 6-691/10-00 финской фирмы "СЛАО". Светильники устанавливаются группами параллельно окнам на высоте 4,5 м от пола.

При освещении реставрационных помещений за рубежом также используется комбинированная система освещения. Общее освещение выполнено обычно светильниками с люминесцентными лампами улучшенной цветопередачи и защитой от УФ-излучения.

Для общего освещения применяется подвесной потолок, в котором установлены люминесцентные лампы мощностью 40 Вт с цветовой температурой 5000°К. Для экранирования УФ излучения лампы установлены в трубах из прозрачного поливинилхлорида. Светильники имеют зеркальные плоские отражатели и перекрыты решетчатыми затенителями из поливинилхлорида с круглыми

ячейками. Общее освещение обеспечивает освещённость 1000 лк на уровне 0,8 м от пола. Для местного освещения установлены светильники, подвешенные к потолочному рельсу, по которому могут перемещаться. Светильники имеют две противоположные светящиеся поверхности, за которыми установлены люминесцентные лампы мощностью 40 Вт с параболоцилиндрическими зеркальными отражателями. С одной стороны светильника установлены лампы с T = 6500°K, а с другой с T = 5000°K. Светильник можно поворачивать вокруг продольной оси. Освещённость на рабочем месте 1500 лк. Для кратковременного получения более высоких уровней освещённости применяются малогабаритные прожекторы с высококонцентрированным светораспределением.

Для местного освещения используются самые разнообразные по своей конструкции светильники. При решении сложных зрительных задач рекомендуется применять светильники с увеличительной линзой.

Так, финской фирмой "СЛАО" выпускается светильник с лупой "Арис 2390" (арт.390), предназначенный для ведения ювелирных и прецизионных операций с использованием оптического увеличения. Конструктивно прибор состоит из оптического (со встроенной линзой) блока, в котором установлены для подсвета рабочей поверхности две лампы накаливания Е 14/40 мощностью 40 Вт и поворотный кронштейн, позволяющий перемещать оптический блок в различных плоскостях с фиксацией положения.. Прибор закрепляется на торце рабочего стола зажимом. В приборе использована оптическая лупа 1,5-кратного увеличения (фирмой допускается установка луп 1-3,5-х увеличения). Уровни освещённости рабочей поверхности составляют 2,5-7 Клк.

Фирмой "Вальдман" выпускается для промышленных предприятий ряд оригинальных светильников, предназначенных для освещения операций, требующих особенной точности – эти светильники используются и в реставрационной практике.

Настольный светильник с лупой типа FGL 316,3х6 Вт выпускается с 3-мя люминесцентными лампами мощностью по 6 Вт, что исключает нагрев освещаемого объекта. Светильник состоит из оптического блока (представляющего собой совмещённый конструктивный узел освещения и оптического увеличения) и подвижного выносного кронштейна для перемещения оптического блока над поверхностью стола. Лупа имеет диаметр 120 мм с увеличением 4 диоптрии. Возможна установка лупы с увеличением 10 крат размером 30 мм.

Для интенсивного направленного освещения отдельных участков реставрируемого объекта применяется малогабаритный светильник типа HGL 70, предназначенный для освещения точек

механических работ. В качестве источника света использована малогабаритная галогенная лампа накаливания мощностью 70 Вт на напряжение 24 В. Для концентрации светового потока используется специальный отражатель из оксидированного алюминия. Конструкция корпуса имеет ребристую поверхность для снижения нагрева. Предусмотрена возможность использования различных передвижных кронштейнов с устройствами изменения и фиксации угла наклона светового прибора относительно рабочей поверхности.

При выполнении реставрационных работ с применением токсичных химических веществ удобно использовать специальный осветитель модели АВЛ-122, в конструкцию оптического блока которого встроен вытяжной вентилятор. Оптический блок в виде диска оснащён кольцевой люминесцентной лампой мощностью 22 Вт на напряжение 220 В. Вытяжка вредных летучих паров осуществляется через центральную часть оптического блока.

Для освещения рабочего поля под микроскопом выпускается специальный осветитель на галогенной лампе накаливания мощностью 20 Вт с оптическим световодом длиной от 500 до 1000 мм и диаметром светового отверстия от 5 до 13 мм.

Для освещения реставрационных процессов, наряду с обеспечением необходимого уровня освещённости, правильной цветопередачи объекта реставрации, как правило, требуется минимальное тепловое воздействие освещения на красочный слой и создание бесстеневого светового поля в зоне работы реставратора. Разработка оптимальных в этом отношении световых приборов и источников света начата промышленностью, кроме того в настоящее время наиболее реальным может быть лишь использование некоторых приборов, близких по характеристикам и выпускаемых серийно. В ряде реставрационных мастерских с успехом применяются медицинские светильники СМ-28. Светильники этого типа по своему назначению создают высокие уровни освещённости ограниченного участка операционного поля (10 Клк в диаметре пятна 100 мм) с защитой источников света специальными теплоизоляционными фильтрами.

Световой поток направляется на освещаемый участок от четырёх светооптических элементов светильника, создавая высокую освещённость и бесстеневой эффект. Основными частями светильника являются: корпус, где располагаются светооптические элементы, горизонтальное звено, вертикальная штанга и основание. Горизонтальное звено шарнирно соединено с вертикальной штангой, которая крепится к основанию с электропитающим устройством. Светильник работает от сети 220 В, хотя все его элек-

тропотребители соответствуют номиналу 12 В, благодаря встроенному преобразователю напряжения.

Описанные выше светильники и источники света предназначаются для других областей использования. Поэтому для проведения исследований по оптимизации характеристик осветительных приборов, с целью реализации перечисленных требований к реставрационному освещению, сектором света ГосНИИР создана экспериментальная осветительная установка на основе театральных светильников СВТГ-05 и СВТГ-1 (Уманский завод театрального оборудования). В светильниках используются кварцевые галогенные лампы накаливания типов КГ-220-500-1 и КГ-220-1000-4 мощностью соответственно 500 и 1000 Вт. Корпуса светильников изготовлены из листовой стали и снабжены жалюзи для осуществления естественной вентиляции. Внутри корпуса размещён парabolicоцилиндрический отражатель и пружинные ламповые патроны для установки галогенной лампы. В выходном отверстии светильника расположена оправа для установки светофильтров. Максимальная сила света составляет 7000 и 12000 Кд. Путём поворота корпуса светильника и изменения раскрытия штатива можно обеспечить освещение направленным светом вертикальных объектов и горизонтальных поверхностей с достижением высоких уровней освещённости. Диапазон изменения освещённости составил от 200 до 10000 лк при расстояниях от освещаемой горизонтальной поверхности от 250 до 40 см. При проведении лабораторных исследований этих светильников выяснилось, что нагрев освещаемого объекта довольно значителен. Поэтому для уменьшения нагрева в светильнике были установлены специальные теплозащитные светофильтры голубого тона. При этом тепловое воздействие на освещаемый объект снижается на 50% с фильтром толщиной 5 мм и на 35% с фильтром толщиной 3 мм.

Цветовая температура источника света (галогенной лампы) в светильнике составляет 2300°К. Для улучшения качества цветопередачи были применены специальные киноосветительные плёночные светофильтры производства НИКФИ, которые были установлены в рамку для светофильтров. Таким образом, диапазон возможного изменения цветовой температуры составил от 2300 до 5600°К при различных вариантах установки плёночных и стеклянных светофильтров, что даёт возможность реставратору выбирать необходимую для конкретного процесса реставрации цветность излучения.

Для выполнения особо точных операций реставрации обычно применяются специальные средства оптического увеличения (лупы, бинокулярные микроскопы), работа с которыми требует

создания высоких уровней освещённости рабочего поля под оптическим прибором.

В реставрационных организациях России успешно применяется в этих целях ряд светильников зарубежного производства, описанных ниже.

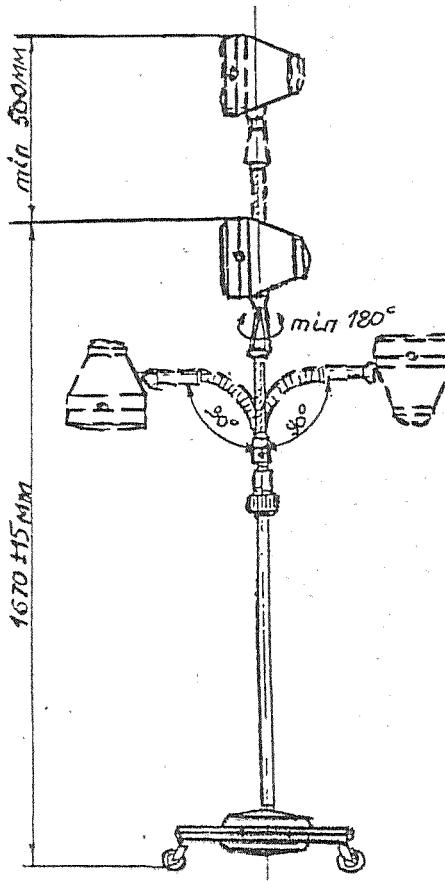


Рис.27. Светильник типа ВН-132 (Польша) для выполнения реставрационных работ.

Светильник типа ВН-132 (Польша) (Рис.27) для выполнения реставрационных работ движимых памятников представляет собой монопроекторную осветительную установку в виде торшера из пластмассы с галогенными лампами накаливания. Он обеспечивает уровень освещённости рабочего поля не менее 15 тысяч лк на расстоянии 0,8 м с высокой цветовой температурой излучаемого света. В конструкции светового модуля имеется теплопоглощающий светофильтр и защитное стекло, обеспечивающие нормативные условия для проведения большинства операций реставрации объектов масляной, темперной живописи, прикладного искусства.

Благодаря технической возможности перемещения галогенной лампы вдоль оптической оси отражателя, достигается изменение светового пучка в виде сходящегося, параллельного или расходящегося. Световой модуль соединён со штативом гибким шлангом, позволяющим изменять направление светового потока в пределах угла  $\pm 90^\circ$ . На корпусе светильника расположен переключатель, позволяющий уменьшать интенсивность освещения до 20%.

Штатив состоит из двух телескопически соединённых между собой труб и тормозной системы, дающей возможность удерживать выдвинутый штатив в требуемом положении. Ножки штатива оснащены колёсиками, позволяющими быстро и легко перемещать светильник. Питание прибора осуществляется от стандартной сети 220 В, 50 Гц. Потребляемая мощность – 100 Вт.

Светильник для выполнения реставрационных работ с качественной цветопередачей типа "Ателирлейхт" (Германия) (Рис. 28) устанавливается на подвижной треноге с возможностью изменения высоты штатива от 1,2 до 2-х метров. В качестве источника света используется металлогалогенная лампа накаливания Т 250 В/Д с цветовой температурой  $6000^\circ$  К, близкой по качеству цветопередачи к естественному свету, что весьма важно для результата реставрации. Уровни освещённости в рабочем режиме размещения светильника относительно объекта реставрации – 4-8 тысяч лк.

Конструкция светильника предусматривает возможность закрепления его на стене и на торцевой поверхности рабочего стола реставратора, что очень удобно в условиях реставрационных мастерских.

Используемая в светильнике металлогалогенная лампа мощностью 250 Вт имеет гарантированный срок службы 6000 час. Снижение цветовой температуры в конце срока службы возможно до величины не менее  $5400^\circ$  К. Лампа по спектральному составу излучения имеет минимальные составляющие в УФ-диапазоне и практически не даёт составляющей теплового излучения в ИК области спектра. Поворот светильника и фиксацией положения допускается в пределах  $\pm 45^\circ$ .

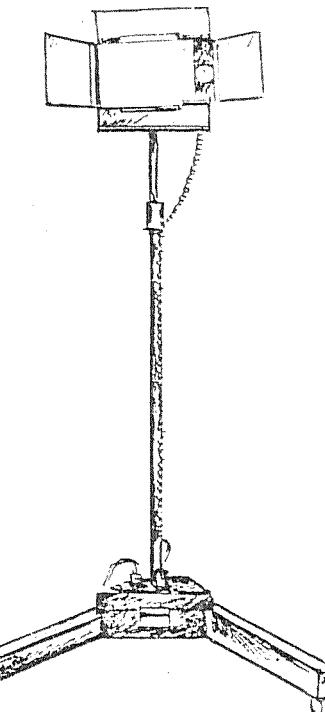


Рис. 28 Светильник для выполнения реставрационных работ с качественной цветопередачей типа "Ателирлейхт" (Германия).

## 5. Условия выполнения киносъёмок с соблюдением требований сохранности музейных коллекций.

Проведение киносъёмок в экспозиционных помещениях и запасниках определяются требованиями, предъявляемыми к условиям хранения каждого вида музейных экспонатов с точки зрения допустимых для них уровней освещённости. Оптимальным является проведение киносъёмок при рекомендуемых уровнях освещённости для основных групп экспонатов по светостойкости (таблица 5).

Нормы максимально допустимых уровней освещённости, приведённые в таблице 6 для несветостойких объектов (30-50 лк), находятся на пределе с точки зрения их зрительного восприятия. Известно, что минимальная величина освещённости в плоскости экспоната должна быть такой, чтобы обеспечивать яркости, необходимые для работы зрительного анализатора "дневного зрения" человека с полным исключением эффекта Пуркинье, который перестаёт проявляться, начиная от  $10 \text{ Кд}/\text{м}^2$  и выше. По данным НИКФИ процесс киносъёмки в цвете, при использовании последних достижений в области кинофототехники цветного съёмочного процесса, позволяет при указанных уровнях освещённости получить высококачественный негативный материал. При этом качество цветной фильмокопии будет достаточно высоким и её просмотр на киноэкране позволит дать исчерпывающую информацию о музейном экспонате.

Рекомендуемой методикой экспонометрического контроля съёмочного освещения является измерение максимальной освещённости для объёмных экспонатов (скульптура и т.п.) и освещённости в плоскости снимаемого плоского экспоната (картины, иконы, рукописи и т.п.).

Методика экспонометрического контроля по освещённости с использованием люксометра должна быть знакома любому профессиональному кинооператору.

В таблице 20 приведены величины ключевой освещённости, рассчитанные для обычных условий киносъёмки, исходя из коэффициента отражения объекта 0,3 (средний коэффициент отражения кожи лица человека). В этой таблице заштрихована каждая из областей допустимых уровней освещённости для трёх групп экспонатов по светостойкости, приведённых ранее в таблице 5. Данные, приведённые в таблице могут быть пересчитаны и для другого числа кадросмен, если киносъёмка проводится с иным числом кадров. Величины чувствительности также могут корректироваться в зависимости от числа кадро-

смен. При съёмках с меньшей частотой может использоваться менее чувствительный фотоматериал.

Использование данных таблицы предусматривает такие условия киносъёмки, когда снимаются одновременно музейные экспонаты и люди. Съёмка собственно музейных экспонатов может потребовать изменения экспозиционных факторов, указанных в данной таблице. Эти изменения будут зависеть от величин зональных коэффициентов отражения экспонатов, так как применительно к цветофотографическому съёмочному процессу все отражающие свет объекты (краски и т.д.) характеризуются тремя зональными (цветоделёнными) коэффициентами отражения для сине-, зелёно-, красночувствительного фотослой цветной негативной пленки (например, в таблице 20 приведены данные для кожи человеческого лица с коэффициентом отражения под зеленочувствительный слой цветной негативной пленки ( $\rho_{\text{зел.}} = 0,3$ )).

Исходя из требований музейного хранения и необходимости проведения съёмок при низких уровнях освещённости, для киносъёмок в музеях должны применяться цветные негативные пленки наибольшей чувствительности. Для каждой группы экспонатов по светостойкости должны применяться различные киноплёнки, указанные в таблице 21. В данной таблице приведены типы пленок, их светочувствительность, цветовая температура источников света, рекомендуемые светофильтры для объектива камеры, а также значения ключевой освещённости, ориентированные на различные раскрытия диафрагм объективов.

Отечественной промышленностью серийно выпускается достаточная номенклатура киносъёмочных объективов, в том числе сверхсветосильные, которые могут быть использованы при низких уровнях освещённости в музеях. В таблице 22 приведены сверхсветосильные киносъёмочные объективы с диапазоном фокусных расстояний от 22 до 75 мм. Приводятся также максимальные значения их относительных отверстий при полном раскрытии диафрагм и указывается их масса.

Для освещения экспонатов при киносъёмках может использоваться осветительная аппаратура той мощности, которая будет создавать допустимые уровни освещённости. Все необходимые данные по осветительной аппаратуре, её выбору, а также характеристики приведены в "Справочнике кинооператора".

При использовании серийной киноосветительной аппаратуры на световые отверстия осветительных приборов устанавливаются специальные стеклянные теплофильтры из стекла ПТП. Теплофильтры трёх разных оттенков (голубого, серого, бронзового) позволяют в несколько раз ослабить интенсивность инфракрасного излучения.

Таблица 20.

Значения ключевой освещенности (в лк) для съемки на пленках различной чувствительности при различной величине эффективного относительного отверстия объектива киносъемочного аппарата (составлена из расчета коэффициента отражения от кожи лица человека  $\rho=0,3$ ) при съемках с частотой  $n=24$  кадра/с и угле раскрытия обтюоратора =  $160\text{--}180^\circ$ .

Группа свето-стойкости	Эфф. относит. отв.ед. ГОСТ	1:1	1:1,2	1:1,4	1:1,7	1:2	1:2,4	1:2,8	1:3,5	1:4,0	1:4,8	1:5,6	1:8	1:11
I	22	600	900	1200	1750	2450	3500	4800	7450	9750	14000	19000	39000	75000
	32	400		800	1200	1700	2400	3300	5100	6700	9600	13000	27000	50000
	45	300	400	600	850	1200	1700	2300	3650	4700	6900	9300	19000	36000
	65	200	300	400	600	800	1200	1600	2500	3300	4700	6500	13000	25000
II	90	150	200	300	400	600	900	1200	1800	2400	3400	4700	9500	18000
	130	100	150	200	300	400	600	800	1300	1650	2400	3200	6600	12500
	180	75	100	150	200	300	410	600	900	1200	1700	2300	4800	9000
	250	50	80	100	150	200	300	400	650	850	1200	1700	3400	6500
III	350	40	50	75	100	150	200	300	450	600	900	1200	2500	4600
	500	25	40	50	80	110	150	200	330	450	600	850	1700	3200
	700	20	30	40	50	75	110	150	230	310	440	600	1250	2300

Таблица 21.

Значения ключевой освещенности для съемки на негативные пленки отечественного и зарубежного производства 35-мм и 16-мм формата при частоте кадров  $24$  кадр/с и угле раскрытия обтюоратора  $\alpha=160\text{--}180^\circ$  (выдержка  $1/50$  с).

№	Тип пленки	Светочувствительность ед. ГОСТ	Условия съемок		Освещенность в лк при относительном отверстии объектива:							
			цветовая температура $T^\circ K$	светофильтр на объектив камеры	1:1,2	1:1,4	1:2,8	1:4	1:5,6	1:8	1:11	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	ЛН-8 (35мм) "Смена", "Тасма"	100	3200	—	210	270	540	1100	2200	4300	8600	17200
2.	C-3 (35мм) "OPBO"	64	3200	—	340	430	860	1720	3440	6900	14000	28000
3.	5247 7492 "Кодак" (35 и 16мм)	125 80	3200 5500	— B85 "Реттен"	170 260	215 340	430 670	860 1360	1700 2700	3400 5400	6800 10500	14000 22000
4.	5294 7294 "Кодак" (35 и 16мм)	400 300	3200 5500	— B85 "Реттен"	50 65	65 87	130 170	260 350	520 700	1040 1400	2100 2800	4200 5600
5.	ХГ-125 "АГФА", "Геверт" 683 (35 и 16мм)	125 80	3200 5500	— NB85 "Реттен"	170 260	215 340	430 670	860 1360	1700 2700	3400 5400	6800 10500	14000 22000
6.	ХГ-320 "АГФА", "Геверт" 683 (35 и 16мм)	320 200	3200 5500	— NB85 "Реттен"	67 110	85 135	170 270	340 550	670 1080	1340 2150	2700 4300	5400 8600
7.	8511 8521 "Фудзи" (35 и 16мм)	125 80	3200 5500	— NB85 "Реттен"	170 260	215 340	430 670	860 1360	1700 2700	3400 5400	6800 10500	14000 22000
8.	8512 8522 "Фудзи" (35 и 16мм)	320 200	3200 5500	— NB85 "Реттен"	67 110	85 135	170 270	340 550	670 1080	1340 2150	2700 4300	5400 8600
9.	8514 8524 "Фудзи" (35 и 16мм)	500 320	3200 5500	— NB85 "Реттен"	40 63	50 78	100 156	200 310	400 630	800 1250	1600 2500	3200 5000

Таблица 22.

Параметры сверхсветосильных киносъемочных объективов, выпускаемых промышленностью с 1986 г.

№	Наименование объектива	Фокусное расстояние, мм	Относительное отверстие (эффективное)	Масса, кг	Примечание
1	OKC5-22-1	22	1:1,4	0,65	Удлиненный задний отрезок
2	OKC10-28-1	28	1:1,3	0,2	Нормальный задний отрезок
3	OKC10-28-1	28	1:1,2	0,59	Удлиненный задний отрезок
4	OKC12-35-1	35	1:1,4	0,3	Удлиненный задний отрезок
5	OKC11-50-1	50	1:1,2	0,29	
6	OKC14-75-1	75	1:1,4	0,8	

## ЛИТЕРАТУРА

1. МЕШКОВ В.В. Основы светотехники. - М.: Энергия, 1979.
2. БРИЛЛ Т. Свет и его воздействие на произведения искусства. Пер. с англ. - М.: МИР, 1983.
3. THOMSON G. The Museum Environment. - London-Boston, 1978.
4. БРЕДНЯКОВ А.В., ЗАЙЧИКОВА С.Ю., ЕНШИНА О.Д. Технические средства освещения музеев и реставрационных мастерских. Обзорн. информ. МК СССР, ГБИЛ. - М., 1984.
5. БРЕДНЯКОВ А.В., ЗАЙЧИКОВА С.Ю., ЕНШИНА О.Д. Оптимизация освещения музеев и реставрационных мастерских // Средства создания оптимального микроклимата в музейных зданиях и зданиях памятниках культовой архитектуры. Метод. реком. МК СССР. - М., 1987.

## 3

## АГРЕССИВНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ВОЗДУХА И ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА МУЗЕЙНЫХ ВИТРИН

## ВВЕДЕНИЕ

Основная задача в разработке музейного оборудования – продуманное использование всего арсенала технических средств для создания и поддержания оптимального режима, исключающего вредное воздействие окружающей среды и обеспечивающего длительную сохранность музейных коллекций.

Среда – это, прежде всего, окружающий воздух, свойства которого зависят от его газового состава, изменения содержания влаги, присутствия микроорганизмов, пыли, сажистых веществ. Процессы изменения механических, физико-химических, биохимических свойств материалов в ходе естественного старения можно сильно затормозить или свести до минимума, предохранив музейные предметы от разрушающего действия среды.

Известно, что египетские памятники и их фрагменты из камня в Лондонских музеях подвергаются большему разрушению за десятилетие, чем за столетия существования в Египте.

Можно привести пример разрушения барельефа из известняка, находящегося в одном из залов Лувра, после того, как наружный фасад музея был очищен от загрязнений струей воды, что сразу же повысило уровень относительной влажности в зале.

Обелиск Клеопатры разрушился значительно сильнее со временем установки в Нью-Йорке в 1881 году, чем за три с половиной тысячетелетия существования в Египте.

Колонны Парфенона потребовалось поместить в футляры с инертным газом, чтобы предохранить их от разрушения.

Музейное оборудование (прежде всего – витрины, соответствующие всем требованиям хранения) позволяет предупреждать возможные разрушения. Хранение в экспозиции происходит в условиях гораздо более жестких, чем в фондохранилищах. Колебания температуры и влажности здесь выражены сильнее ввиду присутствия посетителей; запыленность и газовый состав воздуха также менее благоприятны, что определяет защитные свойства витрин. Именно в витринах возможно создание условий, отличных от параметров окружающей среды, в первую очередь, для особо ценных предметов.

## Влияние воздействий окружающей среды на сохранность музейных предметов.

### Воздействие агрессивных составляющих воздуха на экспонаты.

Сотрудники музеев должны иметь представление о разрушающем действии окружающего воздуха. Поэтому ниже даны краткие сведения о наиболее агрессивных составляющих воздуха, о возможном влиянии на материалы музейных экспонатов. Более подробно с этими вопросами можно ознакомиться в обзорах ГосНИИР и специальной литературе.

Помимо широко известного действия изменений температуры и относительной влажности воздуха, большое влияние на сохранность музейных экспонатов оказывает газовый состав воздуха (1). Воздух современных городов, особенно промышленных, где, как правило, расположены музеи – хранилища крупнейших сокровищ мирового искусства, загрязнен сернистым газом, сероводородом, озоном, двуокисью азота, дымом, пылью и другими вредными компонентами. Все эти загрязнения, проникая в музейные здания, отрицательно влияют на состояние музейных предметов.

Значительную часть примесей воздуха составляют пыль, дымы различного происхождения, сажа. Пыль с диаметром частиц менее 15 мк долгое время находится во взвешенном состоянии и может легко попадать в здания, где оседает на внутренних поверхностях, проникая сквозь незначительные щели шкафов и витрин. Эта пыль содержит высокий процент сажи и смол, имеющих в результате сорбции сернистого ангидрида воздуха кислую реакцию и содержащих следы металлов, которые являются катализаторами процессов деструкции покрытых пылью поверхностей предметов.

Сажа повреждает камень; чрезвычайно вредны и трудно удаляемые частички копоти с тканей. В старых тканях происходит механическое разрушение структуры волокон, приводящее к их сечению и разрушению. Попадая на картину, пыль прилипает к ее поверхности, проникая в мельчайшие трещины.

Внутри музея источниками пыли являются предметы интерьера и посетители, однако, это пыль другого состава – волокна различного происхождения, частички тканей, резины, кожи. Химически они могут быть безвредны, но представляют собой питательную среду для развития микроорганизмов и насекомых.

В новых зданиях, используемых для выставок и музеев, бетон и цемент выделяют аэрозоли не менее двух лет. Их частицы имеют щелочной характер и размер менее 100 нм, что позволяет им свободно проходить через микропористые фильтры. Механизм образования этих аэрозолей не установлен, но известно, что их частицы имеют щелочность, достаточную для разрушения шелка,

теряющую прочность и блеск, обесцвечивания пигментов, изменения состава масел, болезни стекла. Льняное масло отвердевает, становится хрупким и приобретает коричневую окраску; оно считается одним из наиболее уязвимых материалов, страдающих от действия окружающего воздуха, причем, его цвет в составе красок маскируется темными пигментами. При осаждении на поверхность экспонатов из металлов и стекла частицы бетона или цемента становятся центрами кристаллизации в материале. Кроме того, аэрозоль, выделяющийся из сырого цемента, оседает на поверхности предметов, повреждая кожу, живопись, ткани, бумагу.

Из содержащихся в воздухе агрессивных газовых составляющих наибольшие количества приходятся на долю двуокиси серы, образующейся в атмосфере при сжигании различных видов горючих материалов – угля, газа, масел, нефти и др. Газообразная двуокись серы связывается с твердыми и жидкими частицами, взвешенными в воздухе и становится составной частью аэрозоля. Если эти частицы жидкие (туман), газ растворяется в них, а на твердых частицах адсорбируется. Таким образом, аэрозоли с двуокисью серы способны проникать практически всюду.

В присутствии таких катализаторов, как пятиокись ванадия или окись трехвалентного железа, под влиянием солнечного света и радиации от искусственных источников света, в атмосфере образуется трехокись серы (1:10 по отношению к двуокиси серы). При взаимодействии с влагой воздуха на поверхности частиц двуокись и трехокись серы образуют, соответственно, сернистую и серную кислоты. Окисление двуокиси серы и превращение ее в серную кислоту происходит как в воздухе, так и на поверхности предметов благодаря наличию микроэлементов в качестве катализаторов. В результате до 5% серы, содержащейся в промышленных выбросах, существует в атмосфере в виде серной кислоты.

Серная кислота достаточно гигроскопична и содержащие ее капли тумана имеют кислую реакцию. Увеличиваясь в размере, капли тумана осаждаются на поверхности предметов. Через помещение объемом 100 куб.м с вентиляцией, обеспечивающей в среднем одну полную смену воздуха в час, за месяц проходит 3 мл концентрированной серной кислоты. Оседая на предметы, она поражает различные материалы: попадая в трещины красочного слоя, активно разрушает живопись, вызывает коррозию металлов.

Влажность выше 70% ускоряет реакции взаимодействия органических материалов (тканей, бумаги, кожи и др.) с двуокисью серы в воздухе, хотя эти процессы идут и при относительной влажности 30-60%.

Под действием двуокиси серы бумага, особенно дешевых сортов, желтеет, делается хрупкой по краю страниц. Производствен-

ные добавки, в частности, квасцы, а также лигнин с группами родственными двуокиси серы, ослабляют бумагу по всей массе и она становится еще более подверженной действию кислотных примесей воздуха.

Все изделия, содержащие целлюлозу, поражаются серной кислотой, осождающейся с влагой из двуокиси серы, а кислород и свет ускоряют эти процессы.

Волокна животного происхождения (шерсть, кожа, пергамент) по-разному реагируют на действие двуокиси серы, например, шерсть поражается менее, чем шелк. Растительные дубильные вещества, которыми обрабатывают кожу, особенно чувствительны к действию серной кислоты. Большинство синтетических волокон устойчиво к этому воздействию, но вискоза, в состав которой входит хлопок, чувствительна так же, как и растительные волокна (3, 4).

Присутствие двуокиси серы в воздухе обуславливает интенсивную (в 1000 раз сильнее обычной), постоянно возрастающую эрозию камня и штукатурки; особенно страдает мрамор. При этом известковые материалы превращаются в гипс, из алюмосодержащих адгезивов образуются соли Кандло. Таким образом, прямым следствием взаимодействия серной кислоты с твердой поверхностью является разрушение последней.

Аммиак – газ, легко растворимый в воде, реагирует с находящейся в атмосфере серной кислотой, превращаясь в сульфат аммония. Будучи гигроскопичным соединением, сульфат аммония разрушает картон, вызывает "посинение" лака на картинах, так как в виде частиц, сорбировавших влагу, образует на лаках и смолах центры кристаллизации (до 5 мм). Сернистые и аммиачные соединения губительно действуют на многие краски, чрезвычайно вредны для хлопка, льняного полотна.

Сероводород образуется как в городах в результате деятельности промышленных предприятий, так и в сельской местности в результате биологической активности болот, мелких озер и т.п. Значительное количество сероводорода выделяется резиной и другими материалами, используемыми при изготовлении витрин. Сероводород поражает почти все металлические предметы, вызывая их потемнение, воздействует на свинцовые белила, сурьяные краски (4, 5).

Озон – наиболее сильный окислитель, вызывающий видимые изменения музейных предметов. Он образуется в результате природных явлений в атмосфере, фотохимических реакций выхлопных газов автомобилей, а также в результате реакции кислорода воздуха на УФ излучение ламп дневного света.

Разрушающее действие озона оказывает на ненасыщенные химические соединения, так как разрушает двойные связи в углеродной цепи. На резиновых изделиях появляются поперечные

трещины. Но озоновое поражение не ограничивается резиной; этот мощный окислитель разрушает почти все органические материалы, действует на металлы и, особенно, на красители (8, 10).

Из всех окислов азота, присутствующих в воздухе, наиболее опасна и трудноудалима двуокись азота, которая, растворясь в воде, образует азотную кислоту. В результате действия двуокиси азота происходит обесцвечивание красок, разрушение нестойких лаков, а также гидролиз целлюлозы, коррозия металлов, быстрое старение кальцийсодержащих минералов и настенной живописи (6,7,9). Хлопок, шерсть, различные красители на тканях разрушаются в присутствии различных окислов азота, концентрация которых увеличивается с повышением количества транспорта.

Засорение воздуха соединениями хлора носит обычно местный характер. Например, морской воздух, распространяющийся иногда вглубь территории, несет мельчайшие частички соли, осаждающиеся на предметах. Благодаря своей гигроскопичности соль накапливает и удерживает влагу, которая, в свою очередь, усиливает влажность среды, способствует появлению и росту плесени. Это – серьезная угроза для книг, бумаги, археологического металла, меди, камня, мрамора и др.

Углекислый газ опасен для предметов из меди и свинца, отреставрированных произведений из неорганических материалов, когда доделочные массы образуют комплексные соли с двуокисью углерода на поверхности экспоната ("высолы"). Мобильные ионы калия и натрия, входящие в состав стекла, во влажной атмосфере быстро реагируют с двуокисью углерода воздуха с образованием карбонатов калия и натрия ("запотевание" стекла).

Присутствие кислорода в воздухе вызывает постоянное неизбежное старение органических материалов, интенсивное выцветание тканей, красителей, окисление масел, коррозию металлов даже в сухой атмосфере. Изменения эти часто необратимы, они усиливаются в присутствии влаги.

Особенно опасно комбинированное действие кислорода и света для органических материалов. На свету в присутствии кислорода и загрязнителей воздуха темнеют некоторые породы дерева; окрашенное или расписанное дерево выцветает, происходит пожелтение масла, побеление лака, связующие на клее становятся хрупкими и сжимаются, изменяется тон некоторых новых красок, иногда меняется цвет и прозрачность стекла; ткани выцветают неравномерно в зависимости от состояния и типа материала и характера использованных красителей (1,4,5). Примером такого разрушения служит шелк, который особенно подвержен фотоиндуцированному разрушению в местах окраски. Изменения касаются не только слабосветостойких, но и "вполне светостойких" красок.

Установлено, что на свету усиливается действие не только кислорода, но и различных загрязнителей воздуха, причем, их комбинированное влияние вызывает большее разрушение, в частности, бумаги и тканей, чем действие каждого из этих компонентов.

Кроме перечисленных вредных составляющих воздуха, агрессивное воздействие на музейные предметы оказывают и другие химические соединения, в частности, уксусная, соляная, муравьиная кислоты, формальдегид, различные органические радикалы, образующиеся в результате реакции кислорода с выхлопными газами. Неправильное хранение экспонатов и использование для фондохранилищного и экспозиционного оборудования и отделки помещений неподходящих для этого материалов также способствует накоплению вредных примесей, влияющих на состояние предметов. Например, дуб выделяет пары органических кислот, и пастель на бумаге в дубовой раме претерпевает изменения. Этот процесс происходит очень медленно, а вот свинцовые белила в дубовых или еловых ящиках разрушаются быстро.

В таблице 1 приведены данные о степени воздействия агрессивных составляющих воздуха на материалы музейных экспонатов; знаком (+) отмечена необходимость предельного снижения концентрации соединения в воздухе, знак (++) означает, что содержание этого компонента в воздухе особенно опасно для данного материала.

#### *Требования к составу газовой среды в объеме музейной витрины.*

Воздействие света само по себе не вызывает фотохимических изменений в материалах, только в совокупности с влагой, атмосферным кислородом и загрязнителями воздуха оно может служить причиной деструкции органических материалов. Косвенное воздействие света (инфракрасной части спектра) как разрушающего фактора выражается в изменении влажности окружающей среды и материалов экспонатов в результате нагрева. Обесцвечивание красок также обусловлено катализирующим действием света на атмосферный кислород и озон.

В качестве меры предосторожности против разрушительного влияния кислорода задолго до загрязнения воздуха промышленными отходами, еще в 1893 году картины стали хранить под стеклом в частичном вакууме. Но при этом невозможно было контролировать относительную влажность среды, нормирование которой необходимо для обеспечения сохранности экспонатов.

*Таблица 1.*

**Воздействие агрессивных компонентов воздуха на материалы музейных экспонатов<sup>1</sup>.**

Материал	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	NO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	компоненты газовой среды органические компоненты	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	NaCl	HCl	сажа	бетон
Песчаник, гранит (в условиях повышенной влаж- ности среды)	++	+	+	+	++	+						
Мрамор	+	+	++	++	+							
Стекло, фарфор, керамика	+	+	+	++		+	+	+	+	+	++	++
Краски, лаки		+	+	+	+	+	+	+	+	++		++
В т.ч. содержащие спинчу	+	++	++	++	++	+	+	+	+	+	+	+
Драгоценные и полудраго- ценные камни	++	+	++	++	+	++	++	++	+	+		+

<sup>1</sup> Приведенные данные показывают, как значительно влияние вредных факторов на берега музейных экспонатов.

Таблица 1 (Продолжение).

	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	NO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	NaCl	HCl	сажа	бетон
Материал											
серебро (в сухой атмосфере)	+	++	++	++	++	++	++	++	++		
(во влажной атмосфере утилизации коррозии в замкнутом помещении)	++	++	+	++	++	++	++	++	++		
серебро (в сухой атмосфере)	++	++	++	++	++	++	++	++	++		
серебро (во влажной атмосфере)	++	++	++	++	++	++	++	++	++		
железо	++	++	+	+	++	++	++	++	++		
бронза					++	++	++	++	++		
стекло	+	++	++	++	++	++	++	++	++		
серые мраморы	++	++	+	+	+	+	+	+	+		
сажа, кость	++	++	+	+	+	+	+	+	+		
серебряный сплав					+	+	+	+	+		
бумага перспективная (в присутствии соли и золота)					+	+	+	+	+		
Древесина						+	+	+	+		
Ткани (в присутствии света и платы)						+	+	+	+		

Экспериментально были установлены границы влажности оптимальных условий хранения и экспонирования: для органических материалов –  $55 \pm 5\%$  и для неорганических –  $40-50\%$  при температуре  $18^{\circ}\text{C}$ . Однако, в музейных экспозициях большое количество предметов хранится в условиях, не соответствующих этим нормам относительной влажности. Например, стекло и металл для комфортного содержания требуют  $20 \pm 5\%$  относительной влажности. Пергамент не терпит отклонений от  $55\%$  даже на  $1\%$ . Регулируемая влажность – главное условие содержания музейных предметов, и добиться ее можно только в герметичной емкости, где для каждого вида ценных экспонатов можно обеспечить требуемые условия (11).

Для всех без исключения материалов экспонатов нужна газовая среда без агрессивных составляющих, причем, для различных предметов требуется исключение каких-то определенных примесей. Например, серебро (для его потускнения достаточно даже естественного фона сероводорода). В закрытом объеме серебро корродирует в два-три раза быстрее, чем в открытой атмосфере. Такое поведение серебра связано с его чувствительностью к сернистым соединениям и нечувствительностью к повышенной влажности открытого пространства. А для свинца соединения серы безвредны, но опасны кислород, углекислота, повышенная влажность.

Таким образом, в среде хранения с контролируемой и свободно варьируемой относительной влажностью должно быть снижено содержание кислорода и агрессивных газовых составляющих, пыли, сажи, спор микроорганизмов и личинок насекомых, повреждающих коллекции. Для максимального замедления реакций старения необходимо, в первую очередь, устраниить кислород как основной разрушающий фактор. Экспериментально доказано, что среда, содержащая  $2\%$  кислорода, является наиболее благоприятной для органических красителей, в то время, как содержание их в чистом инертном газе изменяет цвета пигментов.

Непрерывно растущее загрязнение атмосферы, комбинированное с действием кислорода и влаги, оказывается на музейных предметах из бумаги. Экспериментальные исследования свойств бумаги в зависимости от содержания кислорода в окружающей среде, проведенные в ГосНИИР, показали, что прочностные свойства бумаги заметно ухудшаются при концентрации кислорода выше  $5-6\%$ . Наилучшие показатели получены при содержании кислорода в среде  $2-5\%$  и относительной влажности  $40-60\%$ .

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности поддержания в среде хранения минимального количества кислорода для замедления процессов старения экспонатов из бумаги (библиотечных и архивных материалов).

## 2. Витрины общего назначения.

В зависимости от конструктивных особенностей разные виды витрин в различной степени могут защищать экспонаты от губительного влияния окружающей среды. Очевидно, что чем медленнее протекает воздухообмен между объемом витрины и окружающим воздухом, тем меньше микроклимат помещения влияет на параметры среды в витрине.

В настоящее время распространены эффектные витрины, составленные из отдельных листов стекла без обрамления или из стекла, помещенного в алюминиевый профиль. При этом не учитывается, что имеющиеся зазоры в стыках между профилем конструкции и стеклами не позволяют регулировать воздухообмен. В негерметичной витрине изменения относительной влажности с небольшим опозданием следуют за ежедневными флюктуациями относительной влажности окружающего воздуха. В такие витрины свободно проникает не только воздух с вредными газовыми составляющими, но и пыль с микроорганизмами.

Внутри обычной экспозиционной витрины в любом случае возникают суточные и сезонные колебания влажности. В зависимости от степени герметичности, значение перепада влажности и температуры воздуха может увеличиваться на 20% при изменении температуры в зале на 2°C.

Неправильно изготовленная витрина может служить причиной преждевременного старения экспоната.

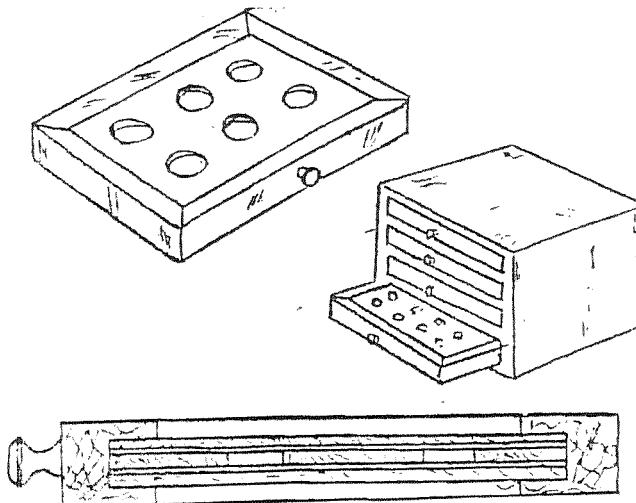


Рис. 1. Выставочная витрина для монет и мелкой пластики.

## Способы и средства создания параметров микроклимата в объеме музейной витрины.

При проектировании витрин в первую очередь необходимо исходить из свойств материала экспоната, поэтому создать единый тип витрины пока не представляется возможным. Наилучший способ сохранения чувствительных к воздействию среды экспонатов – помещение их в витрины с контролируемыми параметрами газовой среды. Важно отметить, что стоимость таких витрин намного меньше, чем стоимость обеспечения общего контроля параметров воздуха во всем объеме помещения. Тем более, что витрины с системой кондиционирования можно реконструировать так, чтобы обеспечить всесторонний обзор экспоната.

Для соответствия своим задачам применяемые в музеях витрины, шкафы и другое оборудование может быть использовано при условии предварительной герметизации. Поскольку внутрь все же проникает некоторое количество воздуха через стыки или материалы, из которых они изготовлены, такие витрины можно характеризовать как конструкции с минимальным воздухообменом. Этот тип витрин следует считать "герметизированным". Обмен воздуха в герметизированной витрине через возможные неплотности может происходить в результате:

- 1) диффузии через пористые материалы, например, дресвесину;
- 2) движения воздуха, вызываемого изменениями температуры и давления;
- 3) конвекционного движения воздуха вследствие разницы относительной влажности внутри и снаружи витрины. Важно тщательно заделать стыки, мелкие отверстия, пропускающие пыль и вредные вещества.

Витрина должна быть выполнена из материалов, не пропускающих газы ( оргстекло и не покрытое лаком дерево газопроницаемы). Важно избегать резких температурных колебаний, для чего лучше пользоваться отраженным светом ламп, установленных снаружи витрины. Если лампы помещены в витрину, воздух внутри неизбежно нагревается, а при выключении ламп наружный воздух, более холодный, будет проникать в витрину.

Для увеличения стабильности микроклимата витрины в нее дополнительно помещают гигроскопичные материалы: ткани, дерево, картон, вату.

Несмотря на ряд отрицательных свойств, дерево до сих пор остается одним из основных музейных материалов. Гигроскопичность дресвесины при колебаниях влажности внутри хранительского объема приводит к поглощению определенного количества влаги из воздуха и выделению ее при колебаниях температуры и

относительной влажности. Это положительное с точки зрения поддержания относительной влажности свойство оказывается опасным при хранении неустойчивых к воздействию влаги материалов художественных произведений, в частности, металлов.

Буферное действие древесины, тканей, картона, ваты, силикагеля, способных при изменении влажности воздуха поглощать и отдавать влагу, либо только поглощать при превышении границы заданной влажности, хорошо изучено и теоретически обосновано. Так, Томсон (1, 2) в своих работах показал, что в витрине емкостью 100 л, содержащей 100 г выдержанной древесины, изменения относительной влажности будут втрое меньше, чем в такой же пустой витрине при той же температуре. Меньшей эффективностью обладает вата, но при ее применении быстрее устанавливается равновесие. Изменение относительной влажности воздуха в витрине, содержащей вату в количестве 2 кг/м<sup>3</sup>, в 10 раз меньше, чем изменение относительной влажности в пустом ящике. При перепадах температуры буферное действие пропитанного влагой дерева внутри витрины прекращается, и за 8 часов относительная влажность окончательно падает до уровня более низкого, чем он был первоначально. Поэтому как влагостатирующий агент может быть использована только выдержанная древесина.

Поддержание стабильной влажности в витринах небольшого объема возможно с помощью сухих кристаллогидратов солей цинка, натрия, магния, никеля. Их использование основано на способности таких солей кристаллизоваться, однако они требуют периодической регенерации и трудно восстанавливаются при высыхании.

На практике иногда применяют насыщенные растворы солей с большим избытком соли в широких стаканах. При этом происходит испарение в объеме с поверхности до достижения равновесия относительной влажности. Необходимый уровень быстрее достигается при постоянном перемешивании раствора и подаче воздуха в экспозиционный объем вентилятором. Недостаток этого метода в том, что диффузия в жидкостях — очень медленный процесс, поверхностные слои растворов быстро разбавляются водой, сорбирующей из воздуха. Емкость с растворами нужно покрывать мембранный из силиконового каучука, проницаемого только для воздуха. Кристаллы соли могут осаждаться на экспонатах в витрине, а металлические экспонаты — подвергаться электролитической коррозии. Такой способ может применяться в музеях, где обеспечивается высокое качество изготовления витрин, хранительских шкафов из дерева и металла, оборудования для использования растворов.

Поддерживать постоянную относительную влажность можно также с помощью смеси воды с глицерином, взятых в разных пропорциях. Ниже в таблице приведены примеры составления глицериновых смесей для поддержания различной относительной влажности в объеме. Практика использования таких составов показала удовлетворительные результаты: глицериновые смеси можно применять в емкостях, размещаемых в подиумах витрин; полик витрин делается перфорированным и декорируется хорошо проницаемым материалом.

Таблица 2.

Значение относительной влажности воздуха над смесями воды и глицерина.

относительная влажность, %	количество глицерина, мл	количество воды, мл
50	767	до 1000
60	687	то же
70	585	то же

Использование таких влагостатирующих агентов, как силикагель, алюмогель, какенгель, получило широкое распространение в музейной практике и постоянно совершенствуется. Буферная способность этих веществ значительно больше, чем у древесины. Например, при 50% относительной влажности силикагель поглощает до 30% влаги от своего веса, а дерево — 8-11%. При высоком уровне относительной влажности силикагель может поглощать до 40% влаги от своего веса в то время, как другие материалы становятся мягкими и влажными. Если в витрину на 1 кг ее содержимого поместить 100 г силикагеля, то при колебаниях температуры на 5°C относительная влажность в объеме изменится только на 4% (11,12).

Силикагель — производное кремниевой кислоты, имеет вид твердых полупрозрачных или матовых зерен; это химически инертный материал, различается по размеру гранул: чем меньше гранулы силикагеля и чем больше площадь, занимаемая ими, тем быстрее обеспечивается достижение равновесия.

Какенгель — жидкий силикагель, получаемый при обработке активной глины жидким стеклом и серной кислотой. Над какенгелем равновесие устанавливается в два-три раза быстрее, чем на силикагеле.

Из отечественных влагостатирующих агентов можно порекомендовать использование мелкопористого силикагеля марки КСМ и ШСМ (ГОСТ 3956-54) с размером гранул 1-3 мм. Для осушения лучше использовать крупнопористый силикагель марки ОСК с емкостью по водяным парам не менее 70% при температуре 20°C и относительной влажности 100%.

Силикагель восстанавливается нагреванием до 150°C и сохраняет буферную способность в течение нескольких циклов увлажнения и осушения.

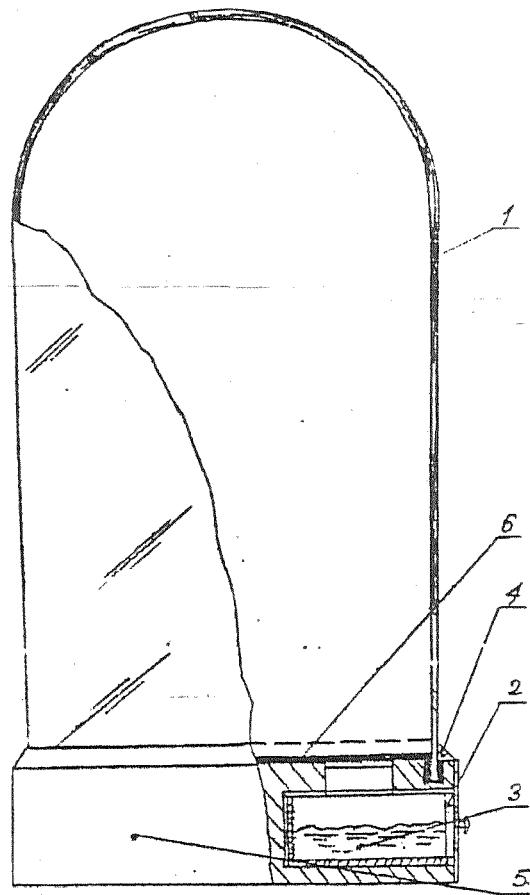


Рис. 2. Схема конструкции витрины с силикагелем:  
1- стеклянный колпак; 2- выдвижной ящик; 3- силикагель;  
4- герметизирующая прокладка; 5- основание; 6 - слой ткани.

Перед использованием силикагель необходимо кондиционировать, предварительно просушив на железных или алюминиевых противнях при температуре 150-180°C при непрерывном помещении в течение 1,5 - 2 часов до влажности 2%. Высушенный силикагель хранят в стеклянных банках с притертymi пробками. Перед помещением в витрину или шкаф силикагель необходимо вы-

держать в замкнутом объеме при требуемой влажности в течение 7-10 дней. Например, чтобы установить относительную влажность 55%, нужно довести до постоянного веса 5 кг сухого силикагеля, на что требуется около 10 дней, после чего в течение 18 месяцев силикагель будет поддерживать постоянную влажность в витрине. Силикагель, пропитанный перед употреблением раствором хлористого кобальта, при насыщении влагой изменит свой цвет с синего на розовый, что будет являться сигналом для его замены и высушивания.

В зависимости от конструкции витрины силикагель помещают в нее в чистых тряпочных мешочках или размещают на проволочных или пористых полиэтиленовых сетках, насыпают в специально сконструированные отсеки между элементами конверта для живописных произведений. Такого типа витрины-конверты были разработаны и применяются в зарубежных музеях, после усовершенствования они представляют собой образец ёмкости для обеспечения сохранности экспоната, где использование силикагеля наиболее целесообразно.

Такая витрина-конверт состоит из глубокой коробки, изготовленной из оргстекла толщиной 3,5-8 мм, передняя панель которой может быть выполнена из небликующего стекла. Внутри находится деревянная конструкция, в ячейках которой расположен силикагель в мешочках из ткани. В такую витрину-конверт помещают, как правило, живопись на досках, крепящихся к задней стенке конверта. Расстояние от боковых стенок до экспоната - 5 мм. с оборотной стороны (со стороны деревянной конструкции-вставки) доска плотно вдавлена в нее на резиновых прокладках. Одну треть объема конструкции занимает экспонат; столько же составляет воздушное пространство; оставшаяся треть объема, занимаемая силикагелем вместе с деревянным вкладышем, достаточно для нормального функционирования силикагеля. В витринах обычных размеров потребовалось бы разместить намного больше силикагеля, специально организовав пространство для него.

Важно отметить, что в связи с применением силикагеля возник ряд спорных вопросов - стоит ли силикагель хлопот, времени и затрат на закупку, подготовку и манипуляции с ним, на конструирование витрин с поддонами. Отмечено, что силикагель уменьшает кратковременные колебания влажности по сравнению с гораздо большими колебаниями в зале, но на продолжительные сезонные колебания не влияет и не удерживает относительную влажность на уровне 55%. Буферная система может только гладить, но не исключить колебания.

Отсутствие универсальных формул расчета количества закладываемого сорбента, а также научно-обоснованной методики расчета

не позволяют широко применять влагостатирующие агенты для стабилизации относительной влажности воздуха в музейных витринах и конвертах картин.

Одной из проблем, связанных с применением силикагеля, является присутствие растворимых солей в гранулах; в экспозиционной витрине с силикагелем были обнаружены хлориды металлов.

Основное правило при применении силикагеля – необходимость помещения его в максимально герметизированный объем; использовать силикагель в негерметичной витрине бесполезно! Влагостатирующие агенты следует помещать в витрины лишь небольшого объема, иначе понадобится слишком большое количество силикагеля для получения желаемого результата. Тем не менее, если не представляется возможным прибегнуть к наилучшим способам очистки воздуха в объеме витрины и поддерживать требуемую относительную влажность другими путями, рекомендуется использовать силикагель, особенно, например, при транспортировках, упаковках, организации выставок и др.

Для особо ценных или хрупких экспонатов использование силикагеля нежелательно, так как недостаточно надежно обеспечивается поддержание параметров воздушной среды; поэтому прибегают к установке герметичных витрин с системой осушения или увлажнения воздуха, которые требуют сложной схемы принудительной подачи воздуха, его осушения с помощью сиккативов и автоматического контроля относительной влажности. Тем не менее, такие системы должны применяться, когда речь идет о раритетах и плохо сохранившихся экспонатах из чувствительных материалов.

Для создания комфортных условий хранения и экспонирования предметов рационально иметь не абсолютно герметичную, а герметизированную витрину, в которую воздух будет поступать через небольшое отверстие, снаженное фильтром. Рекомендуемый диаметр отверстия – 5 см для объема 1 м<sup>3</sup>, скорость обмена воздуха через такое отверстие не должна превышать 12 объемов в год. В отверстии должен быть размещен фильтр. Такая витрина защищает экспонаты от действия пыли и сернистого ангидрида, но объем необходимо постоянно кондиционировать, принимая во внимание утечку воздуха через неплотности в стыках.

Этот способ прогрессивен и опробован. У него есть некоторые недостатки: осложняется расчет количества используемых буферных материалов, не предусмотрено удаление скапливающихся в витрине газообразных продуктов распада, например, поливинилхлорид (из материалов отделки и прокладок) разлагается на свету с выделением соляной кислоты. Для изделий из свинца противопоказаны витрины из дуба и хвойных пород дерева: использование синтетических клеев и мастик для монтировки витрин и стендов

следует ограничивать, как и применение резины в качестве уплотняющих прокладок, за исключением материалов на основе кремнийорганических соединений.

Но, учитывая отмеченные особенности, можно успешно применять витрины с фильтрами. В фильтрах для улавливания пыли может быть использована стеклоткань, материалы ФП – ткань Петрянова, представляющие собой материал из нескольких слоев из ультратонких волокон полимеров. Материалы ФП в выпускаемых отечественных фильтрах типа АА-В-20; В-0,1; В-0,4 предназначены для очистки воздуха только от твердых сухих аэрозолей при концентрации твердой фазы до 0,5 мг/м<sup>3</sup>. Материалы ФП не задерживают газообразные загрязнения. Для применения в витринах рекомендуются фильтры с рабочей поверхностью 150 см<sup>2</sup> материала ФП-15-1,5 на м<sup>3</sup> витрины.

Для поглощения дыма и вредных газов можно ставить фильтры из активированного угля из расчета 500 г угля на 1 м<sup>3</sup> или патрон противогаза. Однако этот способ несовершен: уголь поглощает только 33% содержащихся в воздухе агрессивных компонентов. Кроме того, процесс адсорбции обратим, и небольшие количества вредных газов будут находиться в объеме витрины, снаженной угольным фильтром. Если материал экспоната и газ вступают в реакцию, как например, мрамор и сернистый ангидрид, то после того, как количество двуокиси азота, находящееся в равновесии с углем, прореагирует с мрамором, из угля выделится новая порция газа, и реакция будет продолжаться. Поэтому исследователи искали другие способы очистки, которые могли бы быть лучше упомянутых.

Частичной мерой для отфильтровывания вредных газов служит использование веществ, вступающих с ними в необратимую реакцию. Например, для защиты от кислотных загрязнений воздуха эффективны бумажные фильтры, пропитанные карбонатом магния.

Для сорбции озона и, в меньшей степени, сероводорода применяются все виды активированного угля. Для достижения большего эффекта поверхность гранул можно увеличить от 700 м<sup>2</sup>/г до 1100 м<sup>2</sup>/г, но при этом уменьшается сцепление кристаллов в гранулах, и они разрушаются. Угольные фильтры с течением времени теряют свою активность, требуют замены и, самое главное, они не неограничивают доступ в объем витрины кислорода.

В зарубежных музеях существуют различные методы поддержания параметров среды в витрине с помощью увлажнителей, осушителей, вентиляторов, а также целых систем кондиционирования витрин. Такие установки, безусловно, стабилизируют параметры внутренней среды и исключают колебания относительной влажности, очищают воздух в витринах, но большинство музеев не может себе позволить подобное оборудование из-за его дороговизны.

сложности обслуживания и отсутствия конструкторской базы. Кроме того, такие устройства пришлось бы отключать для профилактического ремонта, и чувствительные к изменению влажности экспонаты оказались бы в этот период незащищенными.

Тем не менее системы контроля среды в витринах эффективнее и дают большую экономию энергии, нежели использование центральных систем кондиционирования; такие витрины могут быть использованы в крупных музеях с хорошей технической базой.

Хранение в бескислородной среде можно было бы проводить в вакуумированных витринах, но это сложно выполнить технически. Трудно сделать стыки непроницаемыми для воздуха. Стенки таких витрин будут подвергаться огромному давлению наружного воздуха (около 10 т/м<sup>2</sup>), и нужны особые сверхтолстые стекла, чтобы избежать разрушения. Очень трудно поддерживать постоянный вакуум, так как большинство материалов обладает некоторой газопроницаемостью. Кроме того, в вакууме происходит деформация экспонатов из органических материалов вследствие их пересыхания. Некоторые краски и пигменты (берлинская лазурь, киноварь, хромовая желтая) быстро выцветают в вакууме, в то время, как при небольшом содержании кислорода – 0,2 – 1%, они светостойкие.

Один из путей – исключение воздействия кислорода и вредных компонентов воздуха и замена его азотом, гелием или аргоном (рис. 3, 4).

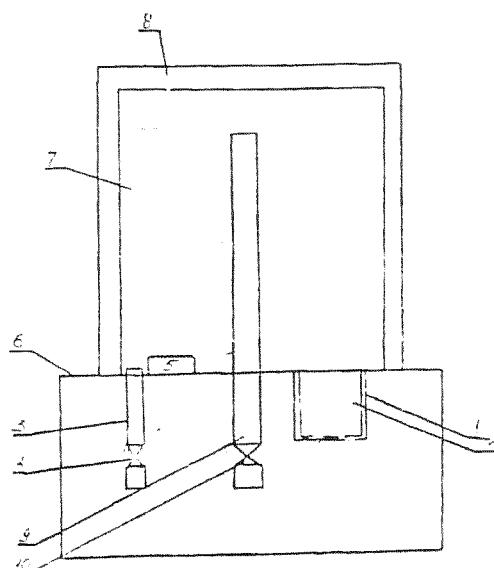


Рис. 3. Схема витрины-шкафа, заполненной аргоном:

1- короб для размещения компенсатора; 2- компенсатор; 3- трубка для заполнения аргоном; 4- кран; 5- коробка для размещения датчиков; 6- перегородка; 7- термометрическая камера; 8- колпак; 9- труба для вытеснения воздуха аргоном; 10- крышка

В некоторых музеях были сконструированы витрины, обслуживаемые инертным газом из баллонов. Возможность их использования представлялась целесообразной. В таких витринах хранят, например, Декларацию Независимости и Конституцию США, шлем Меровингов, даже фигурки птиц с острова Пасхи и другие ценные экспонаты.

При эксплуатации таких витрин возникают дополнительные технические сложности при предварительном вакуумировании объема. В нашей стране такие витрины, заполненные аргоном, имелись только в Центральном музее В.И.Ленина. На рис. 3 представлена схема такой витрины, представляющей собой шкаф островного типа, на котором размещен прозрачный колпак. Внутри находится камера из оргстекла, внутренний объем которой заполняется инертным газом. В подиуме смонтирован компенсатор для предотвращения разрушения камеры вследствие разности давлений воздуха внутри и снаружи ее. Внутреннее пространство камеры и перегородки заполняются аргоном.

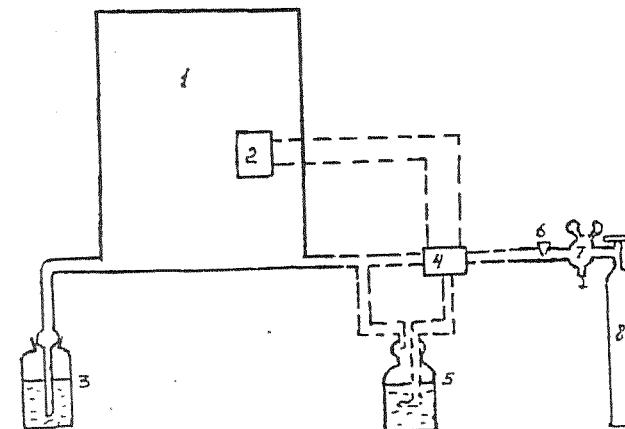


Рис. 4. Схема технического оснащения витрины для хранения аквариелей в атмосфере чистого азота:

1- воздухонепроницаемая витрина; 2- электрический контактный гигрометр; 3- сосуд с трубкой, погруженной в воду, для поддержания небольшого избыточного давления; 4-магнитный клапан; 5- сосуд для увлажнения проходящего потока; 6-клапан для регулировки потока газа; 7- редуктор; 8- очищенный азот; 9- пунктирные линии показывают устройство для увлажнения потока перед входом в витрину.

Как отмечалось выше, в атмосфере чистого инертного газа некоторые аквариельные и масляные краски обесцвечиваются, вот почему необходимо сохранить в атмосфере витрины незначи-

тельное (до 2-4%) количество кислорода. Кроме того, герметичная витрина должна открываться время от времени хранителем, что в существовавших до сих пор витринах создает определенные трудности для поддержания герметичности, требует присутствия технического персонала и повторения сложного процесса доставки и эксплуатации баллонов под давлением. Один из основных моментов, сдерживающих использование витрин с заполнением инертным газом, - невозможность поддержания в объеме требуемой относительной влажности, так как инертный газ подается обычно прямо из баллона или устанавливается довольно сложная схема увлажнения азота при подаче.

Таким образом, лучшим способом, обеспечивающим длительную сохранность музейных материалов и библиотечных фондов, должно быть снижение до минимального содержания кислорода в объеме витрины, причем, желательно не заменять его полностью на инертный газ, чтобы резко не менять условия существования экспонатов при каких-либо манипуляциях с ними.

До сих пор рассматриваются и решаются задачи контроля только над относительной влажностью в витринах, тогда как контроль над газообменом, запыленностью, содержанием агрессивных загрязнителей, биовредителей играет большую роль в замедлении процессов старения экспонатов.

Очевидна необходимость одновременного регулирования относительной влажности среды в зависимости от хранительских требований для обеспечения сохранности конкретного экспоната. Реальная потребность в хранении и показе музейных предметов в специально подготовленной среде очень велика.

### 3. Способ создания необходимой газовой среды с помощью мембранных технологий.

#### Процессы разделения газов с помощью полимерных мембран.

Для гарантированной длительной сохранности экспонатов требуется создание в объеме хранения газовой среды без агрессивных примесей, содержащей остаточный кислород и имеющей необходимую относительную влажность.

Оказалось возможным решить эту задачу практически.

В последнее время получили развитие процессы разделения газов с помощью полимерных мембран. Эти процессы направлены на обогащение, очистку, концентрирование различных газовых смесей.

Принципиально новая мембранные технология с использованием полимерных мембран позволила уже к настоящему времени решать многие важные задачи химической, нефтехимической про-

мышленности, сельского хозяйства, медицины. Мембранные технологии проста в эксплуатации, полностью отвечает современным требованиям малой энергоемкости и материалоемкости. Мембранные не требуют регенерации, что принципиально отличает их от фильтров. Все это определяет особую перспективность применения мембранных аппаратов для создания инертных газовых сред, благоприятных для длительного хранения художественных ценностей.

Реальные предпосылки такого применения очевидны. Эффективность работы мембранных устройства зависит от свойств полимерных мембран, т.е. коэффициентов их газопроницаемости и селективности по отношению к компонентам газовой смеси, от конструкции мембранных аппарата, технологической схемы работы установки.

Основой применения мембранных метода является полимер и мембрана. Для конструирования мембранных аппарата была отобрана выпускаемая отечественной промышленностью ассиметричная мембрана из поливинилтриметилсилана (ПВТМС), состоящая из однородного активного слоя, наложенного на твердый пористый материал. Через мембрану из ПВТМС газопроницаемость кислорода в 2-5 раз выше проницаемости азота, а проницаемость окислов углерода, сероводорода и других компонентов выше проницаемости азота в 5-10 раз, т.е. кислород и окислы различных элементов (а они являются самыми агрессивными компонентами среды) можно как бы отфильтровать через мембрану, сделав исходную смесь обогащенной азотом.

Мембранные из ПВТМС не изменяют своих свойств в течение длительного времени, стойки по отношению к разделяемым газовым смесям различного характера, не выделяют при эксплуатации вредных примесей. Важной характеристикой мембраны является ее достаточно высокая производительность. Материал мембраны обладает свойством образовывать тонкие пленки (0,1-2 мкм). Они стерилизуют проходящий газ, т.е. не пропускают биофлору в наполняемый объем. Срок службы мембраны уже сейчас составляет примерно 10 лет, и этот ресурс постоянно увеличивается.

Мембранные компонуются в мембранный модуль, служащий основной принципиальной частью мембранных диффузионного аппарата (см. рис. 5), который создан специально для очищения воздуха музейного помещения и подачи в объем.

Как видно из рис. 5, эффективность понижения уровня агрессивных компонентов за счет работы мембраны зависит от определяемого свойствами мембраны соотношения входного, обедненного и обогащенного потоков. Кроме того видно, что искомый обедненный поток не проходит через мембрану, а проходит над нею при этом извлекаются агрессивные компоненты как более прони-

цаемые по отношению к азоту. В результате можно получить поток инертного газа (азота) с концентрацией 95-98% (2-5% кислорода) в соответствии с поставленной задачей. Дальнейшее понижение концентрации кислорода в смеси неоправданно увеличивает энергоемкость и материалоемкость устройства.

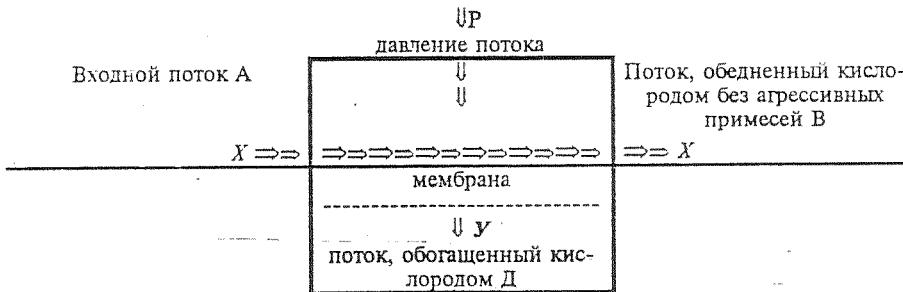


Рис. 5. Блок – схема мембранного модуля.

При этом очень важно подобрать соответствующие режимы работы аппарата. Высокое давление  $P$  и расход  $B$ , регулируемые вентилем мембранного устройства, являются двумя основными параметрами, управляющими работой системы. Вследствие того, что при мембранном разделении воздушной смеси требуется только источник сжатого воздуха под давлением 6-10 бар и вакуумный насос, оказалось возможным реализовать этот способ очистки воздуха от агрессивных компонентов.

На основе модуля с плоскими мембранными из ПВТМС и был создан диффузный аппарат. Модуль представляет собой пакет – конструкцию из нескольких примыкающих друг к другу мембранных элементов, состоящих из двух плоских мембран, соединенных с обеих сторон рамкой.

При изготовлении диффузионного аппарата предусмотрено использование мембранного модуля следующим образом: исходная воздушная смесь под давлением подается по специальным каналам в модуль, где движется параллельно поверхности мембран. Под действием перепада давления часть газа диффундирует через мембранные и попадает в пористые подложки. Обогащенный газ перемещается параллельно поверхности мембран и через блок коллекторов и трубу выводится из аппарата. Непроникающая часть газа выводится через дренажное устройство. Энергоемкость аппарата определяется только мощностью электропривода компрессора.

В сконструированном аппарате устройство автоматического увлажнения очищенной газовой смеси позволяет подавать ее в объем с задаваемой относительной влажностью. Аппарату свой-

ственны мобильность, компактность, безопасность в обращении, низкие капитальные затраты. Специальной подготовки персонала не требуется. Устройство предназначено для обслуживания герметичных витрин и емкостей (фондохранилищных шкафов); в крупных музеях аппарат может использоваться стационарно с подачей газовой смеси по разветвленным трубопроводам к потребителям. Главное достоинство разработанной схемы – автономность, независимость от источников сжатого инертного газа.

#### Новый способ экспонирования и хранения музейных предметов в инертной газовой среде.

В поисках достаточно простых и доступных средств, обеспечивающих гарантированную длительную сохранность музеиного предмета без каких-либо изменений его свойств, в ГосНИИР разработан новый способ экспонирования и хранения музейных экспонатов, книг, документов в среде инертного газа с заданной относительной влажностью.

Для реализации способа разработан и изготовлен комплекс из двух основных элементов: генератора инертной смеси и герметичной витрины, содержащей устройства для заполнения ее смесью и контроля параметров смеси.

Генератор инертной газовой смеси – это портативный аппарат, функционирующий на основе мембранный технологии разделения газов. Аппарат позволяет получать из воздуха окружающей среды смесь, состоящую преимущественно из инертного газа – азота (95-98%) и небольшого количества кислорода (2-5%) без каких-либо агрессивных компонентов, свойственных городской воздушной среде. Некоторое количество кислорода в смеси необходимо поддерживать с тем, чтобы при переносе предмета в обычную атмосферу кислород воздуха не оказывал на него активного воздействия. Имевшийся в аппарате регулятор влажности позволяет изменять относительную влажность смеси в широких пределах – от 10 до 90%.

Изготовленный генератор мобилен и компактен, весит около 50 кг и легко перемещается (перекатывается) одним человеком. Генератор прост в эксплуатации и имеет низкую энергоемкость – потребляемая электрическая мощность составляет 500 вт. Производительность генератора изменяется от 1 до 10 л/мин. в зависимости от регулировки содержания кислорода; минимальному содержанию кислорода в смеси (1-2%) соответствует минимальный расход. Витрина средних размеров (около 0,75 м<sup>3</sup>) может быть заполнена инертной смесью с содержанием кислорода в 2-3% за одну рабочую смену.

Входящая в разработанный комплекс герметичная витрина имеет цельномассовый стеклянный колпак, нижняя часть которого, окантованная металлом, легко уплотняется в основании при затяжке резьбовых соединений шнуром из вакуумной резины.

В нижней плите колпака витрины смонтированы трубопроводы входа и выхода газа, штуцеры для датчиков относительной влажности и содержания кислорода в объеме витрины и водяной манометр – U-образная стеклянная трубка. Водяной манометр позволяет контролировать герметичность витрины и служит также надежным клапаном, разгружающим стекло от нагрузок, возникающих при случайных перепадах давлений, т.е. при колебании барометрического давления и изменениях температуры.

Обслуживание комплекса включает следующие операции. После размещения экспоната и установки стеклянного колпака затягивают уплотнительные гайки, открывают краны входа и выхода инертной смеси, подкатывают к витрине генератор смеси, соединяют трубку генератора с входным патрубком витрины. Включают генератор и продувают витрину газом заданного состава и влажности до тех пор, пока эти параметры не установятся на выходе газа из витрины. По получении заданных параметров на выходе кран закрывают и витрина надувается небольшим избыточным давлением – около 150 мм водяного столба.

В музейной практике применяются герметичные хранительские емкости, которые также можно заполнять по вышеописанной инструкции инертной газовой смесью.

В больших музеях целесообразно применение генераторов большей производительности для стационарной эксплуатации с централизованной подачей инертной смеси к различным потребителям по трубопроводам.

Опыт эксплуатации разработанного комплекса – генератора и витрины – показывает, что благодаря простоте обслуживания и сравнительной доступности новый метод хранения музейных предметов в инертной газовой среде может быть применен во многих музеях. Расходы на изготовление и эксплуатацию описанной витрины существенно меньше расходов на поддержание необходимых параметров среды в помещении средствами кондиционирования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Thomson G. The museum Environment. - London, 1978. - P. 126.
2. Thomson G., Graedel T.E. Degradation of materials in the atmosphere. Environ. Sci. Technol. - 1986. - 20. - P.1093-1100.
3. Baer N.S., Beaman S.M. Restaurator. - 1986. - V. 7, 3. - P.119-124.
4. Wilfing F.A. International textile bulletin. Dyeing, Printed, finishing. - 1987. - V. 33. - P.83, 86, 88, 90, 93.
5. Cooper H.R. Textile progress. - 1987. - V. 15, 4. - P.1-6.
6. Whitemore P.M. Fading of colors pigments in nitrogen dioxide// Studies in conservation. - 1989. - V. 34, 2. - P.85.
7. Baer N.S., Banks P.N. Indoor air pollution – effects on cultural and historical materials. Int.J.museum Manage Curatorship. -1985. -V. 4. -P. 9-20.
8. The ozone fading of traditional naturaborganic colorants on paper. J.Amer.Inst.cons. - 1987. - V. 26, 1, - P.43.
9. Graedel T.E., McGill R. Degradation of materials in the atmosphere. Environ.Sci.Technol. - 1986. - V. 20. - P.1093-1100.
10. Whitemore P.M., Cass G. The ozone fading of traditional Japanese colorants// Studies in conservation. - 1988. - V.33. - P.29-40.
11. Барретт Б. Активный и пассивный контроль температуры и влажности //Museum. - 1985. 146. - P. 21-24.
12. Ashley-Smith J., Moncrieff A.I. Experience with silicagel for controlling humidity in showcases. JCOM. 7-th Triennial meeting, Copenhagen. -1984. 84. 17. - P. 1-5.

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ ВРЕДИТЕЛИ МУЗЕЙНЫХ КОЛЛЕКЦИЙ

### Обеспечение микологической безопасности музеиных коллекций.

#### *Микроскопические грибы, повреждающие произведения искусства.*

Микроскопические грибы – это разнородная в систематическом отношении группа грибов, насчитывающая большое количество видов. Главные признаки микроскопических грибов (колонии которых, видимые невооружённым глазом, обычно называют плесенью, а сами грибы плесневыми)- отсутствие хлорофилла и зависимость от готового органического вещества. При благоприятных для них условиях они могут развиваться и на неорганических материалах: гипсе, керамике, стекле, металле, камне, особенно на таких породах, как известняк и мрамор, используя органические вещества, содержащиеся в пыли, в загрязнениях различного происхождения, и даже летучие органические соединения.

Вегетативное тело микроскопических грибов, носящее название мицелий, состоит из ветвящихся тончайших нитей – гиф, которые разрастаются по поверхности предмета, а частично внедряются в него. Поверхностный мицелий образует налёты различной окраски, определяемой гифами и спорами, образованными плодоносящими гифами.

Грибы размножаются вегетативным, бесполым и половым путём. При вегетативном размножении от мицелия отделяются его части, которые дают начало новому мицелию. Бесполое и половое размножение происходит при помощи специализированных клеток (одноклеточных и многоклеточных структур) – спор. Микроскопические грибы обладают огромной энергией размножения, они образуют сотни тысяч и миллионы спор на малую поверхность налёта. Вследствие малых размеров споры способны распространяться током воздуха, оседать на органических и минеральных частичках пыли. Основной источник попадания спор грибов на музеиные предметы – это оседание их из воздуха вместе с пылью.

При наличии подходящего питательного вещества, достаточной влажности и температуры, оболочка физиологически зрелой споры

разрывается и из неё выходит ростовая трубка, которая, удлиняясь, становится гифой. Гифы разрастаются, ветвятся, на них образуются органы спороношения и затем споры. Таким образом, жизненный цикл большинства грибов протекает от споры до споры. Роль спор грибов не исчерпывается только функциями размножения и распространения. Одна из важнейших функций – обеспечение выживания при неблагоприятных условиях существования. Они способны длительно сохранять жизнеспособность, выдерживать воздействие низких и высоких температур, высоких доз излучения, ядовитых веществ.

Повреждение грибами произведений искусства проявляется в виде неокрашенных или окрашенных налётов разного цвета, разнооттеночности в виде пятен на блестящих покрытиях, пигментных пятен разных цветов. Мицелий грибов внедряется в материал, на котором развивается, повреждая его продуктами обмена: ферментами, кислотами, окрашенными соединениями.

Распространённые виды микроскопических грибов жизнедеятельны в широком интервале влажности, температуры, pH среды, освещённости, содержания кислорода. Среди других групп микроорганизмов (бактерии, актиномицеты) грибы наиболее устойчивы к низкой влажности. Основной фактор, лимитирующий развитие микроорганизмов, рекомендуемый для музеев уровень влажности, поэтому хранители и реставраторы преимущественно сталкиваются с повреждением экспонатов грибами.

Контроль над ростом микроорганизмов с помощью регуляции условий окружающей среды, прежде всего влажности и температуры, – один из самых важных и древних способов предупреждения биоповреждений. Особое значение он имеет для произведений искусства, так как для них существуют строгие ограничения на применение химических средств защиты.

Температура ниже 0° не позволяет грибам развиваться при высоком уровне обводнения материалов, за исключением немногих холодолюбивых видов, которые могут ограниченно расти при температуре ниже 0°C, вплоть до -7°C. При температуре от 0° до +20-25° и относительной влажности ниже 60% споры грибов не могут прорастать. Грибы, способные расти при низких значениях относительной влажности, называют ксерофилами. Количество их видов от общего числа микроскопических грибов невелико. Среди мицелиальных грибов это экстремальные ксерофилы группы *Aspergillus glaucus* и *Aspergillus restrictus*, которые могут развиваться при относительной влажности 70-75% и температуре +22-25°C. Следующая группа – ксеротолерантные, виды: *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus sydowii*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus ochraceus*, растущие при 75-85% относительной

влажности. Среди них: *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus sydowii* наименее теплолюбивы, они очень часто развиваются в хранилищах с пониженной температурой и в неотапливаемых хранилищах. Ксерофильные виды *Penicillium* развиваются при 78-85% относительной влажности, они менее теплолюбивы, чем виды аспергиллов. Среди мицелиальных грибов известны ксерофилы: *Wallemia sebi*, *Chrysosporium fastidium*, *Chrysosporium xerophilum*, повреждающие продукты питания при длительном хранении; они требуют более высокого питательного статуса, чем виды *Aspergillus* и *Penicillium*.

При температуре 25°C и относительной влажности 70% споры *Aspergillus amstelodami*, *Aspergillus repens*, *Aspergillus ruber*, *Aspergillus chevalieri*, *Aspergillus conicus*, *Aspergillus halophilicus* прорастают в течение четырёх месяцев, а споры *Aspergillus echinulatus* при температуре 25°C и относительной влажности 66% - в течение года. Развитие грибов при низкой относительной влажности происходит, если другие факторы окружающей среды, прежде всего температура, близки к оптимальным для их роста. Виды рода *Aspergillus* чаще других видов грибов выделяются при исследовании поврежденных фондов в результате увеличения относительной влажности и температуры немного выше безопасного уровня, рекомендуемого для музеиного хранения.

Получены экспериментальные данные, что при температуре 18-20°C и ОВ 70% грибы ксерофилы с низкой скоростью роста, не образуя спороношения, развиваются на материалах из природных волокон в условиях десорбции влаги. В литературе имеются сведения, что ограниченный рост экстремальных ксерофилов на оптимальном субстрате возможен при уровне относительной влажности 62-65% и температуре 25°C. Следует отметить, что влагосодержание воздуха, соответствующее этим параметрам температурно-влажностного режима, высокое, оно приблизительно равно влагосодержанию при 100% относительной влажности и температуре 16°C.

В связи с этим особенно опасна для музеиных фондов повышенная температура (норма 18±1°C) при высоких значениях относительной влажности. Опасны резкие колебания температуры, так как это вызывает изменение относительной влажности в шкафах, витринах, сейфах, коробках и может спровоцировать рост грибов на хранящихся в них экспонатах.

Интервал относительной влажности 50-60% при температуре 18±1°C, рекомендуемый для музеиных фондов, оказывает неблагоприятное воздействие на сохранение жизнеспособности покоящимися клетками грибов. Он является пограничным с зоной метаболической активности, при этих параметрах возможно протекание внутриклеточных метаболических процессов, что приводит к

исчерпыванию энергетических ресурсов клеток. Следовательно, прежде, чем принимать решение о дезинфекционной обработке, необходимо проверить жизнеспособность грибов при обнаружении следов их развития на вновь поступивших вещах.

#### *Профилактика повреждений микроскопическими грибами музейных коллекций*

Развитие грибов на музеиных предметах, книгах, документах и оборудовании происходит вследствие нарушений условий хранения, которые могут носить как временный, так и постоянный характер, а также вследствие аварий и стихийных бедствий (табл. 1).

При рекомендуемых условиях хранения в фондах (50-60% ОВ, температура 18±1°C) развитие грибов на произведениях искусства невозможно. Отсюда главная задача профилактики повреждений грибами – поддержание этих условий. В обязанности сотрудников, отвечающих за сохранность музеиных фондов, входит своевременное выявление нарушений режима хранения, фиксация изменений сохранности, в случае необходимости - консультации с микологом, контроль за пылеочисткой.

Здания, предназначенные для хранения музеиных коллекций, должны обеспечивать защиту от поступления атмосферной влаги и грунтовых вод внутрь фондовых помещений. Они должны обеспечивать стабильность микроклимата внутри, то есть паро- и теплоизоляцию.

Музейные здания по оборудованию их системами, обеспечивающими микроклимат, варьируют от помещений с системами кондиционирования воздуха до неотапливаемых помещений, которые имеют только окна и двери для проветривания. В неотапливаемых и отапливаемых помещениях в неотапливаемый период относительная влажность может периодически превышать допустимые пределы. Музеи, оборудованные автономной системой отопления, могут использовать её для поддержания микроклимата в неотапливаемый период.

Для снижения относительной влажности в музеях рекомендуется использовать электрические осушители воздуха. Они забирают воздух из хранилища, охлаждают его, чтобы имеющаяся в нём влага могла сконденсироваться, а затем нагревают осушенный таким образом воздух и отдают его обратно в хранилище. Преимущество этих приборов перед простыми обогревателями состоит в том, что влага из воздуха собирается, а не перемещается к менее нагретым частям хранилища, электрические осушители обеспечивают циркуляцию воздуха, способствуя выравниванию относительной влажности во всём объёме.

Таблица 1.

Возможные биоповреждающие ситуации в музейных фондах.

Причины развития микроскопических грибов на экспонатах	Характер роста грибов	Принимаемые меры
1. Аварии, стихийные бедствия.	Массовый рост грибов на поверхностях в виде сплошного налета или больших очагов. Согласно с гифомицетами развиваются мукоровые грибы.	Сушка с помощью вентиляторов, различных гигроскопических материалов, замораживание и высушивание замороженных предметов в вакууме, массовая дезинфекция.
2. Нарушение условий хранения: а) временные: кратковременная остановка кондиционера, резкие колебания температуры; б) постоянные: влажностные карманы около наружных стен зданий, застойные зоны в перегруженных хранилищах, связанные с недостаточной циркуляцией воздуха, хранение в витринах и шкафах из негигиенических материалов без влажностных буферов, использование гигроскопических пластификаторов (особенно для археологических предметов), плохое проветривание, пыль и другие загрязнения; в) протечки в ограждающих конструкциях	Рост грибов на краевом слое по краеклям, на торцевых поверхностях и шпонках досок икон, на холсте и под подрамниками станковой живописи в виде небольших очагов, часто налеты грибов не окрашены, но после посева развиваются окрашенные колонии. На холсте и бумаге колонии грибов образуют окрашенные пятна с небольшим количеством спороносящих структур.	Фумигация, ручная дезинфекция, специальные антисептирующие прокладки, в случае ограниченных локальных повреждений, удаление подсохших налетов с помощью вакуума, реставрация поврежденных произведений с применением веществ, обладающих антимикробными свойствами (некоторые растворители, отбеливающие средства).
3. Давние нарушения ТВР, старые повреждения.	Высохший фрагментарный мицелий и спорообразующие структуры, споры.	При потере клетками грибов жизнеспособности - гигиеническая очистка.

Один осушитель B-400 немецкой фирмы Brune Electronic может поддерживать заданный климат в помещении высотой 5 м, площадью 20 м<sup>2</sup>. Они также используются как доводчики в помеще-

ниях, оборудованных системами кондиционирования. Снизить влажность в хранилищах можно также регулируемым проветриванием<sup>1</sup>, или используя вентиляторы и маслонаполненные радиаторы, вытяжные вентиляторы в вентиляционных каналах и окнах. При равных значениях температуры и относительной влажности наружного и внутреннего воздуха проветривание рекомендуется для ликвидации застойных зон и обмена воздуха в помещениях. Полезнее сквозное проветривание, а также многократное кратковременное вместо длительного одноразового. Для защиты от пыли и сажи в форточки устанавливают экран. Рекомендуется также проводить проветривание с зашторенными окнами. Понижение и повышение температуры воздуха в помещении в процессе проветривания не должно превышать двух градусов.

В хранилищах недопустимы резкие перепады температуры и влажности воздуха. Резкие колебания температуры могут вызывать конденсацию влаги в герметизированных объемах.

К сожалению, нарушения температурно-влажностного режима в хранилищах не редкость. Сбои в работе кондиционеров, неожиданные перерывы в работе отопления, протечки кровли, намокание стен, попадание воды под линолеум при влажных уборках, аварии систем тепло- и водоснабжения, внесение в фонды плохо просушенных материалов, все эти нарушения режима хранения создают потенциальные очаги развития микроскопических грибов. Очаги развития грибов, которые прежде всего появляются в местах с пониженной скоростью обмена воздуха, повышенным уровнем влажности и запыленности, необходимо своевременно выявлять, принимать меры по их ликвидации и устранению причин, способствовавших их возникновению.

В экспозиционных залах и хранилищах, параметры температурно-влажностного режима которых несовместимы с ростом грибов, может происходить медленное их развитие в микрозонах. Они могут возникать вследствие образования застойных зон в перегруженных хранилищах, внутри шкафов и витрин при колебаниях температуры. Медленный рост грибов в микрозонах является реакцией грибов на неблагоприятные для них условия, ему соответствуют изменения организации и состава вегетативных клеток в ходе физиологических и биологических адаптаций. Это выражается в подавлении спорообразования, нетипичных проявлениях колоний грибов. Часто грибы в этих условиях образуют микроколонии, состоящие из мицелиальных слабоветвящихся нитей, иногда развиваются

<sup>1</sup> Подробнее о регулируемом проветривании в разделе "Микроклимат музеиных помещений".

спорносящие колонии, но с признаками деградации спороносящих структур.

Для устранения локальных застойных зон в хранилищах и залах необходимо поддерживать достаточную циркуляцию воздуха: не перегружать помещения экспонатами, не располагать шкафы и витрины около наружных стен здания. Стеллажи для живописных произведений должны быть подняты от пола не менее, чем на 25 см. Хранение в штабелях разрешается только как временное, штабели не должны быть большими, должны размещаться на подставках. Опасен контакт деревянных рам с плиточным, цементным, линолеумным полом. С точки зрения микологической безопасности недопустимо хранение экспонатов завёрнутыми в полиэтиленовую пленку.

При повышенной относительной влажности недопустимо хранение в плотно закрытых шкафах вплотную к стенам. Расстояние между стенами и оборудованием должно быть не менее 10-15 см.

Необходимо не реже одного раза в неделю производить проветривание шкафов, ящиков, сейфов с коллекциями из органических материалов (графика, книги, ткани), открывать дверцы, выдвигать полки и лотки, оставлять открытymi их на несколько часов.

От проветривания шкафов, ящиков и сейфов следует воздержаться в случае внезапного повышения относительной влажности в хранилище. В этом случае необходимо устраниить последствия нарушения температурно-влажностного режима в хранилище путём проветривания, а затем возобновить его.

В аварийных ситуациях необходимы специальные меры по просушиванию экспонатов. Экспонаты эвакуируют из аварийных хранилищ. Необходимо заранее иметь запас оборудования и материалов для ликвидации последствий: фены, вентиляторы, фильтровальную бумагу, хлопчатобумажную ткань. При намокании экспонатов, кроме обычных способов сушки с помощью фенов, прокладок, прессования, хорошие результаты даёт замораживание пострадавших предметов с последующей сушкой в вакуумной камере. Быстрое замораживание большого количества намокших предметов позволяет избежать повреждения их грибами. Последующая сушка замороженных предметов в вакуумной камере позволяет уменьшить деформации и избежать "цементации" экспонатов, содержащих клеи. В аварийном хранилище влагу удаляют подогревом с перекрёстной вентиляцией, просушивают оборудование и стены, исправляют дефекты штукатурки и окраски. В случае необходимости проводится дезинфекция помещений.

Хранение предметов в шкафах, витринах, сейфах и других герметизированных объёмах предохраняет их от пыли и частично от вредных примесей, поступающих вместе с наружным воздухом, но

способствует накоплению внутри летучих продуктов, выделяемых материалами оборудования "с самими экспонатами, которые оказывают негативное воздействие на их сохранность. Уплотнение витрин и шкафов необходимо делать материалами, которые задерживают пыль, но пропускают воздух, чтобы происходил газообмен с окружающей средой и в случае колебаний температуры могла бы выравниваться влажность.

Для увеличения стабильности микроклимата в шкафах и витринах их изготавливают из гигроскопичных материалов или помещают в них вспомогательные гигроскопичные материалы: ткани, дерево, вату, картон, не содержащий лигнина.

В случае необходимости перевозки вещей или временного хранения в условиях нестабильного температурно-влажностного режима для обеспечения сохранности экспонатов и предупреждения роста грибов, в дополнение к гигроскопичным материалам, поглощающим и отдающим влагу при изменении температуры, используют силикагель, применение которого позволяет поддерживать в замкнутом объёме необходимый уровень влажности. Рекомендации по использованию силикагеля даны в разделе "Агрессивные составляющие воздуха и защитные свойства витрин". При использовании силикагеля в музейных фондах необходимо проверить его качество, в нём не должно быть остатков кислот, которые могут способствовать разрушению экспонатов.

Колебания влажности в витринах можно исключить путём герметизации и влагостатирования с помощью насыщенных растворов солей (громоздкое и неудобное оборудование), вакуумированием и заполнением инертными газами (дорогое оборудование, имеются сведения о пересушивании органических материалов).

В последнее время для хранения ценных экспонатов, особенно археологических предметов, предлагаются витрины с пониженным содержанием кислорода в газовой среде. Как на одно из достоинств этого способа хранения указывается на возможность контроля биоповреждений. Лимит кислорода в витринах создаётся либо с помощью адсорбентов, либо используя мембранные технологии разделения газов. Внутри замкнутого объёма после прохождения через мембрану создаётся газовая среда с оптимальной относительной влажностью, благодаря регулятору влажности, не содержащая вредных примесей, обогащённая азотом и с содержанием кислорода 2-5%. Мембранные стерилизуют газовую смесь, так как не пропускают в заполняемый объём клетки микроорганизмов. Если внутренние поверхности витрины и экспонат стерильны, то развитие микроорганизмов внутри неё невозможно при колебаниях влажности, например, вследствие резкого изменения температуры в зале, даже если витрина не оборудована панелями с сили-

кагелем. Однако достичь стерильности экспонатов без риска ухудшения их сохранности практически невозможно, кроме того это исключает возможность их исследования.

Использование лимита кислорода для торможения роста грибов на влажных музейных предметах, найденных при археологических раскопках, пострадавших при авариях, собранных экспедициями, возможно только при более низких концентрациях кислорода. Экспериментально было показано, что метаболизм мицелиальных грибов приостанавливается при концентрациях ниже 0,2%. Жёсткий лимит кислорода может быть использован для профилактики роста грибов, но только для временного хранения на период транспортировки археологических и этнографических вещей и предконсервационной их обработки. Археологические находки помещают в пластиковые мешки, содержащие адсорбенты кислорода, или упаковывают в пленки с селективным пропусканием газов.

Некоторые микроскопические грибы и бактерии выделяют слизистые вещества, которые способствуют прикреплению их к твёрдым поверхностям. Они очень гигроскопичны. Высказывается мнение, что в слое загрязнений на поверхности предметов, благодаря этим веществам и другим гигроскопичным компонентам пыли, которые поглощают и связывают влагу воздуха, могут создаваться условия для развития микроорганизмов. При достаточном воздухообмене и нормальной относительной влажности в хранилище в тонком слое загрязнений не может удерживаться несвящанная вода, которая необходима для роста грибов и бактерий. Тем не менее, с точки зрения микологической безопасности, загрязнения вредны, так как они содержат большое количество спор, ускоряют и облегчают рост грибов при нарушениях режима хранения.

Для предупреждения повреждения микроскопическими грибами произведений искусства необходимо соблюдение следующих условий.

Помещения хранилищ должны быть защищены от поступления воды. Стены должны обеспечивать стабильность микроклимата. Хранилище должно быть таким, чтобы его легко можно было убрать и осматривать.

Для безопасного хранения необходимо не только поддерживать рекомендуемые параметры температурно-влажностного режима, но также обеспечить свободную циркуляцию воздуха около витрин, стеллажей и шкафов; регулярно проветривать шкафы, ящики и сейфы; не вносить в фондохранилища непросушенные вещи.

Недопустимы резкие колебания микроклимата; если необходимы его изменения, они должны быть медленными и регулируемыми.

Предпочтительнее более прохладные условия хранения, чем чрезмерно тёплые.

Необходимо проводить обсыпывание хранилищ, оборудования и воздуховодов, так как в пыли содержится много клеток грибов. Шкафы, ящики, полки, стеллажи, футляры, палки нужно систематически обрабатывать либо пылесосом, либо используя смоченные и туто отжатые тряпки из натуральных волокон. Для живописи, повреждённых и хрупких предметов производится только сухая ручная очистка, рекомендованная инструкциями.

Осуществляя микологический надзор, надо делать регулярные (не реже двух раз в год) выборочные просмотры коллекций весной и осенью или при появлении признаков развития грибов. Сплошной микологический просмотр проводится раз в три года, а также после окончания работ по ликвидации последствий повреждения систем водоснабжения и отопления, протечек, нарушений режима эксплуатации кондиционера.

Обязательному просмотру подлежат новые поступления, собранные в экспедициях, поступившие из частных коллекций, вернувшиеся с выставок, особенно если есть данные, что во время транспортировки и экспозиции были отклонения от рекомендованных параметров микроклимата.

В помещениях хранилищ обследуют состояние стен, потолков и оборудования. Участки стен, потолков, полов, где имеются вздутия и отслоения краски и штукатурки – последствия "промочек", – часто заселяются колониями микроскопических грибов.

При просмотрах коллекций большое внимание уделяют графике, акварели, пастелям, книгам, предметам из кожи и дерева, тканям, фотодокументам, которые наиболее уязвимы и чаще других повреждаются грибами. Отмечают все изменения сохранности экспонатов. Обязательно осматривают предметы со следами намокания, деформациями, затёками и т.п. Обследуя станковую живопись на холсте, необходимо осматривать её, начиная с оборота, затем осматривают торцевые части и лицевую поверхность. Колонии микроскопических грибов на масляной станковой живописи чаще обнаруживаются на холсте, особенно в местах примыкания холста к подрамнику. Иконы в стеллажах и в шкафах осматривают с оборота и с лицевой стороны, обращая внимание на торцевые поверхности и шпонки. Особенно тщательно осматривают вещи в нижних ярусах стеллажей.

Книги начинают осматривать с переплёта и обрезов, затем передний и задний форзацы, внутренние сгибы переплёта. Эти места чаще других повреждаются грибами. Книжный блок перелистывают, обращая внимание на листы со следами "подмочек".

При просмотре графики, хранящейся в папках, на лотках просматривают каждый лист. В фонде тканей сложенные вещи разворачивают, обследуя складки, места со следами "подмочек".

Просмотр проводят особенно тщательно в помещениях с неустойчивым температурно-влажностным режимом, в закрытых шкафах, на стеллажах около наружных стен зданий и в углах помещений, в местах образования застойных зон.

При обнаружении налётов, пигментации или других проявлений грибов на музейных предметах необходимо провести микологическое исследование с целью определения их жизнеспособности и причин, способствовавших росту. Зараженные вещи помещают в изолятор или изолируют от окружающих предметов с помощью вспомогательных гигроскопичных материалов. Дезинфекцию проводят реставраторы или специально обученные люди.

Микробиологическое состояние воздуха в хранилищах может быть показателем его санитарно-гигиенического состояния и служить одним из способов контроля пылеочистки.

#### Литература

1. Технология, исследование и хранение произведений станковой и настенной живописи. Под ред Ю.И Гренберга. - М., 1987. - F. 347.
2. G.Caneva, M.P.Nugari, O.Salvadori. La biologia nel restauro. - Firenze, 1994. - F. 249.
3. F.Gallo. Il biodeterioramento di libri e documenti. Centro di studi per la conservazione della carta. - Roma, 1992. - F.128.

## Насекомые – вредители музейных коллекций и борьба с ними

#### Введение.

Проблема защиты культурных ценностей от вредных насекомых существует не только в России и странах СНГ. Разрушение насекомыми изделий из древесины, бумаги, шерсти, шелка, кожи и их производных является одним из необходимых этапов кругооборота веществ в природе. Поэтому ни уровень технической оснащенности, ни географическое нахождение объектов культуры не снимают полностью этой проблемы. Более того, именно для высокоразвитых стран – США, Японии, Великобритании, и др. характерно повышенное внимание к вопросам защиты культурного наследия от биоповреждений, что выражается в активной научно-исследовательской и практической деятельности и как следствие этого – в преобладающем представительстве ученых этих стран в деятельности рабочей группы по биоповреждениям культурных ценностей Международного Комитета Консервации ИКОМ. Специфика организации музеиного дела в России, при которой большая часть музейных фондов расположена в фондохранилищах и не экспонируется, отсутствие, в преобладающем большинстве случаев, специальных музейных зданий и, как следствие этого, практически всегда значительная скученность музейных коллекций – все это делает актуальным и необходимым внедрение в музейную практику системы защиты культурного наследия от вредных насекомых.

Разнообразию представленных в музеях материалов соответствуют и различные группы насекомых, повреждающие их. В музеях, книгохранилищах и архивах встречаются насекомые из отр. *Coleoptera*, *Lepidoptera*, *Blattoptera*, *Isopelta*. Наиболее существенный вред наносят около 50 видов насекомых.

Среди жуков наиболее опасными для материалов являются представители 7 семейств: *Anobiidae* (точильщики), *Dermestidae* (кожееды), *Ptinidae* (притворяшки), *Cerambicidae* (усачи), *Circulionidae* (долгоносики-трухляки). Наибольшее значение как вредители среди бабочек имеют моли-кератофаги из семейства настоящих молей – *Tineidae*.

Динамика численности и изменение видового состава вредителей в музеях представляет большой практический интерес. Планомерное изучение вредителей музейных коллекций началось лишь с конца пятидесятых годов, что не позволяет делать корректные выводы. Однако, благодаря оригинальной работе З.П. Дворяшиной, мы имеем возможность характеризовать тенденции

формирования сообществ вредных насекомых в книгохранилищах. Так, в конце XIX века основными вредителями в библиотеках и архивах считали жуков-точильщиков из рода *Anobium*, в частности мебельного точильщика; реже упоминались хлебный точильщик – *Stegobium paniceum* L., различные виды чешуйниц и притворяшек. Интересно, что в Индии, Китае и Северной Америке к первостепенным вредителям библиотек и архивов отнесены также тараканы и терmitы. Из публикаций первой трети XX-го столетия заметно, что лидеры среди вредящих групп насекомых сохранили свои позиции, хотя видовой состав вредных насекомых значительно расширился. Появились описания повреждений документов щетинохвостками из родов *Lepisma* и *Thermobia*, кожедов *Dermestes lardarius* L., *D. maculatus* L., *Anthrenus picturatus* Sols., в книгохранилищах стали встречаться книжная и пыльная вши (р. *Troctes* и *Atropos*).

Последующие исследования энтомологов позволили выявить еще большее разнообразие видов, вредящих в этой области. Первые отечественные обследования книгохранилищ начались около 60 лет назад. Они показали, что наибольшее количество поврежденных книг до 40-50-х годов нашего столетия были заражены точильщиками. При этом в 90% случаях речь шла о хлебном точильщике, в остальных случаях это были мебельный, пестрый и мягкий точильщики. Численность кожедов была невысокой, а видовой состав был представлен лишь четырьмя видами: *Dermestes lardarius* L., *Attagenus unicolor*, *Anthrenus fuscus* L., *Anthrenus museorum* L. В последние три десятилетия в России и в Европейских странах наблюдается тенденция нарастания численности кожедов в общем объеме вредителей в хранилищах книг и архивов. За этот период произошло заметное снижение численности хлебного точильщика и исчезновение других видов точильщиков. Эти перемены происходят вследствие ряда объективных причин:

- резко ограничилось применение древесины для вспомогательного оборудования (стеллажей, полок и т.п.);
- стала использоваться мебель из современных материалов;
- для производства, книг, журналов и другой печатной продукции практически перестали использоваться крахмалсодержащие материалы;
- изменился микроклимат помещений (в связи с повсеместным введением центрального отопления он стал более сухим и теплым). В настоящее время растет не только видовое разнообразие, но и численность кожедов, которая составляет уже 47-98% от количества вредителей, собранных в книгохранилищах. Среди кожедов в настоящее время преобладают

пестрый кожед *Anthrenus picturatus* Sols и кожед Смирнова – *Attagenus smirnovi* Zhant.

В большинстве случаев насекомые повреждают материалы, используя их в пищу. Однако нередки и попутные повреждения материалов, которые никак нельзя отнести к пищевым субстратам. Так поиск личинками кожедов пищевого субстрата может сопровождаться попутным разрушением синтетических и искусственных тканей, бумаги и даже фольги.

Для эффективного выбора способов защиты материалов от вредных насекомых необходимо знание видового состава вредителей в том или ином регионе и особенностей биологии каждого вида вредителя. Именно эти базовые аспекты помогают определить пути попадания вредных насекомых в музеи, круг повреждаемых ими материалов, отношение к параметрам температурно-влажностного режима, реакцию на свет, запахи, инсектициды. При разработке профилактических и истребительных мероприятий в музеях основополагающими принципами являются следующие:

- они не должны оказывать воздействие на музейные материалы, т.е не должны изменять их физико-химические характеристики;
- не должны приводить к формированию агрессивной среды, вызывающей ускоренное старение культурных ценностей;
- не должны вредить здоровью людей.

Всех насекомых, вредящих в музеях, по основному типу повреждаемых материалов можно разделить на три группы особенности которых мы рассмотрим.

## 1. Основные группы насекомых-вредителей музейных коллекций.

### Насекомые-вредители древесины.

Музеи России имеют богатейшие собрания изделий из дерева: это скульптура, мебель, произведения станковой темперной живописи, рамы к произведениям живописи, разнообразные предметы народного быта и многое другое. В последнее время появились музеи под открытым небом, в которых немало памятников деревянного зодчества. Вредители древесины представлены в музеях России в основном семействами точильщиков, усачей, а также долгоносиков-трухляков и др. Наиболее полные знания по особенностям насекомых-разрушителей древесины в музеях содержатся в трудах И.Н. Тоскиной.

Серия энтомологических исследований, выполненных этим ученым, показала, что в средней полосе России наиболее распространены

страненным вредителем музеев является мебельный точильщик (*Anobium punctatum L.*) Кроме него вредят северный, домовый, грабовый, красногорий, ребристый, бархатистый, а также мягкий точильщики. Западный точильщик с успехом выполняет роль мебельного точильщика на юге Европы. В Средней Азии распространен гребнеусый точильщик.

Мебельный точильщик повреждает изделия как из хвойных, так и из лиственных пород. Он встречался в самых невероятных ситуациях: в блоке книг, в фанерных перегородках, в изделиях из корней, продемонстрировав этим выраженную пищевую пластичность. Развитие этого вида точильщиков лимитируют относительная влажность воздуха, равная и ниже 45%, и температура выше 30°C. Оптимальным температурно-влажностным режимом для развития вредителя являются относительная влажность воздуха 80-85 % и температура 22-23°C, чему соответствует 18-20%-ная влажность древесины. Массовый лет мебельного точильщика в средней полосе европейской части России происходит в мае-июне, в подвалах он растягивается до июля месяца включительно. Период спаривания и откладки яиц у молодых жуков длится недели две. После откладки яиц жуки через несколько дней погибают. Самки предпочитают откладывать яйца в скрытые места древесины: в торцевые шероховатые части мебели, на неокрашенные, тыльные поверхности окон, рам, предметов этнографии. Эмбриональный период, в течение которого происходит формирование личинки, длится около месяца. Вышедшая из яйца белая маленькая с-образная личинка сразу же вгрызается в древесину. Она в процессе своего роста, который осуществляется посредством линек, проходит в древесине путь длиной до 50 см. В зависимости от условий внешней среды, длительность личиночной фазы, как правило, колеблется от двух до 4-х лет. Затем личинка превращается в куколку. Сложный процесс формирования молодого жука происходит именно на этой фазе, он длится несколько недель. Молодой жук выбирается на поверхность древесины, прогрызая выходное отверстие и толкая перед собой кучку буровой муки. Высыпавшаяся из вылетного отверстия буровая мука является прекрасным диагностическим признаком зараженности древесины точильщиками.

Экологическую нишу мебельного точильщика занимают в южных районах, обитая совместно с ним или раздельно, западный и гребнеусый точильщики. На черноморском побережье Крыма и Кавказа, западном побережье Каспия вредят крымский домовый точильщик.

Обычными вредителями неотапливаемых построек и венцов жилых деревянных домов являются домовый точильщик, северный

точильщик, грабовый, красногорий и еловый точильщики. Они крупнее по размеру точильщиков, которые вредят внутри зданий. Биология этих вредителей в основном изучена и хорошо изложена в трудах И.Н.Тоскиной. Диаметр летных отверстий этих жуков колеблется от 1,8 до 3,2 мм, в зависимости от пола и видовой принадлежности. Для сравнения: диаметр летных отверстий домового точильщика в основном находится в диапазоне от 1,0 до 2,0 мм.

Точные сроки развития многих точильщиков, вредящих постройкам, неизвестны, хотя очевидно, что в некоторых случаях это может быть 5-7 лет. Нередко заражение древесины этими видами точильщиков коррелирует с ее поражением плесневыми грибами, бурой гнилью и т.д., что связано с избыточным перевлажнением субстрата.

В музеях, где проводятся реставрационные строительные работы, связанные с установкой лесов, часто встречается мягкий точильщик. Как правило, он заносится в музеи с неокоренными досками. Особенности его пищеварительной системы подтверждают пищевую специализацию данного вида, которая тесно связана с обитанием личинок мягкого точильщика непосредственно под корой в камбальных слоях, богатых крахмалом. Этот вид точильщиков может наносить вред в период, когда личинки уходят на зимовку вглубь дерева и могут повреждать различные деревянные предметы, соприкасающиеся с зараженными досками.

Кроме точильщиков древесину в музеях могут повреждать жуки из других семейств: это усачи (*Cerambicidae*), долгоносики – трухляки (*Circulionidae, Cossoninae*), древогрызы (*Lyctidae*), а также ряд других.

Усачи чаще всего заносятся в музеи с зараженными предметами или лесоматериалами. Это – более крупные насекомые, чем точильщики. Личинки усачей не имеют характерного для точильщиков с-образного изгиба. Они прямые, с увеличенным и расширенным первым членником груди, что в целом придает им характерную булавовидную форму. В поперечном сечении ходы личинок – овальные. Овальную форму имеют и вылетные отверстия жуков. Их величина значительно крупнее, чем у точильщиков. Так, размеры вылетного отверстия черного домового усача составляют 3-6 мм в своей узкой части и 5-12 мм – в широкой.

Рыжий домовый усач, вредящий в Крыму и в Закавказье, повреждает постройки и мебель из разнообразных хвойных и лиственных пород. Усач Фальдермана широко распространен в Средней Азии и на юге Казахстана.

Чаще других в музеях встречается фиолетовый усач (*Callidium violaceum L.*). Его личинки обитают под корой хвойных пород де-

ревьев, поэтому с досками он легко проникает в музеи. На зиму личинки уходят глубоко в древесину, чем и обуславливается основной наносимый ими вред. Лет жуков происходит с мая по сентябрь, пик лета – в июне-июле месяцах. Жуки – яркого сине-фиолетового цвета длиной до 10-15 мм. Взрослая личинка достигает длины 26 мм. при ширине 6 мм, поэтому вред, наносимый ею может быть весьма существенным. Генерация, как правило, одно-двух летняя.

Долгоносики-трухляки (сем. *Curculionidae*, подсем. *Cossoninae*) вредят в основном в деревянных конструкциях музейных зданий, предпочитают древесину хвойных пород. Обычно они развиваются в местах со значительным повышением влажности, где часто развиваются домовый и плесневые грибы и имеется капельная влага. Они могут разрушать деревянные балки в подвалах и на чердаках домов, лаги под половыми досками и другие элементы деревянных конструкций. Наиболее известный среди них – долгоносик-трухляк обыкновенный (*Codiosoma spadix Hbst.*). Древесина, поврежденная личинками долгоносика-трухляка, имеет вид мелко-ноздреватой и темноокрашенной губки. Генерация одно-двух летняя.

Древогрызы (сем. *Lycidae*) – еще одна группа разрушителей древесины. Они по размеру значительно меньше, чем жуки-точильщики. Их круглые вылетные отверстия в древесине существенно меньше диаметром. Древогрызы предпочитают древесину лиственных пород деревьев. Генерация одногодичная. Из всех разрушителей древесины – это наиболее сухоустойчивые вредители. Видимо, поэтому они наиболее обычны в южных районах. Так, лучше другим изученный древогрыз бороздчатый часто встречается на юге Украины, на Северном Кавказе. Типичный вред, наносимый ими, разрушение паркета из дуба и др. пород.

Более редкие группы насекомых-разрушителей древесины описаны И.Н.Тоскиной в соответствующем разделе "Методических рекомендаций...".

*Вредители шерстяного текстиля, меха, шелка, кожи, книг.*

Моли-кератофаги (*Lepidoptera, Tineidae*). Эта группа вредных насекомых более всех знакома нам. Однако мелкие, внешне похожие бабочки с неброской окраской могут относиться к разным видам со своими особенностями биологии, которые определяют и выбор борьбы с ними. Среди молей-кератофагов, вредящих в музеях России, наиболее распространены 9-10 видов, тогда как общее число молей, отмеченных в качестве вредителей различных кератинсо-

держащих материалов, приближается к 30. Определение видовой принадлежности является достаточно сложным делом, с которым могут справиться лишь немногие специалисты-энтомологи. Природными резервациями вредителей являются гнезда птиц (воробьев, синиц и др.) и норы грызунов.

Общие черты биологии молей-кератофагов следующие. Цикл развития: яйцо – личинка – гусеница (несколько возрастов, отделяемых линьками) – куколка – бабочка.

Бабочки молей не питаются, они выполняют функции размножения и расселения. Бабочки живут одну-две недели. Они особенно активны в сумерках. В тихую теплую погоду способны преодолевать расстояния до нескольких сот метров. Через несколько часов после спаривания самка готова к откладке яиц. Репродуктивный период длится семь-десять дней. За это время одна особь может отложить до 100-120 яиц. Самки откладывают яйца порциями в несколько приемов, выбирая для этого затененные места и материалы с выраженной структурой поверхности: ворсистой, волосистой и т.п. Бабочки молей имеют развитые органы обоняния, что позволяет им устанавливать феромонную связь между полами и руководствоваться запахами при поисках субстратов, пригодных для откладки яиц. Следует помнить, что загрязненные выделениями сальных и потовых желез вещи в первую очередь разрушаются вредителями. После инкубационного периода, который может длиться от 4-х суток до 21 дня, из яиц, прогрызая их внешнюю оболочку, выходят маленькие белые гусеницы. Размер гусениц первого возраста – не превышает 1,5 мм. Они достаточно самостоятельны и приспособлены к суровым условиям окружающей среды. Так, по данным И.Н.Проворовой, гусеницы первого возраста способны в поисках пригодной пищи голодать до недели. Гусеницы молей являются основной вредящей стадией развития этой группы. Они оставляют характерные паутинные следы при повреждении материалов. Это могут быть паутинные ходы, пологи, чехлики, которые имеют защитные функции. Их конкретные проявления зависят от видовой принадлежности молей. Гусениц отличает активное пищевое поведение. В поисках пригодной пищи они повреждают хлопчатобумажные и льняные ткани, картон бумагу, синтетические материалы. После ряда линек (обычно в течение жизни гусеницы линяют 6-8 раз) личинка увеличивается в размерах, накапливает необходимые для структурных перестроек вещества и, наконец, оккулируется. Стадия куколки длится от одной до 3-х недель и обеспечивает превращение гусеницы в бабочку. Описанных циклов у разных видов молей-кератофагов бывает разное количество в год. Так, у платяной моли (*Tineola bisselliella* Hnt.), как правило, бывает два поколения в год и со-

ответственно два выраженных пика лета бабочек : весной и осенью. Мебельная моль может давать до четырех поколений в год. Войлочная моль, которая из-за небрежного выбора материалов, применяемых для утепления и звукоизоляции, часто встречается в музеях, имеет одну генерацию в год. Учитывая особую значимость этих вредителей приводим описание биологии двух наиболее опасных.

Платяная моль (*Tineola bisselliella* Henn.) и мебельная моль (*Tineola fusciferella* Zag.). Эти два наиболее часто встречающихся в музеях России вида очень трудно различимы морфологически, хотя у каждого из них свои биологические особенности. Длительность развития платяной моли в так называемых "комнатных" условиях – от 9 до 16 месяцев. При относительной влажности воздуха ниже оптимальной (60-70%) гусеницы платяной моли пытаются более интенсивно. Число линек в зависимости от пищевого субстрата, температурно-влажностных условий колеблется от 16 до 25. Окукливаются гусеницы там, где пытаются. Бабочки платяной моли небольшие, одноцветные, разных оттенков желтого цвета: от светло-соломенных до буроватых. Плодовитость самок этого вида – 60-100 яиц. Платяной моли принадлежит около 50% всех случаев обнаружения молей-кератофагов в музеях страны.

Мебельная моль является более опасным вредителем, чем платяная. Она более плодовита: самка откладывает до 300 яиц. В средней полосе за год этот вредитель может иметь три поколения. Этим обусловлены пики лета в апреле-мае, августе-сентябре и в январе-феврале. Гусеницы мебельной моли плетут на поверхности пищевых материалов паутинные трубчатые ходы, используя при этом остатки пищи и экскременты. Они способны переносить значительные колебания температур. Нормальное развитие происходит в диапазоне от 10 до 27°C. Однако, понижение температуры до 0°C также легко переносится ими в течение нескольких суток. Перед окукливанием гусеницы покидают пищевой субстрат, уходя на окукливание в щели пола, за плинтусы и другие скрытые места. В случае недостаточного количества пищи или при неблагоприятных температурно-влажностных условиях гусеницы среднего возраста способны впадать в состояние диапаузы или физиологического покоя. В плотном паутинном коконе они способны переживать неблагоприятные условия существования в течение нескольких месяцев. Это состояние обратимо, т.е. прекращается с улучшением условий при появлении полноценного пищевого субстрата и т.д. Мебельная моль имеет более южный ареал распространения, чем платяная. Севернее Санкт-Петербурга она не отмечена. На долю мебельной моли приходится 23% всех случаев

обнаружения молей-кератофагов в музеях. Учитывая сложность видовой идентификации платяной и мебельной моли, профилактические и инсектицидные обработки необходимо проводить ориентируясь на особенности более вредоносного вида.

Среди других видов молей-кератофагов следует отметить шубную моль (*Tinea pellionella* L.). Гусеницы этого вида молей живут в переносных трубковидных чешуях, сплетенных из паутины и включающих остатки пищи и экскременты. В конце сентября-начале октября гусеницы последнего возраста идут на зимовку, прикрепляя свои чешуи к горизонтальным поверхностям шкафов, стеллажей с нижней стороны, к потолку и т.д. Их, покрытых пылью, трудно отличить от старой паутины. В апреле перезимовавшие гусеницы окукливаются. Эти особенности биологии следует учесть при проведении профилактических мероприятий.

Войлочная моль (*Tinea coacticella* Zag. = *Tinea pallescentella* Sti.) известна как вредитель технического войлока и фетра. Размах крыльев бабочки этого вида около 2-х сантиметров. Гусеницы войлочной моли тепло- и влаголюбивы. Хорошо развиваются в войлочных обивках труб водяного отопления. Интересно, что перед окукливанием они легко прогрызают слой известковой штукатурки и плетут кокон в самом верхнем ее слое. Этот вид может иметь четыре генерации в год, хорошо приспособившись к питанию на других видах кератинсодержащих материалов.

Биология других видов молей, вредящих в музеях, достаточно подробно изложена И.Н.Проворовой в соответствующем разделе "Методических рекомендаций..."

#### Кожееды (*Coleoptera, Dermestidae*).

Кожееды – одна из важнейших групп насекомых, вредящих в музеях, книгохранилищах и архивах. Их значимость определяется широким распространением и значительным вредом, который они наносят. Результаты энтомологических обследований музеев последних двадцати лет показывают, что кожееды стали одними из наиболее опасных и распространенных вредителей. Практически в каждом музее были найдены представители этой группы: встречаемость их достигает 96% от числа обследованных музеев. Существенный вред они наносят в 60-70 % случаев. Эти факты заставляют взглянуть по-новому на эту группу.

Одной из особенностей ее является пищевая пластичность. Личинки кожеедов используют в пищу шерстьсодержащие материалы, изделия из меха, перьев, кожи, шелка, разные виды бумаг. Попутно в поисках наиболее пригодной пищи, они способны наносить вред синтетическим материалам и даже прогрызать фоль-

гу. Обилие пищи и благоприятный микроклимат в музеях привели к тому, что в настоящее время появилась тенденция к увеличению численности этих вредителей. Особенности биологии кожеедов позволяют воспрепятствовать образованию их устойчивых популяций в музеях.

Цикл развития кожеедов характерен для насекомых с полным превращением и включает яйцо, личинку (с рядом линек), куколку и жука. Жуки наиболее распространенных в музеях кожеедов из родов *Anthrenus Schaeff.*, *Attagenus Latr.* не питаются или проходят дополнительное (т.е. необходимое для откладки полноценных яиц) питание на цветах растений из семейств зонтичных, розоцветных. Жуки кожеедов из рода *Dermestes L.* питаются тем же пищевым субстратом, что и личинки. Продолжительность жизни жуков первых двух родов значительно меньше, чем личинок. Жуки из рода *Dermestes* живут практически столько же сколько и личинки. В период размножения жуки в помещениях музеев летят на свет, который, по-видимому, выступает для них индикатором открытого пространства. В период лета, который обычно проходит с апреля по июнь, кожеедов в зараженных помещениях легко обнаружить на подоконниках и в плафонах светильников. Самки их предпочитают откладывать яйца на ворсистые, волосистые материалы, в складки изделий, на мертвых насекомых (например, мух). Яйца откладываются небольшими порциями в течение 2-10 дней. Плодовитость жуков кожеедов колеблется в зависимости от условий, но она ниже, чем у бабочек молей-кератофагов. В среднем они откладывают 40-70 штук яиц, но не больше 100. Яйца – белого цвета, овальные. Продолжительность стадии яйца сильно колеблется. Она может длиться от 2-х до 55 суток. Вышедшая из яйца личинка практически сразу же начинает питаться. Таким образом, вредоносной стадией, как и во всех ранее рассмотренных случаях, является личинка. Наиболее часто встречаются в музеях личинки двух морфологических типов. Представители рода *Anthrenus* – овальные, величиной до 7-8 мм, сегменты их тела плотно покрыты торчащими во все стороны черными или коричневыми волосками. На последних сегментах брюшка выделяются пучки, образованные более длинными стреловидными волосками и хорошо видные невооруженным глазом. Если личинки осторожно коснуться кончиком препарovalной иглы, она сразу же "ощетинится" и станет напоминать маленького ежика. Тело личинок из рода *Attagenus* покрыто прилегающими волосками золотистого или коричневого цвета, отчего четко видны все сегменты гусеницеобразного тела. На конце брюшка длинные простые волоски образуют длинную кисточку. Внешний вид личинок соответствует их образу жизни. Личинки первого типа предпочитают находиться на по-

верхности пищевого субстрата, тогда как вторые – в пылевидных остатках и осыпях материалов, на дне шкафов и в щелях паркета. Личинки кожеедов стараются избегать освещенных поверхностей, предпочтая плохо освещенные места. Число линек их так же, как и продолжительность их жизни, зависит от качества пищи, температуры и влажности окружающей среды. Наиболее благоприятные температурные условия для них лежат в диапазоне от 20 до 30°C, условия относительной влажности воздуха – 40-75%. В пределах одной микропопуляции кожеедов (например, среди кожеедов, обитающих в одном из музеев) всегда есть часть личинок – 4-7 %, которые выполняют функции расселителей. Даже после продолжительного голодания они не останавливаются на первом же встреченном пригодном для пищи субстрате, а продолжают свой поиск.. Их остановка на субстрате нередко бывает вызвана не положительными вкусовыми характеристиками материалов, а их "комфортабельностью", что выражается, по-видимому, в сигналах тактильных рецепторов. Экспериментально установлено, что наиболее привлекательны для обитания личинок кожеедов волосистые, ворсистые и т.п. типы материалов. Перед окукливанием личинки становятся малоподвижными. Куколка кожеедов *Anthrenus* остается лежать в последней линичной шкурке личинки, защищенная ее волосками. Куколки кожеедов *Dermestes* и *Attagenus* – свободные, незащищенные. Личинки из рода *Dermestes* перед окукливанием идут в любой плотный субстрат : это могут быть плотные стопы бумаги, древесина и даже штукатурка; они прогрызают там своеобразную колыбельку, в которой и окукливаются. Таким образом, уязвимая куколка оказывается защищенной. Продолжительность жизни ее от четырех до двадцати суток. Молодые жуки некоторое время остаются лежать в последней линичной шкурке или куколочной колыбельки, пока не затвердеют хитиновые покровы.

Большинство видов кожеедов дает одно поколение в год, хотя такой опасный вредитель, как кожеед Смирнова, при благоприятных условиях может завершить весь цикл своего развития за 4 месяца. Интересно, что у кожеедов, как и у точильщиков, действует похожий механизм, гарантирующий сохранение популяции в неблагоприятных условиях, а именно: даже в пределах потомства одной самки у некоторых видов кожеедов можно отметить, что его часть завершает свой цикл развития в течение года, а другая часть – за два года.

Жуки кожеедов имеют развитые органы обоняния, что позволяет им более эффективно находить половых партнеров, пищевые субстраты и места, наиболее пригодные для откладки яиц.

Кожееды могут проникать в музей из чердачных, подвальных помещений, из гнезд птиц. Способность некоторых видов кожеедов хорошо переносить временное отсутствие пищи, значительная пищевая пластичность, возможность завершать свое развитие внутри здания музея, устойчивость к фосфороорганическим инсектицидам делают этих вредителей опасными противниками, осложняя борьбу с ними.

Вредоносность кожеедов установлена не до конца. Многие повреждения, совершаемые ими, приписываются моли. И те и другие вредители успешно "постригают" мех, прогрызают отверстия неправильной формы в одежде, тканях и т.д., но при молевых повреждениях мы всегда наблюдаем присутствие паутинных ходов, коконов, характерные, хорошо видные экскременты, сохраняющие цвет поврежденного материала. В местах же деятельности кожеедов трудно найти их мелкие пылевидные экскременты, зато часто встречаются линочные шкурки личинок, которые они наподобие змей сбрасывают, вырастая из старых "одежек".

Рассмотрим подробнее двух представителей этого семейства.

Кожеед Смирнова (*Attagenus smirnovi Zhan*). Завезен в начале шестидесятых годов из Кении, где обитает в гнездах птиц и летучих мышей. Минимальная длительность развития этого вида кожеедов отмечена при температуре 24°C, относительной влажности воздуха 70% и при содержании на полноценном пищевом субстрате, состоящем из блинной муки, сухих насекомых, дрожжей. Цикл завершается в среднем за 145 суток. В фондохранилищах музея чаще генерация однолетняя. Впечатляет ареал распространения этого опасного вредителя материалов. К настоящему времени этот вид отмечен в Санкт-Петербурге, Архангельске, Вологде, Симферополе, Екатеринбурге, Ялте, Иркутске, Якутске и др. городах. Стадия куколки длится от 7 до 14 суток. Из куколки выходят жуки, длиной от 2 до 3,5 мм. светло-коричневого цвета, переднеспинка - черная. Наблюдается хорошо выраженный половой диморфизм. Самки крупнее самцов, имеют другую форму усиков. Появление жуков в отапливаемых помещениях начинается в марте месяце. Пик лета приходится на апрель-май. Жуки - факультативные афаги, то есть могут не питаться на цветах для откладки полноценных яиц. Однако, для пополнения лабораторных культур наибольшее число жуков мы набираем именно на цветах зонтичных растений в черте города, на рябине, боярышнике и спирее. Самки предпочитают откладывать яйца на ворсистые, волосистые и т.п. материалы. Плодовитость самок - 30-95 яиц. При этом откладка яиц происходит в 2-5 приемов. Средняя продолжительность жизни жуков 20-24 дня.

Пестрый кожеед (*Attagenus picturatus Solis*). Наряду с кожеедом Смирнова он является самым распространенным вредителем в музеях. Генерация однолетняя, зимуют жуки в последней линичной шкурке. Самка откладывает до 26 яиц. Инкубационный период при 25°C длится 8-10 дней. Личинки при 25°C и обилии пищевого субстрата развиваются в течение 3-4-х месяцев, линяя за это время 5-6 раз. Фаза куколки не превышает 10-12 дней. Появление жуков в зимние месяцы дает основания полагать, что вредитель в условиях музеев может завершить весь цикл развития. Однако для откладки полноценных яиц жукам необходимо некоторое время питаться пыльцой и нектаром цветов растений из семейств зонтичных и розоцветных. Размеры жука не превышают 5 мм. Тело его покрыто разноцветными чешуйками серого, бурого, черного, белого, желтого цветов. Белые чешуйки на надкрыльях образуют пятно, по форме напоминающее оперение стрелы. Пищевым атTRACTANTOM для самок и самцов кожеедов являются запахи цветов сныти из семейства зонтичных, что установлено экспериментально.

#### Вредители книг, документов и произведений живописи на бумажной основе.

Жуки-точильщики, моли-кератофаги, кожееды могут повреждать обложки книг из дерева, тканей, кожи. Кожееды, как выше указывалось, могут также использовать в пищу любые виды бумаг, животный и растительный клей в блоке книги.

Однако, есть группы насекомых, которые специализированы на этих материалах. К ним относятся прежде всего хлебный точильщик, жуки-притворяшки, сахарная чешуйница и некоторые другие.

Хлебный точильщик (*Stegobium paniceum L.*, сем. *Anobiidae*). Исследования пищеварительной системы точильщиков, выполненные И.Р. Сердюковой, убедительно доказали, что хлебный точильщик, благодаря особенностям своей пищеварительной системы, не может усваивать целлюлозу - основу древесины. Состав ферментов этого вредителя "настроен" на крахмалсодержащие субстраты. В чистой древесине, таким образом, хлебный точильщик развиваться не может. Все повреждения древесины, совершаемые им, связаны с наличием пищевых загрязнений. Наиболее часто личинки хлебного точильщика повреждают изделия из папье-маше, книги, коллекции насекомых, гербарии, аптечные товары, материалы с мучными проклейками. Жуки хлебного точильщика прекрасно известны хозяйствам, так как нередко встречаются хлебопродукты, зараженные ими. Они мельче мебельных точильщиков: всего 2,5-4 мм длиной, рыжевато-коричневого цвета. Ярко выражена положи-

тельная реакция на свет – при лете жуки нередко скапливаются в значительном количестве на окнах. При комнатной температуре чуть выше обычного (24-25°С) хлебный точильщик может давать 3-4 поколения в год. Лет жуков в связи с этим может происходить и зимой. Плодовитость одной самки – до 50 яиц. Самки откладывают яйца по одному или порциями по 4-5 штук, преимущественно на шероховатые места, в трещины, разрывы и щели материалов. Белые С-образные личинки малоподвижны, однако наносят существенный вред. Заражение музея происходит как через открытые окна и форточки (в связи с тем что жуки отлично летают), так и благодаря заносу предметов, зараженных личинками.

**Жуки-притворяшки (*Plinidae, Coleoptera*).** Они относятся к малоизученным до сих пор насекомым. Как вредители книг в неотапливаемых помещениях они известны очень давно, подробное описание причиняемого ими вреда дала еще О.П. Козулина. Нередко они становятся вредителями этнографических коллекций, повреждают предметы крестьянского быта из дерева, луба, соломы, в особенности те, которые использовали для хранения пищевых запасов и приготовления пищи – это могут быть корчаги под муку, корыта под тесто и др. В неотапливаемых помещениях являются важными вредителями книг. Генерация, как правило, двухлетняя. Жуки – маленькие, 3-5 мм длиной, красновато-бурые, очень похожие на паучков из-за длинных ножек и яйцевидной формы тела. Они не летают и легко впадают в состояние танатоза, т.е. притворяются мертвыми. Вредят личинки, которые малоподвижны, С-образны и похожи на личинок хлебного точильщика. Для окукливания личинки расползаются с мест, где питались, и могут нанести вред "непищевым материалам". И.Н.Тоскиной описано сильное повреждение личинками притворяшек красочного слоя иконы, находившейся рядом с зерном, зараженным притворяшками. Повышенная влажность помещений, обилие мертвых насекомых способствуют успешному развитию этого вредителя. В отапливаемых помещениях со стабильным микроклиматом притворяшки обычно не встречаются.

#### **Щетинохвостики. (*Etp. Thysanura*).**

**Сахарная чешуйница. (*Lepisma saccharina L*, отр. *Lepismatidae*).** Сахарная чешуйница относится к первично бескрылым насекомым. Тело бескрылое, удлиненное, гибкое, покрыто чешуйками серебристо-серого цвета. На конце брюшка имеются три длинных нитевидных придатка. Очень подвижна. За переливающиеся на свету как бы перламутровые покровы получила на немецком языке название "

"серебристая рыбка". Размеры взрослого насекомого – 8-13 мм. Чешуйницы – теплолюбивы, насекомые и держатся там, где могут найти влажные укрытия. Они относятся к индикаторным видам, характеризующим неблагополучное состояние температурно-влажностного режима, так как обитают в помещениях с повышенной влажностью. Впрочем, среди родственных видов есть и суховыносливые. Чешуйница повреждает материалы переплета книг, золотые тиснения, ткани, акварели, выгрызает части картографических материалов, в ряде случаев уничтожает записи чернилами на библиографических карточках и в других местах. Генерация однолетняя.

#### **Сеноеды (отр. *Psocoptera*).**

**Книжная вошь (*Liposcelis divinatorius L*).** Это мелкое бескрылое насекомое с длинными нитевидными усиками, размером около 1 мм. Встречается в теплых, влажных и плохо освещенных помещениях. В этих условиях дает 4-5 поколений в год. При массовом размножении становится заметна. Особенно часто встречается на книгах с колониями плесневых грибов, в старых бумагах, в коллекциях насекомых и гербариях. Питается гифами и спорами плесневых грибов. Эти подвижные насекомые способствуют распространению плесневых грибов, разнося на своем теле их гифы и споры. Кроме того, они повреждают материалы переплета и бумагу.

**Пыльная вошь или домовый сеноед (*Trogium pulsatorium L*).** Она несколько крупнее предыдущего вида – до 2 мм. В отличие от книжной вши, имеет зачаточные крылья. Живет в тех же условиях, может встречаться в пыльных углах комнат. Вид – индикатор состояния температурно-влажностного режима в музее, переносчик плесневых грибов, разрушитель бумаги.

**Насекомые, часто встречающиеся в музеях,  
но не вредящие материалам.**

**Тополевая моль. (*Lithocolletis populifoliella Tr.*, сем. *Gracillariidae*).** Тополевая моль, относящаяся к семейству молей-пестрянок, в последнее время часто лишает спокойствия хранителей. Эти насекомые появляются в значительных количествах в помещениях музеев два раза в год: когда идут в укромные места на зимовку и в том случае, когда, благополучно перезимовав, через окна и двери стремятся настойчиво попасть в природу для откладки яиц. Бабочки мелкие – 7-8 мм в размахе крыльев, пестрые. Цикл развития

может быть завершен или в течение трех месяцев или быть длиннее в несколько раз. Так, первое поколение тополовой моли появляется из яиц, отложенных уже перезимовавшими бабочками, весной. Вышедшие из яиц гусеницы развиваются и питаются в толще листьев тополей или осины. Бабочки осеннего поколения идут на зимовку в щели старой коры, забиваются в вентиляционные трубы, пробираются в щели окон и в утеплители между бревнами. Там они впадают в состояние физиологического контроля. Однако изменение температурных условий – потепление – провоцирует их на выход из этого состояния. Поэтому мы можем наблюдать в музеях несколько пиков активизации вредителей. Погибшие бабочки тополовой моли загрязняют экспонаты, кроме того они являются прекрасным дополнением к питанию личинок кожеедов, делая их более агрессивными по отношению к музейным материалам. Таким образом, эти насекомые наносят косвенный вред и должны быть включены в ряд объектов, с которыми необходимо проводить истребительные мероприятия. В последнее время тополовая моль стала очень распространенным вредителем зеленых насаждений в городах.

#### **Насекомые, имеющие санитарно-гигиеническое значение.**

Нередко в музеях, помещения которых соседствуют с кафе, ресторанами, жилыми квартирами появляются тараканы (рыжий - *Blattella germanica L.*, черный - *Blatta orientalis L.* и др.), блохи (собачья - *Ctenocephalides canis Curl.*, кошачья - *Ctenocephalides felis Bauché*, крысиные), рыжий домовый муравей (*Monomorium pharaonis L.*). Эти насекомые могут являться механическими и специфическими переносчиками возбудителей ряда инфекций. Они загрязняют коллекции и создают дискомфортные условия для работы сотрудников музеев. Учитывая тенденцию к прогрессирующему расселению этих насекомых вскоре после их появления в здании музея, считаем необходимым контролировать их численностью.

Рекомендуемые ниже профилактические и истребительные мероприятия учитывают и эту группу нежелательных в музеях насекомых.

#### **Профилактика заражения музейных коллекций вредными насекомыми.**

Для обеспечения сохранности коллекций необходимо проводить целый комплекс мероприятий, которые по задачам и методам подразделяются на:

- профилактические, цель которых предупредить заражение коллекций и фондохранилищ вредными насекомыми;
- истребительные, направленные на уничтожение вредителей.

Общие требования, предъявляемые ко всем мероприятиям, проводимым в музеях, немногочисленны, но чрезвычайно важны. Только при условии их выполнения можно гарантировать обеспечение долгосрочной сохранности коллекционных материалов. Применяемые для контроля за вредными насекомыми мероприятия должны быть: надежными (эффективными против вредителей), безопасными для музейных материалов и для человека.

Иными словами, отобранные химические препараты и режимы физического воздействия должны эффективно защищать коллекции от насекомых вредителей в том качестве, для чего они предназначены, т.е. быть хорошими репеллентами, антифидантами, аттрактантами или инсектицидами. Используемые препараты и режимы не должны отрицательно сказываться на физико-химических свойствах музейных материалов, т.е. вызывать изменение цвета, снижение прочности и т.д., а также подвергать коллекции риску, вследствие повышенной воспламеняемости, взрывоопасности. Применяемые препараты и режимы не должны обладать повышенной токсичностью для человека, вызывать аллергические реакции. С другой стороны, кураторам коллекций необходимо соблюдать требования техники безопасности. При разработке и проведении мероприятий по защите коллекций ее хранители должны знать физико-химические свойства применяемых препаратов, характер их действия, уровень токсичности. В самом общем виде эти сведения будут нами даны в последующих разделах. Перед началом работы с конкретным препаратом необходимо внимательно ознакомиться с инструкцией по его использованию и требуемым мерам техники безопасности.

#### **Организация системы энтомологического контроля в музеях.**

В музеях любого профиля необходимо регулярно проводить энтомологические обследования. Они позволяют убедиться в отсутствии вредителей или своевременно выявить начавшееся заражение вредными насекомыми. Музеи с комплексным составом фондов (краеведческие, исторические, мемориальные и т.п.) относятся к группе повышенного риска заражения вредными биоагентами. Поэтому в таких музеях обследования необходимо проводить 4 раза в год, включая обязательно весенние и осенние месяцы. Музеи художественного профиля обследуют не реже двух раз в год.

Любое энтомологическое обследование начинают с осмотра помещений. В первую очередь обращают внимание на подоконники, где обычно скапливаются светолюбивые и световыносливые насекомые (кожееды, хлебный точильщик, бабочки молей, включая тополеву, и т. д.). Затем обследуют затемненные места: углы, пол вдоль плинтусов, под батареями и мебелью. Здесь можно встре-

тить точильщиков, личинок кожеедов, сахарную чешуйницу и т.д. Собранный материал нуждается в видовой идентификации, которую могут провести специалисты-энтомологи. Набор найденных видов насекомых определит дальнейшие действия.

Профилактика как комплексная система работ по предупреждению заражения коллекций насекомыми включает в себя как общие, так и специфические мероприятия. Общие направлены на предотвращение заражения музейных материалов любыми видами насекомых. Специфические служат для защиты коллекции от определенных групп вредителей, учитывая конкретные особенности их биологии и физиологии. Надежную сохранность коллекции обеспечивает лишь проведение всего комплекса профилактических мероприятий. Профилактические обработки целесообразно проводить два раза в год : в марте-апреле и в сентябре-октябре месяцах, предпочтительно до массового лета насекомых. Трудность ликвидации очагов заражения вредными насекомыми придает особую значимость предупреждающим заражение мероприятиям.

#### *Общие профилактические мероприятия.*

Общие профилактические мероприятия, направленные на предупреждение проникновения насекомых в музеи, сокращение в хранилищах возможных пищевых субстратов, подбор материалов для тепло- звукоизоляции и других целей, предусматривают поддержание в фондохранилищах и экспозиционных залах необходимых санитарно-гигиенических условий и температурно-влажностного режима. Они учитывают два возможных пути заражения фондохранилищ вредными насекомыми :

- залет или проникновение внутрь помещений из природных резерваций (гнезд птиц или нор грызунов), а также в процессе расселения из окружающей среды;
- занос с зараженными коллекционными и вспомогательными материалами, включая строительные (утеплители, изоляционные материалы, леса для реставрационных работ и т.д.).

Важнейшие общие профилактические мероприятия следующие:

1. В открывающиеся окна и форточки на теплое время года следует вставлять сетки с размером ячей не более 1-1,5 мм. Они могут быть металлические, из мельничного газа, подкрахмаленной марли или других материалов. Сетки с более крупной ячейей не могут надежно защитить от проникновения кожеедов, хлебного точильщика, бабочек моли и других вредителей.

2. Для теплоизоляции, звукоизоляции нельзя применять технический войлок, содержащий шерстяные волокна.

3. Не реже одного раза в месяц следует проводить тщательную уборку помещений пылесосом. Если замечены следы деятельности кожеедов и моли уборку следует делать не реже одного раза в десять дней. Ковровые дорожки нужно не реже раза в год сдавать в химчистку.

Необходимо также систематически очищать чердачные и подвалные помещения, избегать их захламления. В слуховые окна на чердаках следует вставлять сетки, которые препятствуют залету птиц внутрь.

4. В фондохранилищах нельзя принимать пищу и оставлять продукты питания.

5. Новые поступления коллекционных материалов или вернувшиеся с выставок экспонаты перед их помещением в фондохранилище нужно помещать на некоторое время в изолятор для тщательного осмотра на зараженность вредными насекомыми. Устройство изолятора подробно описано в Методических указаниях. В изоляторе помещается также портативная дезкамера, необходимая для обработки зараженных предметов.

#### *Специфические профилактические мероприятия*

##### *Профилактика заражения насекомыми-разрушителями изделий из древесины.*

• Для диагностики зараженности древесины древоточцами можно применять рентгеновскую установку. В случае, если толщина древесины не превышает 10 см. и личинки находятся на средних стадиях развития (из-за малых размеров личинки первых возрастов плохо видны), живые личинки прекрасно видны. Они светлее окружающей их древесины. Препятствием для такой диагностики могут быть свинцовые белила, употребляющиеся в темперной живописи, в картинах на досках.

• Важным профилактическим мероприятием являются регулярные осмотры предметов из дерева в период лета точильщиков. В отапливаемых помещениях с повышенной влажностью осмотры следует проводить регулярно с марта по октябрь. При нормальной влажности – с апреля по сентябрь. В мае-июне такие осмотры делают ежедневно, в остальное время – раз в неделю. Осматривают в первую очередь малоосвещенные места, задние стенки мебели, особенно снизу, тыльные стороны рам и икон. При появлении на изделии свежих вылетных отверстий и кучек буровой муки под ними – изделие сразу же направляют в изолятор для обработки.

• Действенным профилактическим мероприятием для защиты музейных построек от точильщиков и долгоносиков-трухляков

является регулярная и тщательная очистка прилегающей к музею парковой зоны от сухостоя, сухих веток и т.п.

• Своевременный ремонт кровли, правильное устройство водосточных желобов, хороший дренаж и проветривание подвалов предотвращают загнивание деревянных конструкций зданий и, следовательно, уменьшают вероятность их заселения вредными насекомыми: точильщиками и долгоносиками-трухляками.

• Строительные леса, стеллажи и другие конструкции необходимо изготавливать только из окоренной древесины, так как под корой развиваются усачи (особенно часто – фиолетовый) и мягкий точильщик, которые при выходе из древесины могут повреждать экспонаты.

• Слой масляной краски, лаковая и восковая пленки защищают здоровое дерево от проникновения молодых личинок мебельного точильщика. В связи с этим заражение происходит через незащищенные части деревянных предметов – через торцевые части, гвоздевые отверстия, щели в красочном слое. Для предотвращения заражения точильщиками эти части изделий необходимо защитить покровными лаками, масляной краской, воском со скрипидаром, мочевино-формальдегидной смолой. Покрытие олифой не обеспечивает надежную защиту.

• Защитить деревянные постройки от разрушающих их домового, северного, грабового точильщика можно с помощью биогнеззитного препарата ББ-32. Учитывая, что древесина при этом меняет естественную окраску и приобретает зеленоватый оттенок, применять это соединение, так же, как аналогичный препарат "Эрлит", нужно только для внутренних конструкций зданий: чердачных, подвальных и др. элементов, скрытых под обшивкой.

#### Профилактика заражения музейных фондов молями-кератофагами и кожеедами.

• Тапочки для посетителей, используемые в ряде музеев, нельзя изготавливать на войлочной подошве. Это приводит к забиванию шерстяных волокон в щели паркета, в щели под витринами и между плинтусами и стеной, что является причиной заражения помещений молью и кожеедами.

• Чучела животных для естественноисторических и краеведческих музеев должны изготавливаться с обязательной обработкой растворами солей мышьяка.

• Перед закладкой на хранение вещи должны быть тщательно очищены от органических загрязнений (пот, кровь и др.), так как именно в местах загрязнений наиболее вероятно первичное повреждение материалов личинками молей и кожеедов.

• Шерстяные и меховые изделия хранят с веществами, отпугивающими моль и кожеедов (репеллентами). К несчастью, нафталин в последнее время не защищает вещи от заражения молью и кожеедами, так же как и запахи душистого мыла и апельсиновых корок не препятствуют откладке яиц насекомыми-кератофагами в шкафы с этими отдушками. Запах табачной пыли отпугивает незначительный процент взрослых насекомых. Кроме того, ее применение резко ограничено в музеях, так как табак вызывает пожелтение белой шерсти. Найден ряд более перспективных репеллентов, среди которых лавандовое масло и ряд репеллентов, с успехом используемых против кровососущих насекомых: ДЭТА, ребемид, оксамат, бензимин и некоторые другие. Следует отметить, что применение репеллентов должно сочетаться с обработкой помещений препаратами контактного действия, эффективными в течение нескольких месяцев.

• Наиболее ценные вещи, содержащие шерстяные волокна, чучела рекомендуется хранить в отдельных хлопчатобумажных мешках или чехлах из плотной бумаги, предварительно обработанной инсектицидными препаратами контактного действия.

• Изделия в составе которых есть шерстяные нити, мех, волос, кожа следует хранить отдельно от хлопчатобумажных, льняных, шелковых для предотвращения от попутного повреждения насекомыми-кератофагами. Так, гусеницы молей расползаются на окучливание на окружающие материалы и портят их. Кроме того, личинки кожеедов в поисках наиболее пригодных пищевых субстратов могут попутно повреждать разнообразные материалы.

• Следует резко ограничить или прекратить вообще использование шерстяного сукна для оформления экспозиции (обивка витрин, стендов, стен и т.п.). Практика показывает неизбежность вспышки массового размножения вредных насекомых в таких условиях.

• Прекрасным средством защиты ковровых изделий от повреждения молью и кожеедами является испытанный старый способ: внутрь ковров и шпалер сначала прокладывают газопроницаемую бумагу, а затем бумагу, увлажненную смесью керосина и скрипидара (1:2) и слегка подсушеннную. После этого изделия навертывают на вал лицевой стороной внутрь. Сверху ковры и шпалеры покрывают хлопчатобумажной тканью, пропитанной инсектицидами.

Важнейшими профилактическими мероприятиями, предотвращающими загрязнение коллекций притворяшками, сеноедами, сахарной чешуйницей, скрытниками и др., является нормализация

температурно-влажностного режима, в частности - снижение относительной влажности воздуха.

Санитарно-профилактические мероприятия направлены против тараканов, блох, рыжих домовых муравьев и т.п. Прежде всего они предписывают ограничение в зданиях мест, пригодных для массового размножения этих насекомых и активного их расселения:

это щели в местахстыкования стен, перекрытий, санитарно-технических коммуникаций;

заглубленные мусорокамеры, с высокой температурой воздуха, в подвалах.

Важны следующие требования. Мусоропроводы должны иметь гладкие стены, облегчающие их чистку, недопустимо длительное накопление мусора. Для предупреждения размножения блох - в подвалах уничтожают грызунов, заделывают их норы, цементируют земляные полы, заделывают щели в полах и стенах, удаляют песок и мусор, проводят засетчивание продухов в фундаменте.

Профилактика размножения тополевой моли достаточно сложна, так как она касается обработок контактными инсектицидами юленных насаждений в периоды лета бабочек, а также мест возможных зимовок бабочек.

#### Применение световых и оконных ловушек для надзора за численностью вредителей и снижения их численности.

Для индикации зараженности вредными насекомыми музейных коллекций, определения динамики лета вредителей, а также для снижения численности вредных насекомых в замкнутых помещениях можно успешно применять музейные световые и оконные ловушки. Таксономическое разнообразие насекомых, летящих на свет в условиях музеев, достаточно велико. Это жуки из семейства кожеедов, хлебный точильщик, бабочки молей-кератофагов и тополевой моли, жуки-скрытники, которые размножаются в условиях повышенной влажности и др. Наиболее массовыми видами насекомых, попадающих в ловушки, были юестрий кожеед, кожеед Смирнова, платяная моль. В музейных световых ловушках основным аттрактивным элементом является искусственный источник света. Оконные ловушки используют рассеянный дневной (естественный) свет. В обоих типах ловушек имеются резервуары с водой, которая для некоторых видов вредителей (платяная моль) является дополнительным стимулом. Добавление в воду незначительного количества формалина (до 2%) или мыла повышает в ряде случаев аттрактивность ловушки. В обоих типах ловушек уловистость основана на простом принципе: летящее на свет насекомое ударяется о барьер, теряет равновесие и падает в воду,

из которой уже не выбирается. Нередко хранителям удается находить в ловушке насекомых, о существовании которых в музее они не подозревали. Имеется положительный опыт применения оконных ловушек для существенного снижения численности платяной моли в хранилище в том случае, когда зараженный ею материал (звукозоляция из шерстяного войлока) был недоступен для обработки контактным способом и располагался под керамическими плитами. Подробное устройство ловушек приводится в Методических указания..., опытные образцы можно получить в биологической лаборатории ГосНИИ реставрации.

#### Методы борьбы с вредными насекомыми.

Выбор методов борьбы с вредителями зависит от видовой принадлежности насекомых, стадии их развития, физиологического состояния, размеров очагов заражения, их доступности для обработки тем или иным способом и т.д. Правильность выбора средств борьбы определяет во многом успех истребительных мероприятий, поэтому их важно знать и правильно применять.

#### Физические методы борьбы с вредными насекомыми.

К физическим методам борьбы с вредными насекомыми относятся: механическое уничтожение вредителей, применение экстремальных для жизни насекомых температур (низких и высоких), использование токов высокой частоты СВЧ и др.

В музейной практике ряд эффективных физических методов борьбы мы не можем применять, вследствие приоритета обеспечения сохранности музейных материалов. Так, высушивание древесины и использование высоких температур в отношении точильщиков так же эффективно, как и для других насекомых, однако эти факторы являются неблагоприятными для многих изделий из древесины, поэтому применяться не могут.

Для уничтожения личинок мебельного точильщика можно с успехом применять вымораживание. При температуре ниже -20°C и экспозиции не менее трех-четырех дней личинки мебельного точильщика погибают. Для музейных предметов важно организовать процесс акклиматизации, постепенно "подводя" к вымораживанию и "выводя" из него. В неотапливаемых памятниках такой процесс проходит сам собой. Длительное хранение (в течение ряда лет) зараженных мебельным точильщиком предметов при относительной влажности воздуха не превышающей 45%, приводит к гибели популяции вредителя. Сухой микроклимат, характерный в зимний период для помещений с центральным отоплением, является фак-

тором, лимитирующим численность мебельного точильщика. С другой стороны, для целого ряда видов точильщиков необходим для нормального развития период с пониженной температурой. При содержании культур северного, домового и красноногого точильщиков, И. Н. Тоскиной было показано, что отсутствие "зимовки" у этих видов в течении трех сезонов приводит к гибели этих культур. То есть, не поместив зараженные этими видами точильщиков куски древесины в холодные условия, имитирующие зиму, оставив их в комнатных условиях, мы уничтожаем личинок.

Для борьбы с кожедами и молями-кератофагами можно использовать механические способы уничтожения, применять высокие и низкие температуры.

Тщательная уборка помещений музеев с помощью пылесоса приводит к снижению численности личинок кожедов, обитающих в щелях паркета и т.д. Уборка пылесосом проводится не реже одного раза в десять дней. Собранные в мусоросборнике пыль и мусор должны быть уничтожены сразу же после завершения уборки. Механическая чистка зараженных гусеницами молей ковров, одежды и др., которой предшествует тщательный осмотр предмета, также весьма эффективна. Особенно эффективна механическая чистка шкур млекопитающих из естественно-исторических коллекций. Шкуры при этом чистятся щеткой, особые внимание уделяется краям и складкам. Места, в которых шерсть свалилась, разбираются руками и расчесываются расческой. Механическую чистку проводят в отдельном помещении, над куском белого полотна или бумаги. После окончания чистки мусор должен быть сожжен или обработан инсектицидами.

Обработка низкими температурами дает хорошие результаты при борьбе с молью и кожедами. Процедура вымораживания состоит в последовательном выдерживании зараженных материалов при отрицательных и положительных температурах. В течение 5-10 часов материалы должны находиться при температуре от -15 до -20°C, затем при положительной температуре не менее 10-12°C выше нуля. Смену таких циклов отрицательных и положительных температур следует проводить не менее 3-х раз. Длительность выдерживания при отрицательных температурах зависит от свойств материалов: изделия из войлока, шкуры с густым волосяным покровом надо держать при отрицательной температуре не менее 10-12 часов. Описанный режим вымораживания приводит к гибели насекомых на всех стадиях развития. Показано, что при последовательном чередовании отрицательной и положительной температуры яйца и питающиеся личинки кожедов погибают в течение суток. Низкие положительные температуры 5-10°C препятствуют развитию молей, что используют при хранении пушнины. Темпе-

ратура ниже +3°C губительна для кожедов на всех стадиях развития: насекомые впадают в холодовое оцепенение, не питаются и гибнут от истощения.

Обработка высокими температурами основана на особенностях физиологии насекомых. Подавляющее большинство из них не выдерживает температур выше + 60°C. Если зараженный материал без риска его порчи, можно подвергать воздействию такой температуры, проводится дезинсекция воздухом, нагретым до +70-90°C. Время экспозиции - не менее одного часа, но зависит от особенностей материала. Для дезинсекции таким методом толстого фетра необходима экспозиция 2-4 часа.

#### *Химические способы борьбы.*

Химические методы основаны на применении органических и неорганических веществ, токсичных для вредных насекомых - инсектицидов. По химическому составу преобладающее число инсектицидов относится к органическим соединениям, среди которых основными являются: хлорорганические-, фосфорорганические соединения и синтетические пиретроиды. К хлорорганическим соединениям принадлежат вещества, в состав которых входит хлор. Их отличительной особенностью является большая стойкость во внешней среде. Для защиты коллекций используют ДДТ, пентахлорфенолят натрия, парадихлорбензол. Наиболее широко, вплоть до конца восьмидесятых годов, в СССР применяли фосфорорганические соединения, такие как ДДВФ или дихлофос, тетравинфос, фоксим, хлорофос и другие. Синтетические пиретроиды являются продуктами модификации хризантемовой кислоты, которая является основой пиретринов, содержащихся в порошке пиретрума - высушенных цветках далматской ромашки. В настоящее время большинство инсектицидных препаратов содержит синтетические пиретроиды. К сожалению, большинство соединений этого класса идентифицировано, синтезировано и запатентовано не у нас в стране. Это является одной из причин, по которым большинство препаратов на основе синтетических пиретроидов - импортные. Среди эффективных веществ этого класса можно назвать перметрин, дельтаметрин, циперметрин и некоторые другие.

По способу проникновения в организм и характеру действия можно выделить кишечные, контактные яды и фумиганты. Первые вызывают отравление насекомых, поступая в организм вместе с пищей. Инсектициды контактного действия губят насекомых при непосредственном контакте с ними, проникая через кожные покровы. Фумиганты убивают вредителей, поступая в организм через

дыхальца в виде газа или пара. Эта классификация условна, так как многие инсектициды одновременно оказывают различные виды воздействия на организм.

Нередко у насекомых вырабатывается в течение 7-20 поколений привыкание к тем или иным инсектицидам. Это явление получило название резистентности. Оно может проявляться настолько сильно, что применяемый ранее с успехом инсектицид может совершенно потерять свои токсические свойства в отношении вредителей. Чтобы предупредить или замедлить появление резистентных популяций, разрабатываются специальные схемы применения ряда инсектицидов из разных классов химических соединений, основывающиеся на их ротации.

Для характеристики инсектицидных препаратов используют следующие понятия и сокращения.

- Действующее вещество (д.в.) - биологически активное вещество в препарате, обладающее инсектицидными или другими защитными свойствами.

- ЛД 50 - средняя смертельная (летальная) доза препарата, при которой погибает 50% подопытных животных (мышей, крыс или кроликов). Выражается в мг на кг веса.

- Токсичность - способность вещества при определенных дозах вызывать нарушение жизнедеятельности организма, его отравление и гибель. По принятой в России классификации токсичности все инсектициды, испытанные при введении в желудок экспериментальным теплокровным животным, подразделяются на:

- особо токсичные (ЛД 50 до 50 мг/кг),
- высокотоксичные (ЛД 50 50-200 мг/кг),
- среднетоксичные (ЛД 50 - 200-1000 мг/кг),
- малотоксичные (ЛД более 1000 мг/кг).

- Норма расхода - количество инсектицида, расходуемое на обработку единицы площади помещения или материалов. Может рассчитываться по количеству действующего вещества.

Чувствительность различных семейств, родов и даже видов насекомых к одним и тем же инсектицидам может сильно варьировать. Среди кератинразрушающих насекомых особой устойчивостью к ядам контактного действия обладают кожееды.

Из условий внешней среды наибольшее влияние на токсичность инсектицидов оказывает температура. Длительность действия инсектицидов значительно уменьшается под влиянием повышенной влажности воздуха, солнечной радиации, если памятник под открытым небом: под воздействием ветра и осадков.

Все эти факторы следует учитывать при установлении нормы расхода и выбора концентрации инсектицидов для борьбы с конкретными видами вредителей.

### *Препартивные формы инсектицидов.*

В музейной практике применяют следующие формы препараторов: растворы в воде и в органических растворителях, концентраты эмульсий, дусты, аэрозоли и фумиганты.

Растворы инсектицидов, как правило, готовят для обработок в лабораторных условиях. Они являются незаменимыми и эффективными при обработке помещений, вспомогательных материалов.

Концентраты эмульсий - жидкые или пастообразные инсектициды, содержащие действующее вещество, растворитель, эмульгатор и смачиватель. Нередко в этой форме предлагаются синтетические пирстроиды, например К-Отрин.

Дусты - это порошки очень тонкого помола, представляющие собой смесь действующего вещества и наполнителя, в качестве которого нередко используют тальк, мел, силикагель и др.

Аэрозоли - дисперсные системы, состоящие из мелких твердых или жидких частиц в газовой среде. Жидкие дисперсные системы - туманы, а твердые - дымы.

### *Фумиганты - газообразные инсектициды.*

#### *Наиболее распространенные средства борьбы с насекомыми, вредящими в музеях.*

Фумигация зараженных предметов коллекции является универсальным средством борьбы со всеми видами насекомых, вредящих в музеях. Наиболее распространенными в России фумигантами являются бромистый метил, парадихлорбензол и ДДВФ (дихлофос). Учитывая, что бромистый метил относится к отравляющим веществам повышенной токсичности, не имеет цвета, запаха и др., работа с этим газом возможна только при наличии специальной подготовки на курсах, организованных при Карантинном надзоре РФ.

#### *Фумигация бромистым метилом.*

Есть определенное различие при обработке изделий из древесины и всех остальных. Фумигация предметов из древесины направлена, естественно, против точильщиков, усачей и древогрызцов. Она проводится в подготовленном помещении, исключающем утечку газа, или в специальной камере. При температуре 15-21°C произведение концентраций (не ниже 60 г/м<sup>2</sup>) на количество часов экспозиции, иначе называемое ПСКВ, должно

быть не менее 1300, при температуре больше 21°C - несколько меньше. Для надежности обработки ПСКВ не должно быть меньше 1170-1140. Например, чтобы ПСКВ было 1200, можно взять концентрацию 80 г/м<sup>2</sup> и проводить обработку в течение 15 часов (т.е. 80x15=1200). Ниже 15°C (выше нуля) обработка не проводится. Обработку темперной живописи следует проводить до реставрации или через 2-3 месяца после нее. Время проведения обработок - с февраля по октябрь (исключая период физиологического покоя точильщиков, который наблюдается с ноября по февраль). Бромистый метил должен быть чистым, т.е. без каких-либо добавок, например хлорпикрина. Толщина деревянных предметов не лимитирована.

Для борьбы с молью и кофеедами применяют следующие режимы обработок :

а) трое суток при 25 г/м<sup>3</sup> или б) двое суток при концентрации 60 г/м<sup>3</sup>. Время проведения обработок - любое, температура обработки не ниже 15°C.

#### Фумигация парадихлорбензолом (ПДБ).

Проводится в портативной дезкамере. Первоначальная навеска 1200 г/м<sup>3</sup>. Экспозиция: для уничтожения мебельного точильщика 4 недели при положительных температурах 21-22°C. Против молей и кофеедов: время обработки при температуре 14-19°C - 21 день, при 20-25°C - 10-12 дней, при 27-30°C - 7 дней. При температуре ниже 14°C ПДБ практически не действует на насекомых. Этим газом нельзя обрабатывать книги, где использованы пигменты с хромофором меди, акварели. Толщина предметов из древесины не должна быть более 1 см. Если доски сильно изъедены, то их толщина допускается до 3-х см. Обработка от древоразрушителей проводится в период с февраля по октябрь. После завершения обработки требуется длительное проветривание предметов (без принудительного газообмена - месяцев).

#### Фумигация газами ДДВФ, вапортрином и др.

Обычно препараты с соответствующими действующими веществами - таблетки или пластины, которые после вскрытия из упаковки начинают источать газ, помещают в закрытые шкафы, сундуки или витрины. Количество таблеток на объем пространства обычно указывается в прописи к препарату. Ограничением к применению ДДВФ или дихлофоса является его химическая активность - препараты с этим действующим веществом вызывают коррозию металлов.

#### Обработка растворами инсектицидов.

Растворы инсектицидов могут быть использованы против многих видов вредителей.

##### 1. Против точильщиков.

Применяют 5-10%-ный раствор ДДТ в ацетоне или этиловом спирте. Пропитка зараженных предметов осуществляется с помощью шприца или спринцовки через торцы и отверстия. Кистью промазываются остальные поверхности (кроме покрытых живописью). Обработку проводят до насыщения древесины препаратом. На одну икону площадью 0,25 м<sup>2</sup> и толщиной 2,5-3 см идет 200-500 мл раствора. Обработку проводят с февраля по август. Для борьбы с точильщиками холодных построек и усадями применяют 10%-ный раствор пентахлорфенолята натрия в ацетоне, до насыщения древесины. Ориентировочный расход: 850 мл на 1 м<sup>2</sup> площади. Обработка проводится в марте-апреле, обязательно в специальном костюме и в противогазе. Вещи, обработанные ПХФН, нельзя хранить в помещениях, где находятся рабочие места хранителей, а также экспонировать в течение двух лет после обработки.

##### 2. Против кофеедов, моли, сахарной чешуйницы, тараканов и др.

Для обработки помещений, вспомогательных материалов и музыкального оборудования применяют препараты "Аэроантимоль" и "Фоксид" на основе фоксимида, используют 0,001-0,1%-ные растворы синтетических пиретроидов: перметрина, дельтаметрина (препарат "К-Отрин"), циперметрина (препарат "Цимбуш") и др. Норма расхода препаратов - 25 мл/м<sup>2</sup>. При отсутствии вышеуказанных веществ используют 3-5%-ные водные растворы хлорофоса. Особо тщательно обрабатывают пол, стены на высоту до 30 см, щели между плинтусами и стеной, полки шкафов, подоконники. Противопоказания к применению: белый мех или шерсть желтейт при попадании на них растворов фоксимида ("Аэроантимоль", "Фоксид"). Хлорофос обладает сильным запахом, который выветривается в течение не менее 2-х недель, вызывает коррозию меди и бронзы.

##### Применение дустов.

Дусты на основе синтетических пиретроидов, борной кислоты или буры применяют при длительных экспозициях (не менее месяца) против ползающих насекомых. Норма расхода указана в прописях к препаратам. Дусты втирают в щели между дощечками паркета, между плинтусами и стеной, засыпают под стеллажи, радиаторы отопления и др.

До 1986 года в музейной практике применяли не более 25 веществ и препаратов с хорошо известными названиями. В течение последних пяти лет количество препаратов, разрешенных к применению Госсанэпиднадзором РФ, увеличилось на порядок. Среди них есть значительное количество таких, которые имеют противопоказания к применению в музеях. В настоящее время при ГосНИИ реставрации создана Комиссия по регламентации применения пестицидов в музеях, где можно получить информацию о возможностях применения и свойствах того или иного препарата.

#### Организация и проведение дезобработок в музеях.

В случае начального заражения коллекции вредными насекомыми можно ограничиться локальными мерами: часто достаточно изолировать зараженный предмет, обработать его в изоляторе тем или иным способом, а также параллельно обработать фондохранилище, где он находился. В случае вспышки массового размножения насекомых необходимо применение всего комплекса истребительных мероприятий, включающих обработку зараженных предметов, вспомогательных материалов, музейного оборудования и помещений. Следует помнить, что фумигация зараженных предметов при всей своей эффективности для всех видов насекомых, не гарантирует их защиту от повторного заражения, она не обеспечивает какую-либо длительность защитного действия. В связи с этим важно соблюдать принцип комплексности: одновременно с экспонатами или даже за несколько дней до обработки экспонатов целесообразно обработать помещение для предотвращения вторичного заражения музейных ценностей. Организация дезобработок может предусматривать проведение их силами специализированной службы биологического контроля при ГосНИИ реставрации.

Хранение инсектицидных препаратов и меры предосторожности при работе с ними.

Инсектицидные препараты хранят в специальных сухих помещениях - складах, оборудованных приточно-вытяжной вентиляцией. Недопустимо хранение фосфорорганических препаратов в помещениях, где находятся хлорактивные соединения (хлорная известь, хлорамин и др.).

Все инсектициды, включая малотоксичные синтетические пиретроиды, небезопасны для человека. Для лиц, работающих с ними, проводят ежегодно специальный инструктаж и получают с них подпись об ознакомлении с правилами работы. Лица, проводящие дезинсекцию, обязаны пользоваться спецодеждой. Для защиты органов дыхания применяют респираторы РУ-60 М или другие с противогазовым патроном марки "А". Лица, курирующие обработку со стороны музея, также должны соблюдать эти условия.

#### Литература.

1. Биологические вредители музейных художественных ценностей и борьба с ними. Методические рекомендации. (Сост.: Зайцева Г.А., Пророгова И.Н., Сердюкова И.П., Тоскина И.Н.). - М., 1991. - 86 с.
2. Биоповреждения памятников искусства и методы борьбы с ними // Реставрация памятников истории и культуры. Обзорн. информ. - М., 1988. - Вып.2. - 33 с.
3. Воронцов А.И. Насекомые - разрушители древесины. - М.: Лесная промышленность, 1981. - 179 с.
4. Дворяншина З.П. Защита библиотечных ценностей от воздействия окружающей среды. Методические рекомендации. - М., 1986. - 43 с.
5. Загуляев А.К. Моли - вредители меха, шерсти и борьба с ними. - М.-Л.: из-во АН СССР, 1958. - 196 с.
6. Катаев О.А. Насекомые - вредители изделий из древесины и некоторых недревесных материалов. Учеб.пос. - Ленинград: ЛТА, 1982. - 72 с.
7. Научные методы музейного хранения (Биоповреждения музейных экспонатов) // Реставрация, исследование и хранение музейных художественных ценностей. Обзорн.информ. - М., 1978. - 51 с.
8. Россолимо О.Л., Павлинов И.Я., Зайцева Г.А. Териологические коллекции Советского Союза. Принципы и методы хранения. -М.: изд-во Моск.ун-та, 1986. - 157 с.
9. Тоскина И.Н. Биологические повреждения живописи и методы их предупреждения. Насекомые // Технология, исследование и хранение произведений станковой и настенной живописи. - М.: Изобразительное искусство, 1987. - С. 308-320.

#### СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
1	
МИКРОКЛИМАТ МУЗЕЙНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ	9
Введение.....	
1. Влияние климатических факторов на сохранность материалов музейных коллекций .....	12
2. Изменения музейных экспонатов под воздействием температурно-влажностных условий.....	14
3. Характеристика зданий, используемых под музей.....	18
4. Температурно-влажностный режим в музеях.....	23
5. Анализ технических средств обеспечения микроклимата в музеях.....	28
6. Параметры внутреннего микроклимата при комплексном экспонировании и хранении музейных коллекций.....	32
7. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха в музеях..	36
8. Естественное проветривание музейных помещений.....	43
9. Измерительные приборы.....	47
Литература .....	52

СПОСОБЫ СОЗДАНИЯ СВЕТОВОГО РЕЖИМА В МУЗЕЯХ И  
РЕСТАВРАЦИОННЫХ МАСТЕРСКИХ

<i>1. Освещение музейных коллекций с защитой экспонатов от действия света</i> .....	55
<i>2. Средства освещения и светозащиты музеев.</i> .....	74
<i>3. Построение систем освещения с обеспечением норм хранения и экспонирования.</i> .....	118
<i>4. Освещение реставрационных мастерских.</i> .....	122
<i>5. Условия выполнения киносъёмок с соблюдением требований сохранности музейных коллекций.</i> .....	132
<i>Литература</i> .....	136

АГРЕССИВНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ ВОЗДУХА И ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА  
МУЗЕЙНЫХ ВИТРИН

<i>Введение</i> .....	139
<i>1. Влияние воздействий окружающей среды на сохранность музейных предметов.</i> .....	140
<i>2. Витрины общего назначения.</i> .....	147
<i>3. Способ создания необходимой газовой среды с помощью мембранный технологии.</i> .....	157
<i>4. Новый способ экспонирования и хранения музейных предметов в инертной газовой среде.</i> .....	160
<i>Литература</i> .....	160

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ВРЕДИТЕЛИ МУЗЕЙНЫХ КОЛЛЕКЦИЙ

<i>Обеспечение микологической безопасности музейных коллекций.</i> .....	162
<i>1. Микроскопические грибы, повреждающие произведения искусства.</i> .....	162
<i>2. Профилактика повреждений микроскопическими грибами</i> .....	165
<i>Литература</i> .....	172
<i>Насекомые – вредители музейных коллекций и борьба с ними.</i> .....	173
<i>1. Основные группы насекомых-вредителей музейных коллекций.</i> .....	175
<i>2. Насекомые вредители древесины</i> .....	175
<i>3. Вредители шерстяного текстиля, меха, шелка, кожи, книг.</i> .....	178
<i>4. Вредители книг, документов и произведений живописи на бумажной основе</i> .....	185
<i>5. Методы борьбы с вредными насекомыми.</i> .....	196
<i>Литература</i> .....	203

Хранение музейных коллекций

Редактор С.Н.Бройтман

Корректор И.В.Баранова

Формат 60x90/16. Гарнитура таймс. Тираж 1000 экз. Объем 10 усл.п.л. 5130<sub>Ф</sub>

Типография Министерства культуры Российской Федерации  
Столешников пер. 2