

Проблемы освещения храмов и их решения

Л. Г. НОВАКОВСКИЙ

ЗАО «ФАРОС-АЛЕФ»

E-mail: pharos-alef@yandex.ru

Аннотация

Рассмотрены проблемы интерьерного освещения храмов как культовых сооружений, имеющих значимую музейную ценность и выполняющих сценическую задачу службы. Установлен целый ряд возникающих в процессе проектирования противоречий. Предложены варианты решения задачи на основе современных светодиодных элементов и систем управления.

Ключевые слова: экспонаты, нормы освещённости, культовое сооружение, поликандило, паникадило, ультрафиолетовое излучение, инфракрасное излучение, КЦТ.

1. Интерьерное освещение

1.1. Проблемы

Освещение храмов, по существу, представляет собой синтез задач, характерных для создания трёх разных по назначению и оказываемому психофизиологическому воздействию световых сред:

— музея, поскольку в храмах собраны в виде фресок, икон, мозаичных панно уникальные произведения искусства, подвергаемые искусственному и естественному старению;

— драматургической, поскольку литургия представляет собой действие в чётко организованном визуально-акустическом пространстве;

— культового сооружения с каноническим видом световых приборов и специфическим расположением изобразительных объектов, осознание которых является неотъемлемой частью ритуала.

Сохранность живописных экспонатов музеев гарантируется нормами освещения [1–3]. В отличие от производственных, учебных и других помещений, где устанавливаются нижние допустимые показатели, для музеев определяются верхние границы норм, которые не должны превышать ни при каких условиях. Для каждого типа экспоната установлены свои уровни освещённости: — для тка-

ни, газетной бумаги и акварели освещённость не должна превышать 50 лк, — для живописи маслом — 150 лк, а для драгоценных металлов и камней — 500 лк. Кроме того, требуется исключить или свести к минимуму присутствие в освещении агрессивных УФ и ИК частей спектра излучения, так как первая оказывает прямое разрушительное действие, а вторая — косвенно способствует старению материалов, ускоряя химические реакции посредством увеличения температуры. Причём опасность УФ излучения усугубляется тем, что оно обладает так называемым кумулятивным эффектом, в силу чего уровень освещённости оказывается искусственно занижен и, как следствие, искажено восприятие работы.

Соблюдение норм очень строго отслеживается на всех уровнях во всех странах. При этом их воплощение в жизнь часто оказывается своего рода искусством возможного.

Но это музеи — сооружения большей частью спроектированные и выстроенные специально для демонстрации тех или иных объектов искусства. И обслуживаются эти учреждения в соответствии с их функциональным назначением.

Другое дело культовое сооружение: икона в храме, роспись колонн и потолка — это функциональная часть сооружения, имеющая вполне определённый сакральный смысл и предполагающая, в ряде случаев, непосредственное взаимодействие с воспринимающим его субъектом. При этом канон и особенности архитектурной традиции зачастую диктуют форму и размеры иконостаса, конфигурации фресок. Тем не менее, несмотря на кажущуюся унификацию решений в архитектуре, имеет место колоссальное разнообразие в реализации таких проектов. Кроме того, очевидно, нельзя, пользуясь одинаковыми приёмами, добиться хорошего освещения росписи купола и иконостаса, верхний ряд которого почти везде не виден. Поэтому освещение этих объектов — особое искусство,

тем более что в средствах архитектуры были весьма ограничены:

— паникадило — хорос или многоярусная люстра в центре храма,
— торшер — напольный светильник,
— поликандило, бра — настенный светильник с 7–12 источниками света (семисвечник или лампада) — по сути, весь арсенал архитекторов.

Довольно скудно для такого рода задач. При этом сохранность остаётся первостепенной проблемой, обязывающей учитывать особенности использования ламп накаливания в совокупности с «живым огнём» с большой долей ИК излучения, отсутствие обслуживания музейного уровня и др.

Очевидно, обеспечение сохранности экспонатов это всего лишь видимая и сегодня принципиально решаемая часть проблемы. Основная же проблема состоит в том, что каждое произведение искусства, будь то живопись, скульптура, фреска мозаика и т.п., уникальны. Они требуют при освещении индивидуального подхода [4], т.е. принципиально разных световых приборов, а в храме такой подход неприемлем, поскольку внешний вид приборов должен быть традиционным и имитировать освещение свечами, т.е. создавать ощущение живого огня (неопалимая купина и т.д.).

Другая серьёзная проблема — это засветки от внешнего естественного и внутреннего искусственного освещения, обусловленные «залаченностью» и остеклением подавляющего большинства работ, а также геометрическими соотношениями взаимного расположения источника освещения и освещаемого объекта.

Не менее важной является задача обеспечения равномерности распределения освещённости при разноудалённых от источников света объектах.

И, наконец, последняя проблема — обеспечение высокого качества цветопередачи при относительно низкой цветовой температуре. Из сказанного следует, что правильное освещение церковной изобразительной атрибутики, в большинстве случаев имеющих ценность произведений искусства, требует разрешения целого ряда противоречий:

— увеличение уровня освещённости до соответствующего уровню освещённости при написании работы (иконы, фрески, и т.п.), с условием абсолютной сохранности живопис-



Рис. 1. Хорос



Рис. 2. Каскадное паникадило



Рис. 3. Чашка

ного (культурного) слоя и традиционного канонического исполнения (внешнего вида) световых приборов;

- равномерная освещённость при относительно близком расположении источников излучения;

- относительно низкая коррелированная цветовая температура при максимально высоком качестве цветопередачи;

- устранение бликов от внешних источников при различных условиях экспозиции и традиционном расположении световых приборов;

- управление уровнем освещённости на освещаемом объекте в зависимости от уровня внешнего освещения;
- универсальность исполнения при относительно небольшой цене.

Анализ этих задач и противоречий с учётом современного уровня развития светодиодной техники освещения позволяет утверждать, что использование для построения световой среды музеев и культовых сооружений светодиодов позволяет обеспечить решение всех этих проблем [5, 6] благодаря следующим факторам:

- уменьшению эксплуатационных издержек за счёт снижения потребляемой мощности вследствие увеличения световой отдачи источников света; световая отдача современных светодиодов достигает уровня 80–140 лм/Вт, что в 5–10 раз больше, чем у обычных ламп накаливания, и почти в четыре раза больше, чем у галогенных, что, в свою очередь, при увеличенном в 1,5 раза общем световом потоке обеспечивает четырёхкратную экономию материальных ресурсов;

- повышению пожарной и эксплуатационной безопасности за счёт снижения питающего напряжения собственно световых приборов с 220 до 36 В, с гальванической развязкой от первичной цепи;

- повышению надёжности работы системы, за счёт обеспечения работоспособности системы в большом диапазоне входного напряжения: от 90 до 305В;

- увеличению ресурса работы системы и упрощению процесса обслуживания за счёт увеличения срока службы светодиодов, достигающего 50000–70 000 ч непрерывного горения, т.е. с учётом 20-часовой ежедневной эксплуатации это практически 10 лет беспрерывной работы, не требующей обслуживания;

- обеспечению высокой эффективности за счёт возможности управления как абсолютным значением освещённости путём регулирования параметров питания светодиодов, так и распределением освещённости, исключая необходимость использования дополнительных осветителей, т.е. – возможности адаптации освещения к архитектурным и функциональным особенностям храма, а также к особенностям росписи и икон храма.

Однако ни Сикстинская капелла, ни монастырь Санта-Мария-делла-Грацие уже давно не выполняют культовых функций. Это, по существу, – музеи, не требующие при их освещении новыми осветительными приборами сохранения канонического вида.

ООО «Фарос-Алеф» обладает богатым опытом в разработке новых световых приборов на основе светодиодов [7,8], включая специальные для освещения уникальных произведений искусства [9,10].

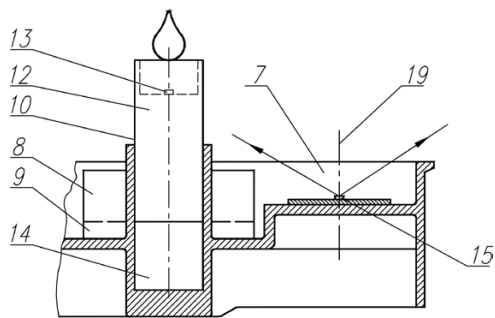
Достижение новых характеристик паникадила, естественно, потребовало изменения его конструкции. В данном случае следует подробно остановиться на способах достижения того или иного эффекта.

1.2. Способ решения задачи или краткое описание принципов построения конструкции паникадила

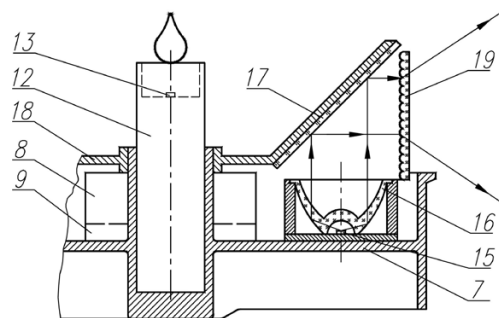
Предлагаемая конструкция паникадила [11] содержит (рис. 1 и рис. 2): корпус, с механизмом подвеса, и может быть выполнена в виде «хороса», как это показано на рис. 1, или «каскадной» люстры, показанной на рис. 2.

В любом случае механизм подвеса включает распределительный узел, в котором размещён основной источник питания (количество основных блоков питания, определяется количеством уровней размещения). Кроме того, световой прибор содержит световые блоки, показанные на рис. 3, включающие: опорный кронштейн 6, защитную чашку 7 (количество чашек 7 паникадила определяется площадью освещаемой поверхности при соответствующей мощности), в которой размещены дополнительный источник питания 8 с блоком управления 9, а также световые модули 10 и 11 (рис. 4).

При этом световой модуль 10, расположен в центре чашки 7, как это показано на рис. 4, и состоит из расположенного в верхней части матовой цилиндрической колбы 12 светодиода 13, имеющего по меньшей мере два кристалла, и автономного источника питания 14, включающего кристаллы светодиода 13 асинхронно, а световые модули, показанные на рис. 4 а, б содержат светодиоды 15, подключённые к источнику питания 8 и блоку управления 9. В другом конструктивном варианте (рис. 4б) световые модули содержат вторичную концентрирующую оптику 16 и преломляющий элемент 17, смонтированный на кронштейне 18, а также рассеиватель 19, который

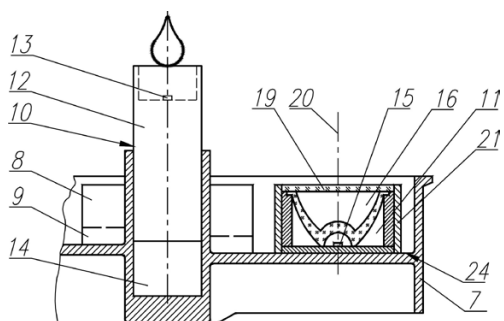


а)

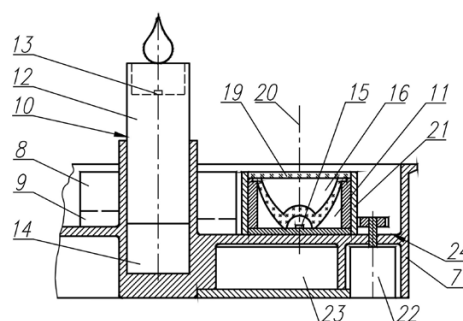


б)

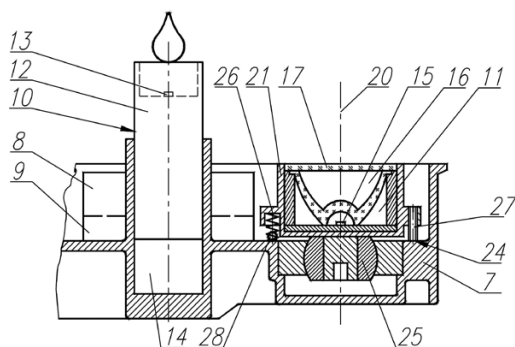
Рис. 4. Конструкция чашки: а) без преломляющего и рассеивающего элементов, б) с преломляющим и рассеивающим элементом



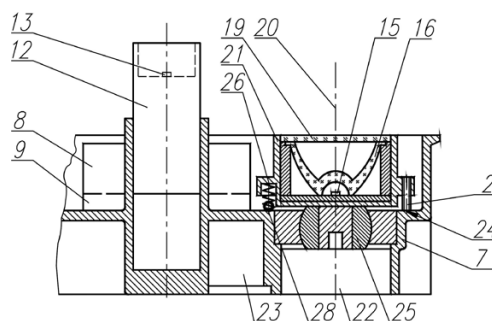
а)



б)



в)



г)

Рис. 5. Конструкция чашки с регулировкой светового пучка: а) ручная в одной плоскости, б) дистанционная в одной плоскости, в) ручная в двух плоскостях, г) дистанционная в двух плоскостях

может иметь разную преломляющую структуру.

В третьем конструктивном варианте, показанном на рис. 5, рассеиватель 19 также может иметь различные преломляющие элементы. В этом случае он может быть установлен на вторичной оптике 16 неподвижно или с возможностью поворота вокруг оптической оси 20, например, на оправке 21. Его можно вращать вручную, либо, как это показано на рис. 5, б, с помощью шагового привода, включающего собственно шаговый двигатель 22 и блок управления 23, с возможностью дистанционного воздействия.

В другом конструктивном варианте, показанном на рис. 5, в, и 5, г, световой модуль 11 может быть смон-

тирован на основании 24 чашки 7 на шаровом шарнире 25, обеспечивающем возможность ручного поворота светового модуля 11 в вертикальной плоскости за счёт упруго поджатой пружины 26 винтом 27 опоры 28, сохраняя при этом возможность поворота рассеивателя 19 вокруг оси 20 с помощью дистанционно управляемого шагового двигателя 22 и соответствующего блока управления 23.

При этом в обоих конструктивных исполнениях основание 23 чашки 7 является частью радиатора, который может быть выполнен как элемент декора.

В итоге реализация предлагаемой конструкции позволяет обеспечить возможность имитации мерцания

пламени. Использование светодиодов в данном случае позволяет добиться иллюзии мерцания свечи — за счёт использования, например, диодов с двумя или большим числом кристаллов при включении их в импульсном режиме с заданным фазовым сдвигом.

Возможность управления коррелированной цветовой температурой

Использование светодиодов различных цветовых оттенков белого в одном или в разных модулях позволяет при смешивании излучения на объекте добиваться различной коррелированной цветовой температуры,

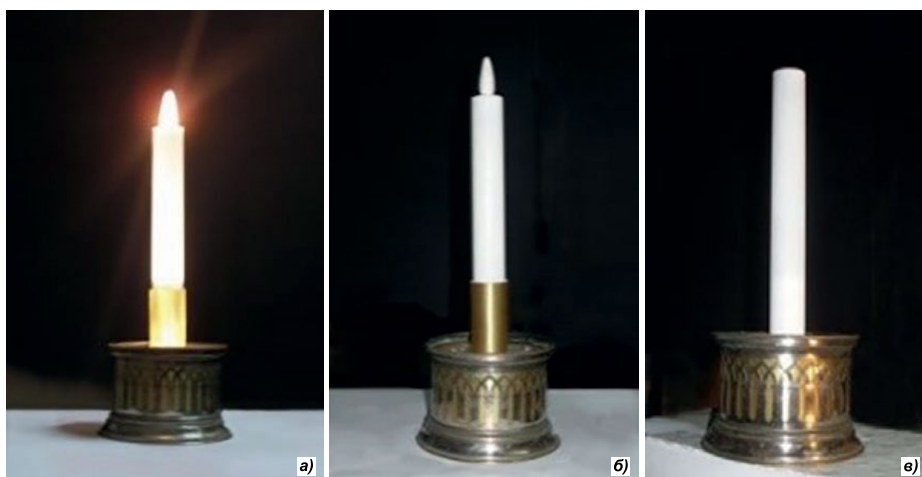


Рис. 6. Фрагмент паникадила: а) с включенным диодом имитирующим зажжённую свечу, б) с выключенным диодом без устранения муляжа пламени, в) с выключенным диодом с устранением муляжа пламени

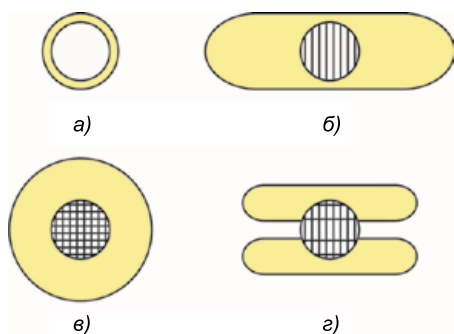


Рис. 8. Трансформация светового пучка на различных рассеивающих структурах



Рис. 7. Варианты рассеивающих структур конвертеров

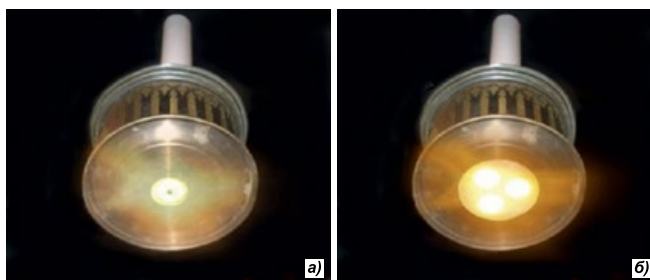


Рис. 9. Осветители встроенные в низ чашки рожка

обеспечивая необходимую для оптимального восприятия соответствующего объекта (росписи, иконы, лепнины, и т.п.) световую среду.

Возможность сохранения естественного внешнего вида свечи в нерабочем состоянии

Использование светодиода в качестве источника света имитирующего зажжённую свечу путём проекции излучения на полупрозрачную колбу, позволяет при выключении питания убирать колбу внутрь корпуса свечи с помощью привода, как это показано на рис. 6.

Возможность управления светораспределением

Это, пожалуй, главная особенность использования светодиодов. Однако, как уже указывалось, это требует некоторого пересмотра конструкции паникадила, содержащего несущую раму с элементами подвеса и смонтированные на ней подсвечник (держатель свечи) с чашкой для сбора воска или парафина. Понятно, что при использовании в качестве источника света ламп накаливания функция чашки потеряла свой первоначальный смысл и превратилась исключительно в декоративный элемент.

При использовании светодиодов чашка снова может нести функциональную нагрузку — корпуса для размещения светодиодов и конвертеров, концентрирующих и трансформирующих световой пучок за счёт выполнения на выходном торце рассеивающих элементов цилиндрического или призматического вида. Очевидно, что использование набора конвертеров с преломляющей оптикой и без неё при соответствующей ориентации конвертеров относительно заданных координат позволяет формировать практически любое светораспределение. Поэтому в зависимости от архитектурных, художественных и других особенностей храма, таких как наличие росписи, её место расположения, объём алтарной части, количество рядов икон в алтарной части, расстояние от росписных элементов собора до барабана или подвеса паникадила и др., модули имеют тот или иной тип рассеивателя и ориентацию относительно освещаемого объекта.

На рис. 7 показаны фрагменты конструкции паникадила, обеспечивающие заданный характер светораспределения, а на рис. 8 — распределение освещённости от каждого из используемых элементов, формирующих световой пучок:

- светодиод с конвертером без рассеивателя (рис. 8, а);
- светодиод с конвертером с цилиндрическими линзами (рис. 8, б);
- светодиод с конвертером со сферическим рассеивателем (рис. 8, в);
- светодиод с конвертером с призматическим рассеивателем (рис. 8, з).

Не менее важным объектом создаваемого освещения являются площади или участки площади (отдельные площадки) в основании Храма, т.е. на полу. Решение этой задачи также обеспечивается предлагаемым вариантом конструкции паникадила.

Достижение необходимого уровня освещённости в данном случае достигается за счёт светодиода с конвертером и соответствующим задаче рассеивателем, установленным в муляже каждой свечи излучателем вниз, как это показано на рис. 9, а, т.е. вниз будут работать столько светодиодов, сколько свечей в паникадиле, и каждый из них имеет мощность не менее 3 Вт.

В другом варианте конструкции, рис. 9, б, освещение вниз может быть достигнуто использованием

модуля, содержащего три светодиода мощностью 1 Вт каждый, вмонтированного в нижнюю плоскость (дно чашки рожка). Энергетически оба варианта одинаковы. Выбор варианта определяется из стилистических соображений.

Понятно, что оба варианта отличаются в лучшую сторону от традиционного использования в качестве источника света лампы накаливания, поскольку при использовании лампы мощностью 60 Вт, световой поток которой не превышает 660 лм, вниз идёт только четверть светового потока, т.е. 165 лм.

При этом оба предлагаемых варианта позволяют управлять создаваемым пространственным распределением света в зависимости от решаемой задачи освещения с помощью рассеивателя, выполненного на внешней поверхности конвертера, и соответствующего блока управления.

Таким образом, использование светодиодов в конструкции паникадила решает все поставленные задачи.

На рис. 10 показан эффект, достигаемый применением предлагаемого решения (по сравнению с традиционным освещением интерьеров храма).

2. Экстерьерное освещение

2.1. Анализ применяемых технических решений

Наряду с освещением интерьеров храма (иконостаса, отдельных икон, росписи, фресок, мозаичных панно, скульптур и т.п.) очень важным элементом представления храма является его внешнее освещение.

Очевидно, что уникальная архитектура храма, несущая в первую очередь сакральный смысл и отражающая его посвящение, требует и соответствующего освещения в тёмное время суток, сохраняющего его восприятие при естественном освещении. При этом понятно, что искусственное освещение позволяет подчеркнуть некоторые архитектурные особенности, но делать это необходимо очень деликатно, примером тому может служить архитектурное освещение ансамбля Свято-Данилова монастыря [13] и Храма Преподобного Сергия Радонежского в Волгограде [14].

К сожалению, сегодняшняя практика освещения зданий, в ряде слу-

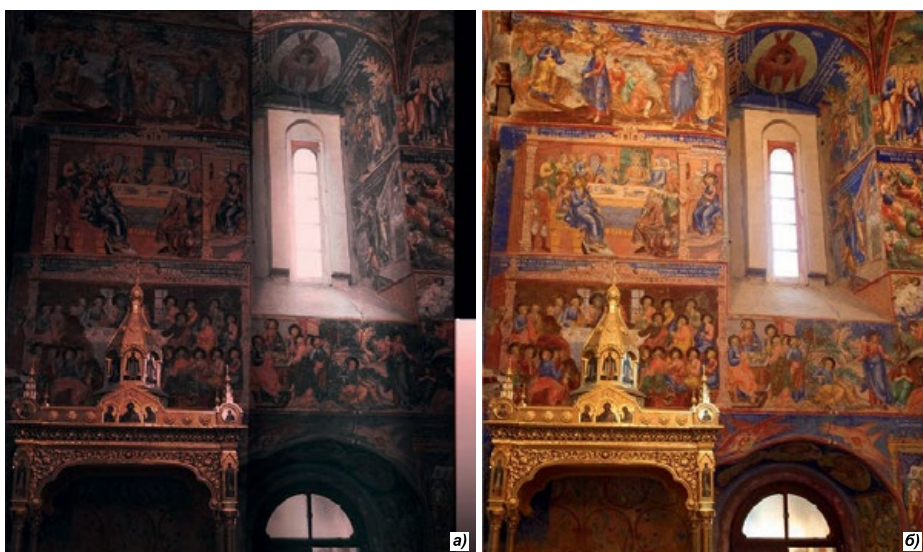


Рис. 10. Освещение храма «Троицы в Никитниках»: а) традиционным паникадиллом, б) по предлагаемому решению

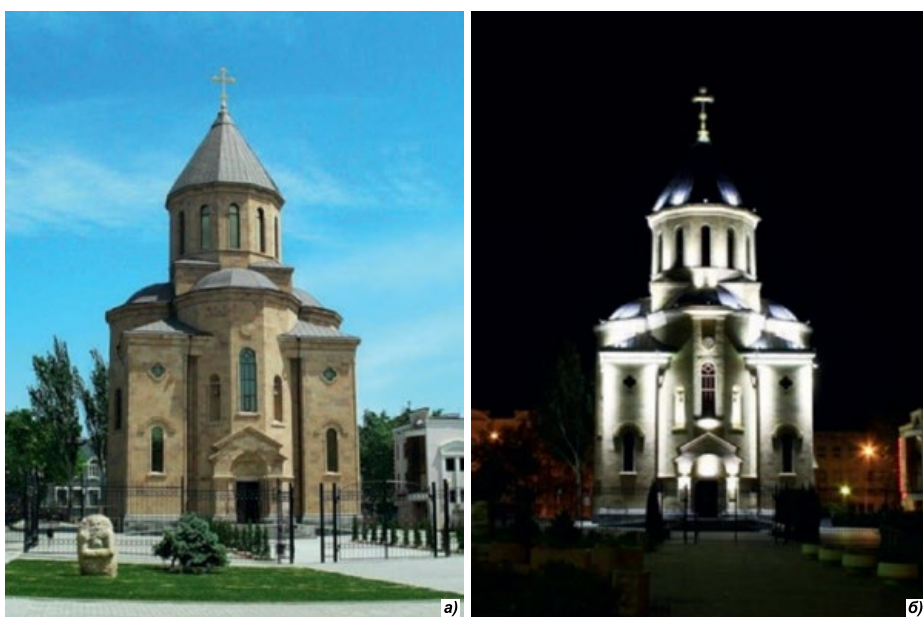


Рис. 11. Вид Армянской апостольской церкви: а) естественное освещение б) ночное освещение

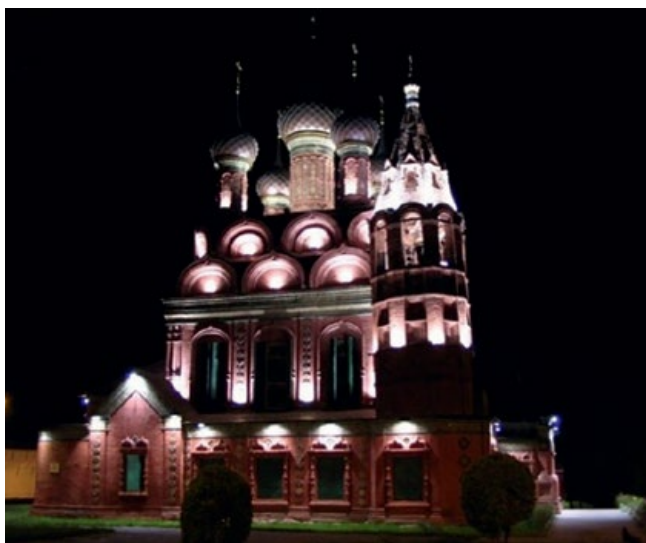


Рис. 12. Пример освещения церкви Богоявления

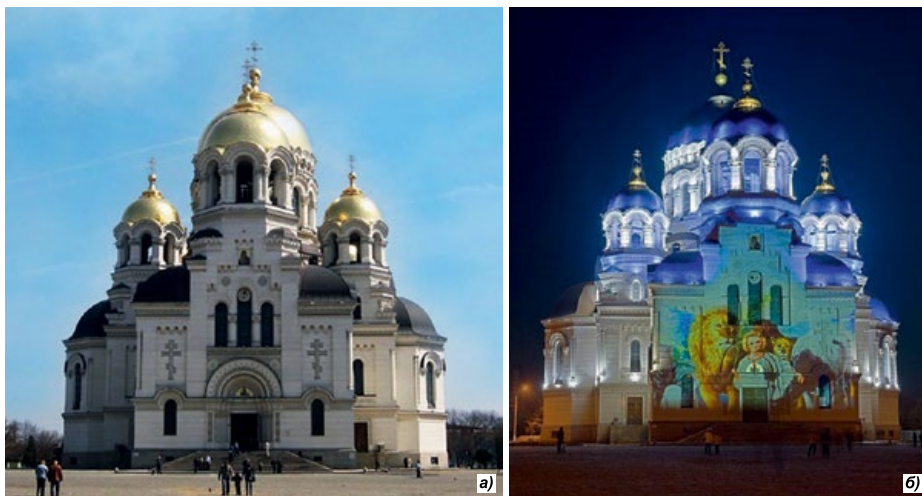


Рис. 13. Вид Свято-Вознесенского собора в Новочеркасске: а) естественное освещение б) ночное освещение

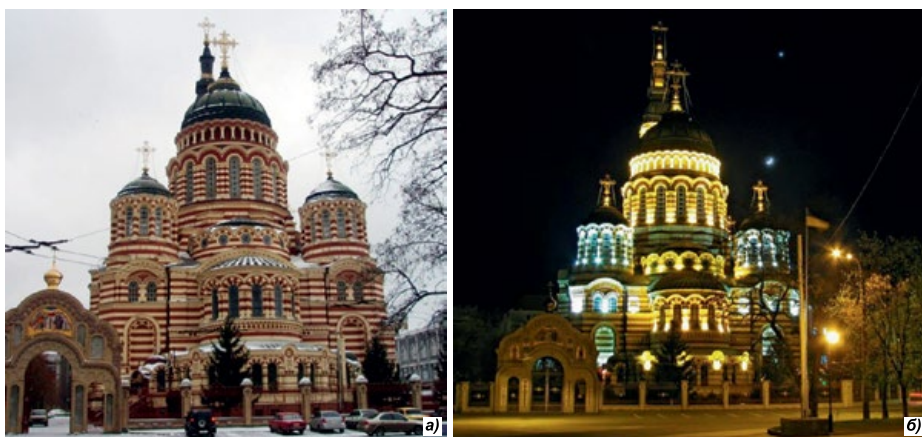


Рис. 14. Вид Богоявленского собора в Харькове: а) естественное освещение б) ночное освещение

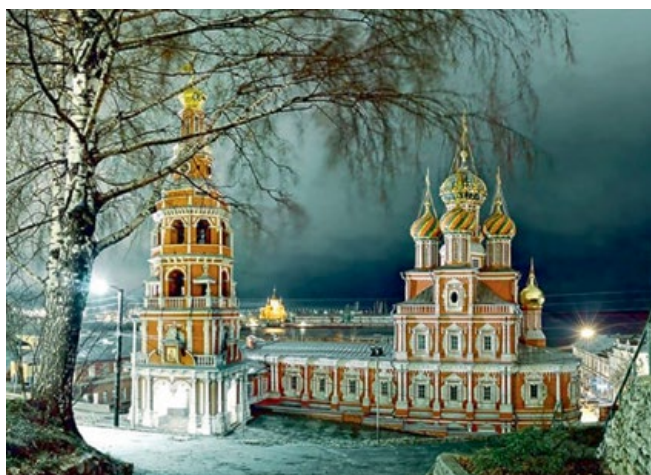


Рис. 15. Пример освещения Благовещенского монастыря Нижнего Новгорода

чаев весьма эффектная и вполне допустимая для светских объектов, переносится на освещение храмов, что не просто искажает восприятие, а полностью изменяет образ, например, делает его агрессивным, как это показано на рис. 11, или воспринимаемым лишь частично из-за точеч-

ного освещения (рис. 12), напрочь потерявшим форму или лубочно пёстрым (рис. 13), да ещё с меняющимся изображением, на фасаде Новочеркасского Свято-Вознесенского собора, или кружевным, как это сделано в Харькове при освещении церкви Богоявления редкого у нас визан-

тийского стиля, (рис. 14). Подобных примеров не счесть числа. У всех, как правило, два существенных недостатка:

- первый – стилистический, обусловленный желанием использовать стилистическую архитектурную экзотику для демонстрации возможностей современного светотехнического оборудования без учёта назначения объекта в сочетании с элементарным художественным невежеством, не скакать хуже – дурновкусьем;

- второй – технический, обусловленный неправильно выбранным для этих целей оборудованием и направлением освещения.

Здесь наиболее распространённая ошибка – это использование световых приборов прожекторного типа узконаправленного излучения, подчёркивающих контуры обводов, колонн, и т.п., установленных непосредственно на сооружении или его фрагментах. Например, отдельное освещение купола близко расположенными осветителями [15], ведущего к не оправданному искажению образа объекта, завышенному уровню освещённости на элементах сооружения и потере реального цветового восприятия в силу высокого цветового контраста, и, как следствие, зрительному дискомфорту.

Другая ошибка – это нижнее, относительно объекта, расположение осветителя, т.е. направленное вверх излучение, что при вполне качественном освещении объекта, (рис. 15), создаёт недопустимо высокий уровень яркости фона (неба), что по экологическим соображениям категорически запрещено международным стандартом «Black Sky». Не свободным от этого приёма оказываются даже лучшие образцы освещения храмов [16], хотя и сделано это предельно мягко.

2.2. Предлагаемый вариант решения задачи

Из сказанного следует, что внешнее освещение храма в тёмное время суток должно сохранять его восприятие при естественном дневном освещении, исключая любые засветки небесного свода и попадание излучения в глаза прихожан или просто прохожих.

Решение этой задачи возможно путём использования осветительных приборов проекторного типа достаточно высокой мощности до 40–60Вт,

расположенных на опорах (осветительных мачтах), размещённых вокруг храма вдоль пешеходных дорог, одновременно выполняющих функцию опор для их освещения, как это показано на рис. 16.

На этих опорах, расположенных по периметру храма (количество определяется периметром) на определённой высоте, обеспечивающей необходимый угол наклона, монтируются осветительные приборы, обеспечивающие освещение части строения, (рис. 16).

При этом площадь и форма сечения светового пучка должны полностью соответствовать с освещаемой поверхностью по площади и конфигурации, (рис. 16).

Конструкция таких световых приборов была разработана при выполнении проекта освещения «Джоконды» [2–5] и «Ники Самофракийской» в Лувре. Внешне прибор имеет вид, показанный на рис. 17.

Анализ представленной модели освещения храма показывает, что использование предлагаемого метода освещения позволяет сохранять зрительное восприятие объекта максимально близким к тому, что было заложено при проектировании.

Таким образом, система экстерьерного освещения храма должна содержать:

- адаптивный к уровню внешней освещённости уличный светодиодный мачтовый фонарь;
- специальный светодиодный проекторный осветитель;
- блок управления освещением.

2.3. Анализ составляющих компонентов системы

2.3.1. Специальный светодиодный проекторный осветитель

Основу таких световых приборов составляют: мощный светодиод, эллипсоидный отражатель, диафрагма, роль которой выполняет позитивное перевёрнутое изображение части храма, видимое из точки проекции излучения на освещаемый фрагмент храма и проекционную конденсорную линзу, а также автономный источник питания и выносной блок управления.

Особенность работы такого осветителя заключается в формировании изображения освещаемой поверхности и его последующего совмещения

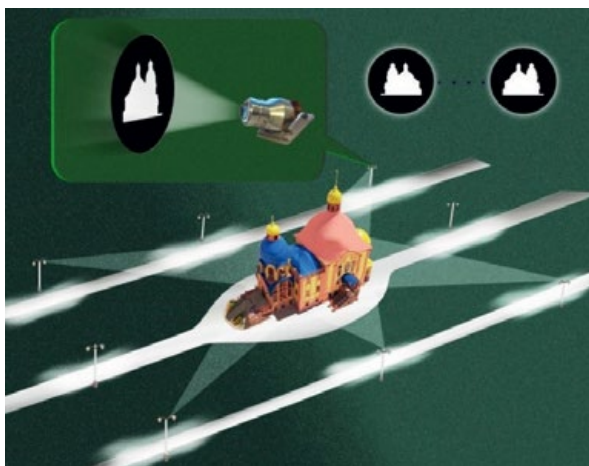


Рис. 16. Модель освещения храма проекционными световыми приборами



Рис. 17. Внешний вид прибора для освещения «Джоконды»

с обеспечением значительного уровня освещённости 30–40 лк на расстоянии не менее 15–20 м при относительно большого угла рассеяния сформированного светового пучка ($\pm 25-30^\circ$). При этом, учитывая необходимость точного совмещения освещаемой поверхности с её изображением, следует обеспечивать достаточно точную настройку прибора, используя вертикальное и горизонтальное перемещение и поворот вокруг оптической оси.

2.3.2. Блок управления освещением

Как уже отмечалось, светильники, как для освещения дороги к храму, так и самого храма, опционально могут быть укомплектованы датчиками освещённости для автоматического включения/выключения при заходе/восходе солнца. Однако в данном случае целесообразно иметь для системы один единый блок управления, обеспечивающий не только адаптивную работу системы соответственно уровню внешнего освещения, но и обеспечивать режим работы системы по заданному алгоритму. Для реализации этой задачи система снабжена специальным блоком управления освещением. Внешний вид такого блока показан на рис. 18.



Рис. 18. Внешний вид блока управления

2.4. Освещение куполов и конфессиональных символов

Особое место в освещении храма занимает освещение куполов и конфессиональных символов. И если освещение куполов как монохромных, полихромных так и позолоченных, т.е. с большим коэффициентом отражения вполне укладывается в описанную в этой работе схему проекционного освещения через соответствующую форме объекта диафрагму, объединённую с другими элементами объекта, то освещение конфессиональных символов (креста, полумесяца, магендовида и т.п.), в силу их особой ориентации по сторонам света, требует отдельно установленных и соответствующим образом сориентированных осветителей. Причём, поскольку эти элементы, как правило, позолочены, и имеют высокий коэффициент отражения, их освещение, чтобы уравновесить возникающие блики, необходимо осуществлять с двух направлений каждой стороны символа. Интересным представляется также освещение этих символов изнутри, но в этом случае они должны иметь другую конструкцию и быть выполнены из других материалов. Насколько возможен такой отход от традиции, покажет время, но это уже другая работа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кеслер М. Ю. «Свет в архитектуре православного храма» // Светотехника. — 1995 г. — № 4–5. — С. 37–39.
2. Рекомендации по проектированию искусственного освещения. М. 1988 г.
3. СНиП 23–05–05 Естественное и искусственное освещение.
4. СН 4557–88 Санитарные нормы и правила ультрафиолетового излучения в производственных помещениях.
5. Аймат Р. Ф., Арана Ф. С., Пуйол Ж. Р., Сандовал, Х. Д. Новая методология выбора спектрального распределения источников света и их конструкции для использования в музеях с целью правильной экспозиции и сохранения произведений искусства // Светотехника. — 2015 — № 3. — С. 49–52.
6. Освещение Сикстинской капеллы. Highlymodern LED lighting for the Sistine Chapel. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=WpFV2Hs7rM>.
7. Новое освещение фрески Леонардо да Винчи «Тайная вечеря» на стене монастыря. URL: www.k-to (19.05.2015).
8. Аллаш Е. Х., Варга Д. С., Новаковский Л. Г. Модернизация световых приборов подвижного состава метрополитена // Светотехника. — 2014 — № 3. — С. 22–26.
9. Новаковский Л. Г., Королева Ю. Е., Мирас Ж.-П. Устройство формирования светораспределения. Патент РФ № 2283986.
10. Новаковский Л. Г., Фонтунанон М., Мирас Ж.-П. Освещение «Моны Лизы» — новые световые решения // Светотехника. — 2005. — № 5. — С. 28–33.
11. Новаковский Л. Г., Фонтунанон М., Мирас Ж.-П., и др. «Мона Лиза» в новом свете // Полупроводниковая светотехника. — 2013. — № 4.
12. Новаковский Л. Г., Аллаш Е. Х., Мирас Ж.-П. Световой прибор для формирования светового пучка. Патент на полезную модель № 159921.
13. Лукина Т. О., Пятигорский В. М. «Архитектурное освещение Свято-Данилова монастыря» // Светотехника. — 1997. — № 4. — С. 2–7.
14. Бурцева Н. Б., Судаков С. В., Черняк А. Ш. Архитектурное освещение Храма Преподобного Сергия Радонежского в г. Волгоград // Светотехника — 2002. — № 4. — С. 10–11.
15. Каратуев А. М., Максимов С. В. Архитектурное освещение Софийского собора в г. Пушкине // Светотехника. — 1999. — № 4. — С. 17–19.
16. Нарбони Р. Освещение западного фасада Собора Парижской богородицы // Светотехника. — 2004. — № 3. — С. 12–15.



**Новаковский
Леонид Григорьевич**, кандидат
техн. наук. Окончил
в 1969 г. МАМИ. Ди-
ректор ЗАО «ФА-
РОС-АЛЕФ»