

# Музей как объект светового дизайна

М.П. БЕЛЯКОВА<sup>1</sup>, К. ВИНКЕЛЬС<sup>1</sup>, А.Н. ТУРКИН<sup>2,3</sup>, \*Е.А. ФИЛИПЕНКО<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ООО «Светопроект», Москва

<sup>2</sup>Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

<sup>3</sup>НИУ «МЭИ», Москва

<sup>4</sup>ООО МСК «БЛ Групп», Москва

\*E-mail: fea@bl-g.ru

## Аннотация

Рассмотрена проблема светового дизайна современного музея не только как места хранения и демонстрации произведений искусства, но и как места проведения досуга и отдыха. Представлен обзор современных осветительных технологий, применяемых в музее, описаны преимущества внедрения светодиодного освещения в музеи, описаны основные вопросы и задачи, характерные для освещения экспонатов в музеях, и возможные методы и пути их решения при работе светодизайнеров.

**Ключевые слова:** современный музей, светодизайн, светодиоды, КЦТ, индекс цветопередачи (*CRI*), технология *tunable white* («изменяемый белый свет»), управления освещением

## 1. Введение

На первый взгляд, задача создания нового выставочного пространства кажется достаточно простой: руководство музея даёт команде из научных сотрудников, архитекторов, экспозиционных дизайнеров и специалистов в области светового дизайна точные кураторские идеи по строительству нового или реконструкции старого выставочного пространства, команда проекта на основе полученного задания создаёт концепт нового пространства, в котором все элементы взаимосвязаны. Но на практике всё оказывается намного сложнее. Постараемся рассмотреть эту проблему подробнее в данной статье.

## 2. Современные музеи: типы, аудитория, роль кураторов и сроков реализации проектов

Практика создания экспозиционных пространств характеризуется нетипичной для иных областей вариативностью: от медитативного «Белого куба», т.е. пространства, сохраняю-

щего для будущих поколений художественные произведения и исторические артефакты прошедших веков, до интерактивных экспозиций естественнонаучных и технических музеев, наполненных счастливыми детскими голосами, являющимися центром притяжения города и региона, в котором они располагаются.

Поэтому важно, прежде всего, ответить на вопрос: на какую аудиторию нацелена экспозиция? Это могут быть ценители художественных произведений, студенты профильных учебных заведений, семьи с детьми, поколение *selfie*.

Сегодня музей является не только и не столько пространством, сохраняющим и экспонирующим шедевры. Музей в современном мире может быть местом встречи с друзьями, семьёй, местом, в котором можно приятно провести вечер, посетить кафе и музейный магазин. Каждая группа посетителей предъявляет к музейному пространству свои пожелания и требования, и руководство современных музеев готовит новые экспозиции с учётом потребностей посетителей, на которых рассчитаны выставки.

Иными словами, получается меняющийся музей в меняющемся мире. Кураторы, которые ранее выполняли роль стражей культурных ценностей, изменили свой подход и для привле-

чения внимания к музею организуют ежегодно, а, при возможности, даже чаще сменные выставки с лекциями из других музеев.

Отсюда усиливается значение сроков реализации проекта, поскольку, чем дольше длится проект, тем больше риски...

И последнее, но не менее важное, с чем сталкиваются проектировщики и светодизайнеры в работе над длительными экспозиционными проектами – неожиданные изменения концептуальных решений, заложенных на ранних стадиях проекта. Технологии развиваются все быстрее и быстрее. Чем более длительным проектом занимаются специалисты, тем больше риск, что заложенные при проектировании световые решения к моменту его реализации устареют, поскольку технологии в светотехнике и смежных областях развиваются быстрее, чем реализуется проект. Вот несколько примеров со сроками реализации музейных проектов: восточное крыло главного штаба в Эрмитаже – проектирование началось в 2002 году, работы завершились в 2014. Новое здание Государственной Третьяковской галереи не открыто на момент написания статьи (2007–2022 гг.). Средние торговые ряды в музеях московского Кремля (2015 г.) не открыты на момент написания статьи. Вторая очередь музея космонавтики в Калуге создавалась в период 2013–2021 гг., музейный квартал ГМИИ им. А.С. Пушкина (2008 г.) не открыт, ожидается реализация к 2025 году.

## 3. Развитие технологий в освещении

За последние 10 лет произошли фундаментальные изменения в тех-

Рис. 1. Светильник с семью СД для освещения портрета Моны Лизы (2005 г.)



нологии экспозиционного освещения. На смену люминесцентным, галогенным и газоразрядным источникам света пришла технология светодиодного освещения [1]. Какую бы задачу не решал сейчас музей в области освещения, будь то замена существующих осветительных приборов или концептуальное изменение системы освещения экспозиционных пространств, светодиодные технологии будут главным выбором. В дополнение к фундаментальной смене технологий, само светодиодное освещение также постоянно развивается. В мире выпускаются в достаточном количестве СД с индексом цветопередачи *CRI* 90, 95, при этом технологии уже позволяют достигать *CRI* 98.

Особое внимание при освещении музейных экспонатов уделяется правильному отображению цветов, а именно индексу цветопередачи (*CRI*) [1–3]. Данная величина, по сути, отвечает за достоверность воспроизведения цветов освещаемых объектов [3]. Сегодня специалист, отвечающий за освещение в музее, должен использовать в своей работе не только калиброванный люксметр, применяемый для определения уровней освещённости экспонатов, но и спектрофотометр, поскольку спектральный состав излучения СД крайне вариативен [2]. В зависимости от спектрального состава, предполагаемое к использованию оборудование может иметь различную КЦТ, индекс цветопередачи, и, кроме того, оказывать разное воздействие на экспонаты [4, 5].

Однако, по мнению Карлы Вилкинс, старшего партнёра компании *Lichtvision* (Берлин, Германия), введённый ранее для ламповых источников света термин «индекс цветопередачи» достиг предела своей применимости.

Основываясь на новых исследованиях, наиболее содержательным и дифференцированным является метод цветных векторных диаграмм, соответствующий *IES TM-30-15* – новому стандарту, разработанному в 2015 году Североамериканским светотехническим обществом (*Illuminating engineering society of North America – IES*) [6, 7].

Имеющиеся данные приводят к дилемме, заключающейся в том, что использование любого источника света приносит собственную составляющую в восприятие освещаемого объ-

екта с одной стороны, с другой стороны, без освещения показ объекта невозможен в принципе.

Ярким примером качественной работы специалистов-светотехников можно считать осветительную установку портрета Моны Лизы в Лувре [2, 8, 9]. Уже в 2005 году в то время, когда значения индекса цветопередачи лучших образцов СД ещё не достигали *CRI* 90, специалистами была создана специальная система, построенная с использованием волоконно-оптического преобразователя и монохроматических СД (рис. 1), с помощью которой при смешении индекс цветопередачи достигал значений выше *CRI* 95.

Кроме этого, внимания заслуживает длинный путь – от применения циркадного освещения до возможности регулировки КЦТ (от тёплого белого до холодного белого цвета) систем освещения (*tunable white*) – в музеях. Теория циркадного освещения базируется на биологическом циркадном ритме самочувствия человека [10, 11]. Циркадный ритм был впервые описан биологом Францом Хальбергом в 1959 году и описывает биологическую адаптацию форм жизни к естественному освещению, имеющему 24-часовой ритм [12, 13]. Циркадно-подстраиваемое освещение – освещение, изменяющее КЦТ и яркость в течение дня в соответствии с параметрами солнечного излучения. Это была попытка создать комфортное для человека освещение, не зависящее от погодных условий, сезонности и с возможностью применения в закрытых пространствах без естественного света.

В 2017–2018 годах было проведено исследование *human centric lighting* в офисе компании *CBRE* (Амстердам) [11]. Были собраны более 120000 данных о 124 сотрудниках, результат исследования показал, что количество ошибок в работе снизилось на 12 %, общая производительность труда выросла на 18 %, 76 % сотрудников сказали, что чувствуют себя счастливее, чем раньше, 50 % сотрудников посчитали, что их самочувствие улучшилось.

Технология *tunable white* на сегодняшний день является передовым решением в освещении офисов, больниц, учебных заведений и, возможно, в иных объектах. Это также новая тема в освещении городских пространств. В некоторых странах уличное освещение, реализованное на СД первого поколения с КЦТ 4000 К, уже сейчас модернизируют с учётом принципов *tunable white* – изменяя в зависимости от времени КЦТ и яркость источников света.

Можно сказать, что в настоящее время технология *tunable white* добралась до освещения музейных пространств. В течение последних 4–5 лет мировое сообщество обсуждает технологию *tunable white* и возможность её использования в музейном освещении [14]. Восприятие объекта, освещаемого источниками света с различными КЦТ, меняется по причине взаимодействия материала, из которого создан объект со спектром падающего на него излучения [14], т.е. используя технологию *tunable white*, можно для каждого экспоната подобрать максимально соответствующую КЦТ (рис. 2). К примеру, Рембрандт создавал свои ше-



Рис. 2. Пример использования технологии *tunable white* в освещении картин: слева КЦТ около 3000 К, справа – около 4000 К

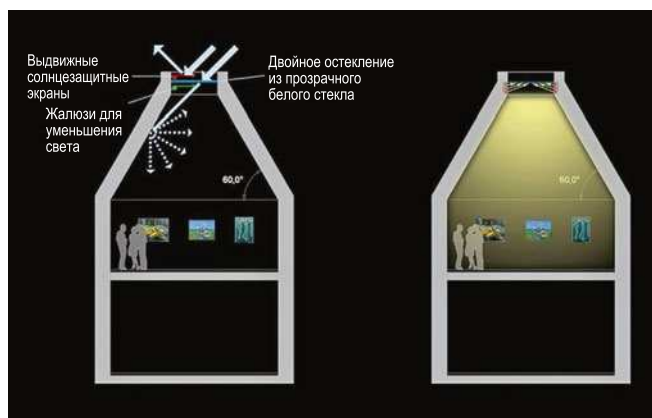


Рис. 3. Использование контролируемого естественного освещения

девро при свечах, что соответствует КЦТ значительно ниже 2700 К. Пейзаж «Золотая осень» Исаака Левитана является выдающимся произведением, написанным при изменчивом естественном освещении (4000–6500 К). Все эти оттенки белого освещения могут быть с лёгкостью воспроизведены с помощью *tunable white* с подходящей технологией управления [14].

Целью применения технологии *tunable white* в музеях является как предоставление посетителям новых впечатлений, беспрецедентно нового восприятия известных полотен, так и получение обратной связи об их собственном видении о наиболее подходящей КЦТ. Из физиологических исследований восприятия мы знаем, что нет двух людей с абсолютно идентичным зрением, мозг каждого человека воспринимает видимое изображение по-своему.

В связи с этим возникает справедливый вопрос, какая КЦТ наиболее подходит для восприятия масляной живописи? А на него пусть ответит посетитель... Специалисты международной светотехнической корпорации «БЛ ГРУПП» и Всероссийского научно-исследовательского светотехнического института им. С.И. Вавилова в настоящий момент работают над вопросом изучения влияния различных КЦТ на восприятие масляной живописи. Готовится эксперимент по определению КЦТ, субъективно наиболее подходящей для освещения масляной живописи при постоянном уровне освещённости. Планируемый эксперимент основан на методе экспертных оценок, широко применяемом в светотехнической отрасли, и использует статистические данные, полученные от большого количества участников — и специалистов и обычных посетителей музея.

#### 4. Управление освещением

Учитывая сказанное выше, стоит обратить внимание на ещё один важный вопрос — инструменты для управления освещением. В настоящее время такие инструменты становятся цифровыми. Светодизайнеры по всему миру воодушевлены новыми креативными возможностями, появившимися благодаря прогрессу [15]. Руководство музеев надеется на снижение операционных расходов.

С другой стороны, консерваторы, отвечающие за сохранность бесценных шедевров, настроены скептически. На волне распространения светодиодного освещения в 2013 году, различные медиа захлестнул заголовок: «Светодиодное освещение уничтожает предметы искусства!». По прошествии времени, данный постулат был опровергнут специальными исследованиями [4]. Сейчас специалисты пришли к выводу, что современные светодиодные источники тёплого белого света наносят меньше повреждений, чем традиционно используемые галогенные лампы накаливания и газоразрядные (люминесцентные) лампы.

В мае 2013 года состоялась церемония открытия нового здания *Lenbachhaus* в Мюнхене, спроектированного архитектурным бюро Фостера и партнёров в 2009–2013 годах. Световой дизайн был разработан бюро *Bamberger LLC*. Для освещения этого здания были использованы более 170000 светильников на основе СД 5 типов.

Вместе с расширением возможностей систем управления искусственным освещением, новые горизонты открываются на стыке использования естественного освещения и систем контроля/регулирования сол-

нечного света, таких как: электронно-управляемые жалюзи, световые фонари с контролируемой яркостью, метеостанции. При строительстве новых экспозиционных пространств за счёт использования современных компьютерных программ и результатов исследований можно увеличить использование естественного света при одновременном снижении его пагубного влияния на будущие экспонаты [14, 16]. В качестве примера стоит привести художественный музей *Ahrenschoop*, при строительстве которого светодизайнерское бюро *Licht Kunst Licht* под руководством Андреаса Шульца включилась в проект на ранней стадии. Поскольку художественный музей строился на деньги ассоциации художников, то бюджет на реализацию проекта был крайне ограничен. В результате для снижения регулярных затрат на электричество, светодизайнерами была предложена система специальных зенитных фонарей, пропускающих естественный свет, дополненная акцентирующим освещением (рис. 3).

Таким образом, использование светодиодного освещения, систем контроля уровней естественного света и систем управления позволяют сейчас находить решения, которые было трудно даже представить 10 лет назад.

#### 5. Заключение

Подводя итоги, стоит ещё раз обратить внимание на основные моменты, определяющие современный световой дизайн в музеях. Прежде всего, необходим учёт архитектурных особенностей здания, в котором располагается экспозиция. Кроме того, нужно соблюдать соответствие освещения действующим нормам, обеспечивать отсутствие нагрева и повреждения экспонатов. Также требуется обеспечить полноценное освещение помещений (в том числе аварийное и дежурное освещение), не диссонирующее с архитектурой и экспозицией, и полноценное освещение предметов, т.е. выделение экспозиции из окружающего пространства. Одновременно нельзя забывать про обеспечение композиционного замысла куратора и соответствие драматургии, и обращать внимание на учёт цифрового наполнения, поддерживающего экспозицию.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шахпаруянц А.Г., Розовский Е.И., Черняк А.Ш., Федорищев П.А. Светодиоды в музеях: новые возможности и проблемы // Светотехника. – 2018. – Спецвыпуск «Свет в музее». – С. 36–39.

2. Новаковский Л.Г. Освещение произведений живописи, графики, полиграфии, фотографии – проблемы и возможные решения // Светотехника. – 2018. – Спецвыпуск «Свет в музее». – С. 19–27.

3. Шанда Я. Что такое точность воспроизведения цвета в музейном освещении // Светотехника. – 2014. – № 5 – С. 23–27.

4. Баев С.С., Кузьмин В.Н., Томский К.А. Исследование воздействия оптического излучения на материалы музейных экспонатов и требования к измерительным приборам // Светотехника. – 2018. – Спецвыпуск «Свет в музее». – С. 50–55.

5. Койнов С.В., Ходырев Д.М. Музейное освещение – подход, пример и направление движения // Светотехника. – 2018. – Спецвыпуск «Свет в музее». – С. 65–70.

6. URL [https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/04/f30/tm-30\\_fact-sheet.pdf](https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/04/f30/tm-30_fact-sheet.pdf)

7. Биске К., Хартвиг У., Ширц К., Вильм А., Хорст К. ТМ-30-15 и общий индекс цветопередачи МКО  $R_a$ : исследование цветопередачи белых СД с люминофором // Светотехника. – 2018. – № 2. – С. 40–45.

8. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга и Г.В. Бооса. 4-е изд., полностью перераб. и доп. – М.: 2019. – 892 с.

9. Новаковский Л., Мира Ж.-П., Шанюссо Ж., Марти К., Кацуаки М. «Мона Лиза» в новом свете // Полупроводниковая светотехника. – 2013. – № 3. – С. 64–68.

10. URL <http://agi32.com/blog/tag/biologically-effective-lighting/>

11. URL <http://humancentriclighting.org>

12. Halberg, F. Some physiological and clinical aspects of 24-hour periodicity // J. Lancet (Minneapolis), 1953, Vol. 73, pp. 20–32.

13. Halberg, F. Chronobiology // Ann. Rev. Physiol., 1969, Vol. 31, pp. 675–725.

14. Аладов А.В., Закгейм А.Л., Черняков А.Е. Светодиодное музейное освещение: новые возвращение к естественному свету // Светотехника. – 2018. – Спецвыпуск «Свет в музее». – С. 56–61.

15. Аладов А.В., Валюхов В.П., Демин С.В., Закгейм А.Л., Черняков А.Е., Цацуньников А.Ф. Беспроводные сети управляемых энергоэффективных светодиодных источников освещения // Научно-технические ведомости СПбПУ, Физико-математические науки. – 2015. – № 1 (213). – С. 50–60.

16. Аладов А.В., Закгейм А.Л., Мизеров М.Н. О возможности применения ин-

теллектуальных светодиодных источников света для музейного освещения // Архитектура и строительные науки. – 2012. – № 2–3 (13–14). – С. 2–6.



**Белякова Маргарита Павловна**, инженер. Окончила Московский энергетический институт по специальности «Светотехника и источники света» (1976 г.). Главный специалист по световым решениям ООО «СветоПроект», член

Союза дизайнеров России. Область профессиональных интересов: проектирование архитектурного и ландшафтного освещения, внутреннего электрического освещения общественных объектов, освещения музеев, экспозиционного освещения



**Винкель Карстен**. Окончил факультет архитектуры и гражданского строительства Технического университета Дортмунда, а также Западногерманский институт прикладной светотехники. Арт-директор ООО «СветоПроект», Москва. Генеральный директор

компании WINKELS CONCEPTS, Дортмунд, Германия. Обладатель многих национальных и международных наград в области светотехники



**Туркин Андрей Николаевич**, кандидат физико-математических наук. Окончил МГУ им. М.В. Ломоносова (1995 г.). Доцент кафедры оптики, спектроскопии и физики наносистем

физического факультета ФГБОУ ВПО «МГУ им. М.В. Ломоносова». Доцент кафедры светотехники НИУ «МЭИ»



**Филипенко Евгений Андреевич**. Окончил Санкт-Петербургский государственный университет в 2007 г. Руководитель проектов в Департаменте проектного развития ООО МСК «БЛ Групп»

## Назревает кризис отходов от солнечных панелей

Австралийские исследователи предложили экономически эффективный способ переработки солнечных батарей, чтобы справиться с растущим объемом выводимых из эксплуатации высокотоксичных фотоэлектрических элементов.

В статье, опубликованной группой из Университета Нового Южного Уэльса в начале октября, исследователи описали процесс сбора и извлечения ценных материалов из солнечных батарей, чтобы проверить, насколько это технически, экономически и экологически целесообразно.

Процесс включает в себя сбор солнечных батарей, снятие с них алюминиевого каркаса, измельчение ячеек и использование электростатического разделения для сбора ценных материалов, включая серебро и медь, что также уменьшает вес панелей до 2–3 % от первоначального. Восстановленный материал затем отправляет непосредственно на перерабатывающий завод для очистки и переработки.

Д-р П. Диас, ведущий автор исследования, сказал, что оно показало возможность запуска небольшого предприятия, способного управляться 1000-ю тонн солнечных панелей в год. Это примерно эквивалентно 50000 панелей в год или около 4100 панелей в месяц.

«Этот метод не включает в себя использование никаких химических веществ, он не выделяет никаких загрязняющих веществ или опасных загрязнителей. Он производит пыль от дробления панелей, но там есть пылесборники», – сказал Диас.

На сегодня в Австралии очень мало возможностей для переработки солнечных батарей, когда срок их службы подходит к концу. Это считается все более актуальной проблемой, поскольку высокий уровень использования солнечной энергии на крышах и предложения по созданию крупномасштабных солнечных ферм означают, что всё большее количество панелей достигнет конца своего срока службы.

В отчёте Международного агентства по возобновляемым источникам энергии за 2016 г. было обнаружено, что крупные и ранние пользователи фотоэлектрической солнечной энергии могут ожидать наибольших объемов отходов от старых систем.

По прогнозам, к 2030 г. Австралия будет производить 0,145 млн тонн фотоэлектрических отходов в год, при этом в США ожидается в год 1 млн тонн, а в КНР – добрые 1,5 млн тонн.

hightech.fm  
16.10.2022