

Оглавление

Оглавление	1
Введение.....	3
Глава 1 Наружное освещение как инструмент создания вечернего облика здания	5
1.1 История развития освещения в Томске	5
1.2 Анализ архитектурного освещения исторических и современных зданий и сооружений.	8
Глава 2 Внедрение цветодинамической подсветки в наружном освещении...	13
2.1 Цветодинамическое освещение	13
2.2 Примеры и зарубежный опыт цветодинамического освещения.....	15
Глава 3 Проектирования дизайн-проекта освещения	22
ТРЦ «Изумрудный город»	22
3.1 Возможности реализации цветодинамического освещения.....	22
3.2 Реализация цветодинамического освещения ТРЦ «Изумрудный город»..	24
Заключение	36
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	38
Приложение А	40
(справочное).....	40
Белый линейный светодиодный модуль.....	40
Приложение Б.....	41
(справочное).....	41
Многоцветный RGB светодиодный модуль.....	41
Приложение В	42
(справочное).....	42
RGBW светодиодный прожектор.....	42
Приложение Г	43
(справочное).....	43
RGB светодиодный прожектор.....	43
Приложение Д	44

(справочное).....	44
Светотехнический расчет поверхностей при освещении белым светодиодным модулем.	44
Приложение Е.....	45
(справочное).....	45
Светотехнический расчет поверхностей при освещении белым светодиодным модулем с применением светофильтров	45
Приложение Ж.....	46
(справочное).....	46
Светотехнический расчет поверхностей при освещении RGB светодиодным модулем.....	46
Приложение К	47
(справочное).....	47
Данные компоновки белых светодиодных модулей без светофильтров и со светофильтрами.....	47
Приложение Л	48
(справочное).....	48
Данные компоновки белых светодиодных модулей со светофильтрами	48
Приложение М.....	49
(справочное).....	49
Данные компоновки многоцветных (RGB) светодиодных модулей	49

Введение

В современном мире торговые развлекательные центры (ТРЦ) приобретают всё большее значение, поскольку помимо основной своей функции становятся самым доступным местом для семейного досуга и отдыха. Сегодня популярным местом для горожан в Томске является ТРЦ «Изумрудный город».

Торгово-развлекательный центр «Изумрудный город» – является самым крупным торговым центром Томска европейского уровня с новой качественной торгово-технологической концепцией. Центр расположен на крупной транспортной магистрали – Комсомольский проспект. Общая площадь торгового центра составляет 42345 м². Особенностью объекта является его многофункциональность. Помимо торговых площадей, комплекс включает в себя гипермаркет, фудкорт, кинозалы, кафе, рестораны, административные помещения, а также автомобильную парковку на 750 мест.

Название торгового центра выбрано не случайно. Именно в Томске писатель Александр Волков занимался переводом книги Фрэнка Баума «Удивительный волшебник из страны Оз». Девелопер проекта – компания «Альфа Недвижимость», входящая в ГК «ЛАМА», решила использовать этот факт. Разработкой брендинга проекта занималась британская компания SCG London, брокеридж ТРЦ осуществляет международная консалтинговая компания Colliers International. Девелопер проекта использует ассоциации с «Волшебником Изумрудного города» во внешнем и внутреннем оформлении ТРЦ и входной группы. В частности, на пешеходной площади перед ТРЦ «Изумрудный город» установлена скульптурная композиция героев книги, изготовленная словацким скульптором Мартином Пала. К входу в ТРЦ от скульптуры ведет «дорога из желтого кирпича», в оформлении фасадов и внутренней навигации использованы цвета и элементы дизайна, ассоциирующиеся с «Изумрудным городом».

Предпринимателям хорошо известно, что чем интереснее окажется идея концепции торгового центра, тем больше посетителей в него придут. Поэтому

грамотно спланированное освещение как внутри здания, так и снаружи, играет важную роль в развитии ТРЦ. В настоящее время эта проблема успешно решается с использованием различных световых приёмов освещения.

Качественное освещение поднимает настроение и улучшает самочувствие, даёт чувство безопасности и помогает ориентироваться в темное время суток. Иными словами, фасад торгового центра – это его визитная карточка. Современные города живут полной жизнью днём и ночью, поэтому вечерний образ зданий приобретает особое значение. Помимо эстетической составляющей и той огромной роли, которую освещённые фасады играют в формировании ночного образа города, наружная архитектурная подсветка торгового центра в первую очередь является маркетинговым фактором, привлекая посетителей и поднимая престиж ТРЦ. Варианты освещения могут быть столь же разнообразными, как и архитектура здания.

Актуальным решением оформления фасада здания является использование надёжных и экономичных светодиодных приборов в сочетании с интеллектуальными системами управления, которые позволяют создавать яркие цветодинамические образы.

Цель работы: Анализ существующих решений архитектурной подсветки торговых комплексов, создание 3D модели ТРЦ «Изумрудный город» в программной среде DIALux и разработка дизайн-проекта цветодинамического освещения.

Для достижения цели необходимо было выполнить следующие задачи:

1. Работа с чертежами ТРЦ «Изумрудный город» и построение 3D модели в программной среде DIALux.
2. Анализ расчетных результатов СП со светофильтрами и RGB.
3. Разработка цветодинамического освещения.

Предметом исследования являются приемы архитектурного освещения.

Объектом исследования является торговый центр «Изумрудный город».

Глава 1 Наружное освещение как инструмент создания вечернего облика здания

1.1 История развития освещения в Томске

Архитектурное освещение отражает уровень благоустройства города, обеспечивает видимость, комфорт и безопасность в темное время суток, а также создает неповторимый облик здания, который позволяет подчеркнуть достоинства и спрятать недостатки.

В наше время освещение зданий – это неотъемлемая часть архитектурной среды города. Но если вернуться в прошлое, примерно на сто лет назад, можно увидеть, что единственным способом освещения являлись фонари. До конца XIX века в городе Томск фонари были установлены только у некоторых частных домов. Система освещения развивалась очень медленно из-за высокой стоимости и малой эффективности световых приборов. В основном использовались керосиновые и керосинокалильные лампы. Масляные фонари давали довольно слабый свет, а газовые отличались дороговизной и коротким сроком службы.

В Томске в конце XIX века в первую очередь внимание уделялось уличному освещению (УО), чтобы обеспечить безопасность в вечернее и ночное время суток. Изначально, для освещения улиц использовалась сетка фонарей Галкина, которая работала от 100 до 150 часов, и то в благоприятных климатических условиях. При сильном ветре фонари гасли, на крепком морозе, вследствие охлаждения газа, сила света уменьшалась. Самыми удобными и эффективными считались электрические фонари, которые стали появляться в регионе с конца XIX века [1].

Первое УО в г.Томске датируется 1832 годом. 7 марта в 1832 году Томская городская дума постановила устроить 89 керосиновых фонарей для освещения города. Данные фонари появились на трактовой дороге от Московского до Иркутского шлагбаумов [2]. Фонари работали в весенне-осенний период, когда дороги становились непроходимыми либо

труднопроходимыми и только в безлунные ночи. В конце 1850-х гг. «дорога от домов Сосулиных до самой Степановки была освещена керосиновыми фонарями. Большая по тому времени редкость» [3]. Также следует отметить существование праздничной иллюминации в городе, состоявшейся 17 июля 1891 года, при посещении Томска Николая Александровича Романова – будущего царя Николая II. «...Вечером весь центр Томска зажегся праздничной иллюминацией. Хотя электричества тогда еще в городе не было, тысячи свечей, выставленных в окнах, разноцветные фонари на стенах домов производили чрезвычайно эффектное впечатление» [4].

В тот же период времени было запланировано осветить все главные улицы города. Это задание было поручено русскому подданному иностранному инженеру Роберту Карловичу Арнольду. В договоре, который заключила городская управа с Робертом Карловичем Арнольдом, было прописано, что «освещение должно быть такой силы, чтобы на расстоянии пятидесяти саженей от фонаря можно было нормальными глазами читать приложенный шрифт в нетуманную ночь...», «За время ясного лунного света не зажигать фонарей. Лунных ночей, в которых могут не светить фонари, допускается, в общем, не более 72 в год. Кроме того, уличные фонари должны светить до рассвета в ночи: перед Рождеством Христовым, Новым годом и в Выходотрошественные дни, установленные царским домом, если бы даже в это время было полнолуние». Примерно 4 года осуществлялся электрический проект. В 1891 году Томск получил разрешение на строительство первой в Сибири городской центральной электростанции. Непосредственные строительные работы на электростанции заняли несколько месяцев. В сентябре 1895 года здание было полностью готово, началась установка оборудования. 31 декабря 1895 года (12 января 1896 года по новому стилю) в Томске загорелись первые десять уличных фонарей на улицах Магистратской (ул. Розы Люксембург), Миллионной (пр. Ленина) и на Воскресенской горе [5]. Но, несмотря на это керосиновые фонари освещали улицы Томска еще долгое время. В 1910 г. на улицах Томска насчитывалось 297 фонарей, из них 25 электрических [6].

В статье «История развития уличного освещения города Томска», написанной А.И. Марарескул и О.В. Стахеевым, приведена хронология развития освещения в Томске.

К 1927 году в Томске насчитывалось 150 электрических фонарей, и в том же году был принят пятилетний план по расширению освещения еще на 50 штук. Так и пошло увеличиваться «дело света». После создания конторы «Горсвета» в 1954 году УО начало расширяться и совершенствоваться.

Томский горисполком в соответствии с распоряжением Совета министров СССР создал предприятие по обслуживанию электросетей УО, в городе было всего 1500 фонарей, которые каждый вечер включали 14 фонарщиц. Причем делали это вручную с помощью специальных трех-четырёхметровых шестов. В 1960 году впервые установлен пульт диспетчерского управления, расширился штат – 18 фонарщиц, 3 электромонтера и водитель автовышки, а число обслуживаемых светоточек достигло 2200 шт. [7]. Настоящий прорыв произошел к 1971 году, когда число установок наружного освещения достигло почти 7000 за счет интенсивного развития электротранспорта в Томске. В последующие годы партийное руководство города постоянно требовало от организаций и предприятий обустроить, в том числе и освещением, закрепленные за ними территории.

В Томске к 1999 году насчитывалось «порядка 14 тысяч светоточек, не считая ночного освещения на предприятиях. Все это хозяйство муниципального предприятия «Томскгорсвет». Круглосуточно на томских улицах дежурило две бригады ремонтников, которые следили, чтобы город не погрузился во тьму. Словно по мановению руки волшебника в один вечерний миг во всем городе зажигалось ночное освещение» [8].

В 2003 году «Томскгорсвет» обслуживал 16 тысяч светоточек по всему городу и освещал примерно 86 процентов томских улиц [9].

В настоящее время в Томске зажигается более 17 тысяч светоточек, а обслуживанием, ремонтом и развитием сетей освещения занимаются более ста специалистов «Томскгорсвета». Помимо первоначального назначения

искусственного света – освещение улиц и площадей для безопасности передвижения – появились новые функции – художественное освещение фасадов зданий и сооружений. Способы освещения как уличного, так и архитектурного совершенствуются с каждым годом, появляются новые световые приборы, которые отличаются своей эффективностью и низким энергопотреблением. Постепенно из тьмы крошечной выступает новое красивое лицо вечернего Томска.

1.2 Анализ архитектурного освещения исторических и современных зданий и сооружений.

Томск уникальный исторический город. Он включает в себя разнообразие архитектурных построек. Главная его достопримечательность – это знаменитые резные терема, (Рис.1.1). В начале XX века резьба по дереву в Томске достигла необычайного расцвета. Сегодня в Томске можно встретить дома и купеческие особняки, выполненные в различных стилях: классицизм и барокко соседствующие с ярким модерном и русским зодчеством. Мало, где можно встретить таких масштабных сохранившихся памятников деревянного строительства. И для того, что бы подчеркнуть всю прелесть деревянного кружева, необходимо создать выразительный архитектурно – световой образ.



Рисунок 1.1 – Деревянное зодчество города Томск

Однако при проектировании освещения деревянного зодчества необходимо сохранить эстетический вид фасада здания в дневное время, то есть сделать максимально возможное слияние ОП с архитектурным ансамблем.

Крупногабаритные ламповые прожектора искажают дневной образ объекта, и такая система создает высокую яркость локального освещения, что подавляет всю отличительную архитектуру объекта жестким светом, образуя излишнюю пятнистость и дробность световой композиции.

При освещении объектов деревянного зодчества в Томске, (Рис.1.2), используются приемы акцентирующего и мягкого заливающего освещения с выделением богатого резного декора на поверхности фасада в темное время суток. Для осуществления подсветки применяют линейные светодиодные (LED) световые приборы, объединенные в группы и установленные на фасаде здания и за деревянной резьбой так, что их световой поток направлен вдоль стены. Так же гибкие LED линейки устанавливают и на полукруглые резные элементы декора так, что их световой поток направлен на резьбу. Такое размещение СП создает акцентирующее освещение.

Размещение маломощных LED линейных осветительных приборов на резьбовом декоре создает неразрывное АО, позволяющее выявить плоские и объемные фигуры и подчеркнуть плавные линии сопряжений сложных геометрических форм, а размещение мощных LED линейных светильников и LED прожекторов на крыше обеспечивает ЗО крыши.



Рисунок 1.2 – Вечерний образ архитектуры деревянного зодчества

Но помимо архитектуры деревянного зодчества, Томск богат купеческими домами и современными торговыми центрами. Первые торговые дома начали строиться в конце 19 века – это были: торговый дом «Е.Н.Кухтерин и сыновья», сегодня – это здание мэрии города, торговый дом

«С.П.Петров и П.В.Михайлов», ныне – это административное здание, в котором также располагаются различные торговые отделы, доходный дом Голованова – «Нижний гастроном» и торговый центр купца Шадрина – «Роман». В 1903 году купцом Второвым началось строительство пассажа в центре города – торгового здания, в котором магазины размещались ярусами по сторонам широкого прохода – галереи, (Рис.1.3) [10].



Рисунок 1.3 – Второвский пассаж – "1000 мелочей"

На сегодняшний день в Томске насчитывается около 50 ТЦ, в число которых входят такие крупные ТЦ как: «МираМикс», «ЦУМ», «Мегаполис», «Манеж», «СМАЙЛcity», а так же ТРЦ «Изумрудный город» [11].

В отличие от способа освещения деревянного зодчества и исторических построек, в которых используется скрытое освещение, подсветка современных зданий и сооружений имеет намного больше способов освещения.

Благодаря современным технологиям и СП, освещение современных построек можно реализовать любой интенсивности, любой цветности и оттенков, а также с любой кинетикой, при этом с наименьшими энергетическими затратами и наибольшей выразительностью.

В настоящее время существует несколько видов освещения: фоновое, контурное, динамичное, локальное, а также общее заливающее [12]. Для крупных не жилых объектов в основном используется ОЗ освещение. С помощью прожекторов направленного света небольшой мощности, устанавливаемых на опорах по периметру освещаемого объекта, здание полностью освещается. Данный вид освещения подчеркивает формы и архитектуру зданий, а так же обеспечивает хорошую видимость объекта. Для освещения в основном используются галогенные или обычные уличные ЛОН.

Для оформления отдельных элементов здания используют КО. Этот способ освещения появился сравнительно не давно и для его реализации обычно используют LED линейки и трубки. Также для освещения зданий используется динамичное освещение, при котором цвета, яркость и оттенки падающего света периодически меняются. Такая смена композиций не может не привлечь прохожих, поэтому такое освещение целесообразно использовать для торговых компаний.

ЛП используется для создания акцента на определенных деталях здания. В этом случае высвечиваются карнизы, простенки, ниши или окна. Чаще всего данный вид освещения используется для подсветки зданий, облицованных материалами с высокой степенью отражения. При ЛО не принципиально, в каком месте города располагается здание, оно менее энергозатратно и считается более универсальным среди других видов. Данный вид подсветки используется для освещения зданий, как старого архитектурного стиля, так и зданий современного, например, ТРЦ или бизнес центры [13].

Современные здания города Томска, освещаются с помощью ЛП, (Рис.1.4). Подсветка осуществляется с помощью СП средней и малой мощности, которые монтируются на фасаде здания с помощью кронштейнов. ОП располагаются на определенном удалении от стены для того, чтобы световой поток правильно распределился, и не возникло лишних ярких пятен вблизи источника света. Недостатком данного вида освещения является то, что в дневное время здание выглядит перегруженным.



а)



б)



в)

Рисунок 1.4 – Локально освещение ТЦ города Томск: а) фотография ТЦ «СМАЙЛcity», б) фотография ТЦ «Нижний гастроном», в) фотография ТЦ «1000 мелочей»

Глава 2 Внедрение цветодинамической подсветки в наружном освещении

2.1 Цветодинамическое освещение

Еще недавно городское освещение было весьма примитивным и однообразным. Цвет архитектурной среды воспринимался в минимальном объеме и сильно искажался. Лишь в конце XX века в Москве и других городах России ситуация начала меняться с развитием АО, где стали применять разноспектральные, преимущественно разрядные источники света [14]. Первые примеры ИС для цветного освещения – МГЛ с некачественным белым светом и натриевые лампы желтого света. В 1997 году на отечественном рынке появляются цветные МГЛ, которые позволили создавать светоцветовые образы. Цветной свет начал набирать популярность в АО. На замену некачественным МГЛ и ДНаТ приходят хроматические светофильтры, позволяющие создать интересные сценические и световые эффекты, выделить объекты, усилить восприятие природных форм, структур и цветов.

Настоящий прорыв в цветном освещении произошел в начале XXI века с появлением полупроводниковых источников света – светодиодов. Они позволили синтезировать всю гамму радужных цветов. Со временем помимо статистического режима появился и динамический, что позволило свет сделать зрительно «живым». Цветодинамическое освещение с помощью LED – это освещение фасада с синтезом цвета, при котором происходит изменение оттенков, угасание и возрастание яркости с течением времени. Приемы в реализации данного вида освещения могут быть весьма разнообразны, например – это может быть как ЗО, так и ЛП. Для реализации используют LED модули, прожекторы, точечные светильники и другие ОУ с комбинациями RGB светодиодов или RGBW, а также системы управления освещением (СУО). СУО – это комплекс программных и аппаратных средств: контроллеры, пульта, устройства по единому цифровому протоколу. Протокол DMX-512¹ позволяет

¹ Число 512 означает количество каналов передачи информации

реализовать по трехпроводному кабелю управление 512 каналами и соответственно присоединять к одному DMX – контроллеру до 170 независимых источников RGB-освещения. По одному каналу передается один параметр прибора, например в какой цвет окрасить луч или на какой угол повернуть зеркало по горизонтали в данный момент, т.е. куда будет попадать луч. Несколько аппаратов DMX-512, работающих одновременно, позволяют создавать световые картины и элементы оформления самой различной сложности, как внутри помещений, так и снаружи.

В системе DMX-512, всегда на одном конце линии находится передающее устройство – «мастер прибор» или главный пульт, остальные приборы «нанизываются» на линию по очереди, (Рис.2.1а), и завершаются концевым терминатором. Концевой терминатор в простейшем случае представляет собой кабельную часть штыревого разъема (папа), с припаянным резистором примерно 120 Ом, (Рис.2.1б). Если необходимо управлять более чем 512 каналами, необходимо иметь две и более линии DMX-512 [15].

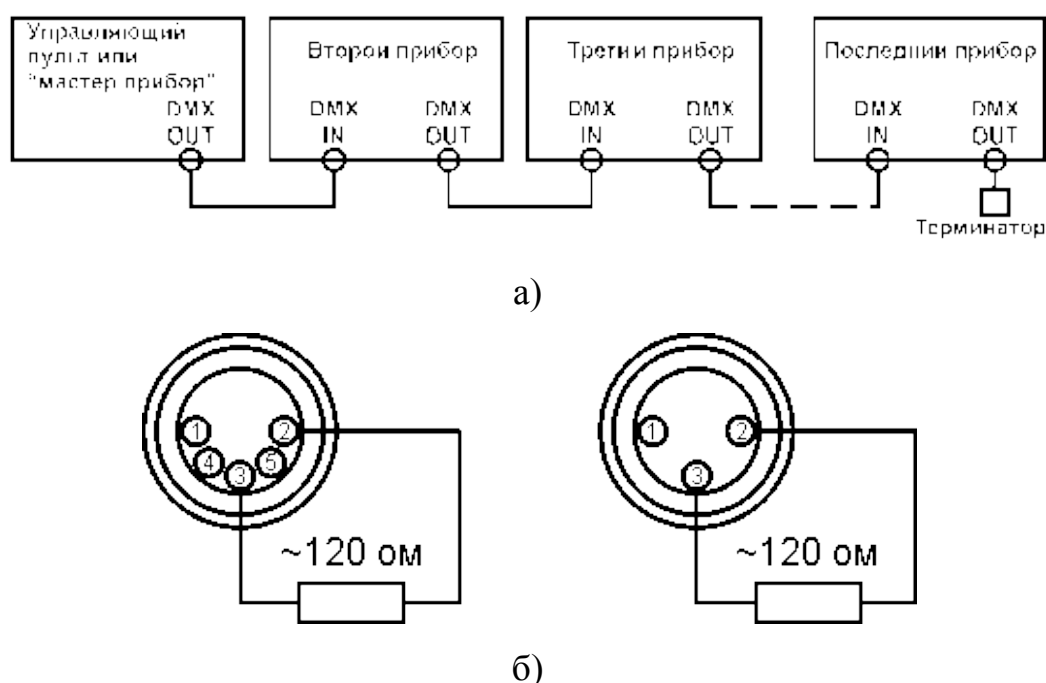


Рисунок 2.1 – Система соединения приборов с использованием DMX-512

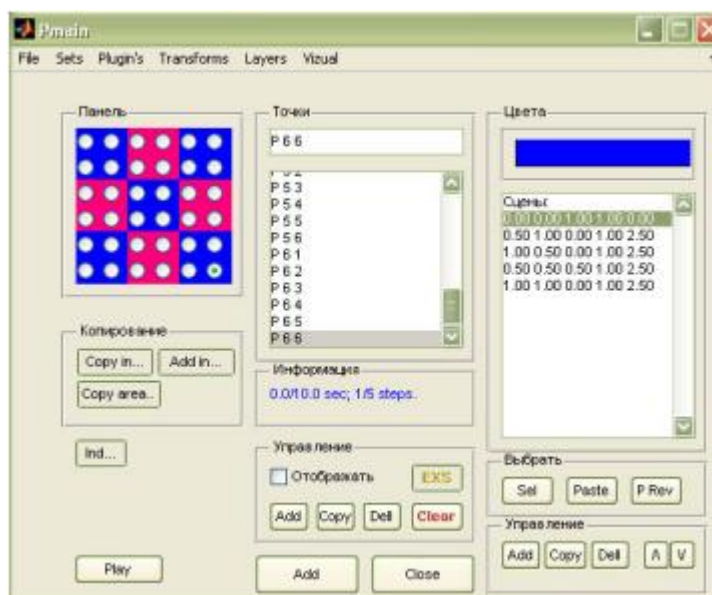


Рисунок 2.2 – Программа для управления LED панелями

2.2 Примеры и зарубежный опыт цветодинамического освещения

Декоративное (цветное) освещение зачастую используется для подсветки развлекательных и досуговых заведений, а также для визуального выделения здания от расположенных рядом подсвеченных объектов и придания сооружению эмоциональной окраски.

Крупные примеры цветодинамического освещения можно увидеть в столице Азербайджана г.Баку, который славится своей уникальной архитектурой, с переплетением восточного и западного стилей. К ним относятся АО ТРЦ «Метропарк», освещение телевизионной башни, а также освещение масштабного комплекса строений, недавно возведенных среди большого количества новых жилых комплексов и административных зданий.

Рассмотрим первый объект АО ТРЦ «Метропарк».

ТРЦ «Метропарк» является одним из самых престижных торговых комплексов г.Баку. Фасад здания выполнен в стиле авангардизма, (Рис.2.3) и для того чтобы подчеркнуть его необычайную архитектуру в темное время суток потребовалась разработка нестандартной концепции освещения.



Рисунок 2.3 – Фото ТРЦ «Метропарк»

Инновационное световое решение сочетает использование цвета и необычный подход к выделению светом малых форм, (Рис.2.4). Напоминающий огромные мыльные пузыри, заключенные в искусно вырезанные гигантским лобзиком ниши, шаблон симметрично репродуцирован по всей фронтальной поверхности фасада и по своему замыслу призван воссоздать эффект трепещущей цветовой игры движущейся мыльной жидкости [16]. Для реализации проекта были использованы СП приведенные в табл.1.

Таблица 1 – Световое оборудование для реализации цветного освещения ТРЦ «Метропарк»

Тип СП	Количество СП	Особенности
Гибкая LED лента GRIVEN <u>LooseLED RGB</u> (IP65). Плотность LED кластеров равна 40 точек на 1м.	650 метров ленты <u>LooseLED RGB</u> с сопутствующим коммутационным оборудованием.	Опоясывает нишу каждого из фреймов по периметру. Полученный визуальный эффект представляет собой динамичную игру селективных цветов.
Мощные LED GRIVEN <u>POWERSHINE D RGBW</u>	4	Используются для того, чтобы акцентировать два вертикальных элемента центральной зоны.



Рисунок 2.4 – Цветодинамическое освещение ТРЦ «Метропарк»

Рассмотрим еще одно масштабное цветодинамическое решение в г.Баку.

Для освещения фасада здания была воспроизведена так называемая модель освещения «световая кисть». Данный метод наиболее соответствует городскому облику, а так же усиливает визуальное восприятие отдельных архитектурных элементов здания при помощи «цветовых мазков», (Рис.2.5). Для реализации проекта использовались СП, представленные в табл.2.

Таблица 2 – Световое оборудование для реализации цветного освещения

Тип СП	Количество СП	Особенности
Встраиваемые прожектора DUNE WARM WHITE 10°	Более 30	Установлены на отмостке по периметру комплекса
Встраиваемые светодиодные линейки PARADE D-RGB-5	-	Используются для подсветки арок
Прожектора STROKER	-	Смонтированы на стенах для освещения высотной части фасада.
Светодиодные линки PARADE D-RGB-5, PARADE D-RGB-12, PARADE D-W-6 и PARADE D-W-9	Более 100	Используются для цветодинамического освещения пространства под окнами и между окон здания
Прожектора DAWN	40	
Светильники MICRO-CLIP, DAISY-ON	-	Подчеркивают стройные контуры верхнего ряда окон и башенки



Рисунок 2.5 – Архитектурное цветодинамическое освещение

Уникальным решением также можно отметить – освещение телевизионной башни, (Рис.2.6). Телевизионная башня Azeri TV Tower была построена в столице Азербайджана в 1996 году и до сих пор является самым высоким сооружением в стране – ее высота составляет 310 метров. Башня возвышается над городом и своим присутствием определенно меняет его внешний вид. Особенно это становится заметно в ночное время.

Освещение башни осуществлялось большим комплектом прожекторов, указанных в табл.3.

Таблица 3 – Световое оборудование для реализации цветного освещения телевизионной башни Azeri TV Tower

Тип СП	Количество СП	Особенности
Прожектора DOLOMITE	75	Используются для освещения основания телевизионной башни
Прожектора KOLORJET		Установлены во внешнем круге, предназначены для подсветки главных колец башни с земли.
Прожектора EVEREST		Установлены в верхней части телебашни для подсветки антенны.
Прожектора KOLORADO		подсвечивают колонну башни со всех сторон, окрашивая ее в разные цвета
Прожектора KOLORSTREAM		
Прожектора KOLORGLOBE	8	Расположены в верхней части колец телебашни и освещают цветными лучами ночное небо над городом

75 мощных прожекторов со сменой цвета расположены двумя концентрическими кругами у подножия башни, освещая ее основание, колонну, кольца и вершину яркими насыщенными цветами.



Рисунок 2.6 – Освещение верхней части телевизионной башни

Все эти мощные прожекторы архитектурной подсветки со сменой цвета формируют поток яркого насыщенного света с различными углами луча (в зависимости от задачи каждого из них). Управление прожекторами в пределах групп синхронизировано, благодаря чему происходит одновременная смена цвета. Таким образом, создается целостная световая картина и формируется яркий визуальный образ телевизионной башни в ночное время, (Рис.2.7).

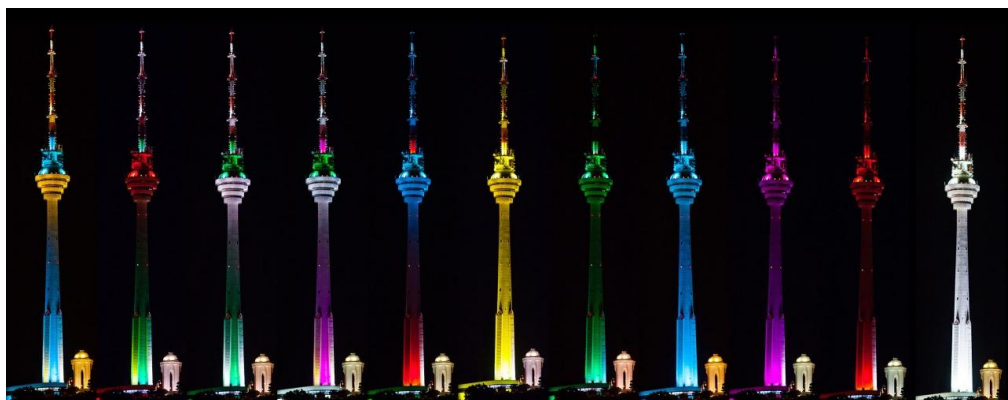


Рисунок 2.7 – Смена цветов Azeri TV Tower

Правильно спроектированное цветное освещение часто позволяет подчеркнуть архитектурную стилистику объекта. Примером такого решения является световое оформление университета в столице Венгрии г.Будапешт, (Рис.2.8). Университет Corvinus является одной из достопримечательностей города, построенный в стиле неоренессанса и имеет оригинальный дизайн. В табл.4 представлена техническая информация по подсветки здания.

Таблица 4 – Световое оборудование для реализации цветного освещения университета Corvinus

Тип СП	Количество СП	Особенности
LED прожектора DAISY-OUT	160	Встроены в фасад здания для создания световой иллюминации. Каждый прибор управляется отдельно при помощи ethernet-контроллера, что позволяет создать на стенах здания световое панно с меняющимися цветовыми картинами



Рисунок 2.8 – Цветодинамическое освещение университета Corvinus

Ранее были рассмотрены индивидуальные решения цветного освещения, но примером комплексных оформлений зданий цветным светом является Лас-Вегас, (Рис.2.9). В Лас–Вегасе при оформлении подсветки нет строгих правил, точнее сказать их нет вообще. Множество цветных светоточек

показывает атмосферу праздника и притягивает игроков, туристов. Световое оформление города создается при помощи различных типов подсветки, с помощью светодиодов, неона, цветного шнура – дюралайт. Город получил характеристику Город Огней.



Рисунок 2.9 – Огни ночного города Лас-Вегас

Глава 3 Проектирования дизайн-проекта освещения

ТРЦ «Изумрудный город»

3.1 Возможности реализации цветодинамического освещения.

Как упоминалось раньше, цветодинамическое освещение стало возможным с появлением LED СП. Именно LED ИС имеют широчайшие возможности в этой области. LED продукция считается очень востребованной, главное ее преимущество – это низкое потребление энергии и высокая практичность. LED СП имеют длительный срок службы от 30000 до 100000 часов, а также высокую надежность.

На данный момент для цветодинамического освещения повсеместно стали использовать многоцветные LED модули, а также RGB прожекторы. Такой СП состоит из матрицы светодиодов нескольких цветов (цветные светодиоды), либо из многокристальных светодиодов (многоцветные светодиоды). Цветные светодиоды содержат на подложке один кристалл и светятся определённым цветом, например, красным, зелёным или жёлтым, а в корпусе многоцветного светодиода находится не один, а несколько светодиодных чипов с разным спектром излучения, (Рис.3.1).

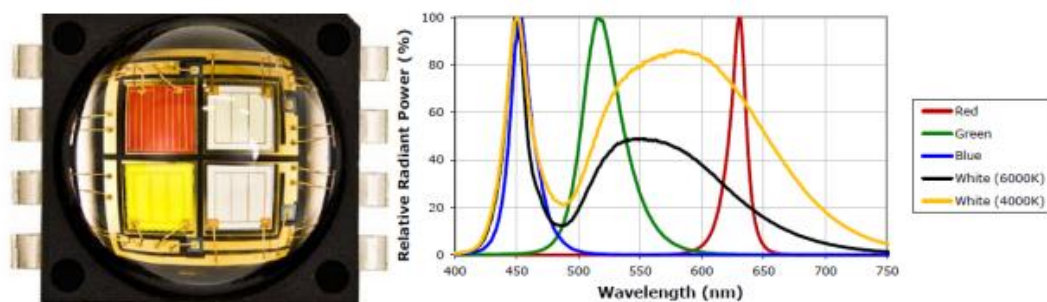


Рисунок 3.1 – Четырехкристальный светодиод CREE MC-E Color и график его относительного спектрального распределения

Например, светодиод RGBW включает красный, зелёный, синий и белый элементы (белый – это синий чип с люминофором). Каждый из элементов имеет свой цвет излучения, а его интенсивность регулируется изменением тока через конкретный чип. Таким образом, меняя соотношение токов через чипы, можно получать различный цвет суммарного излучения, (Рис.3.2). Для

приборов с многокристальными светодиодами менее характерны цветовые aberrации, что нередко встречается в СП с отдельными светодиодами нескольких цветов, расположенными по очереди. Это обусловлено тем, что разноцветные элементы в общем корпусе находятся очень близко друг к другу и имеют общую линзу. Таким образом, цвет равномерен и световое пятно от светильника не будет иметь «краёв» другого цвета.

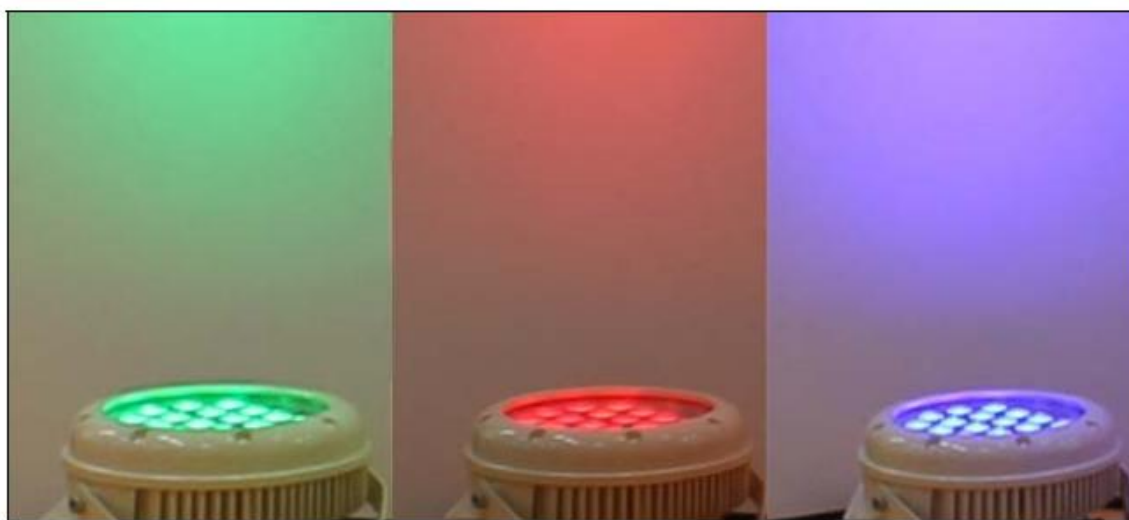


Рисунок 3.2 – Изменение цвета RGBW- светильника GALAD Galactic DO12 с четырехкристальными светодиодами

LED модуль представляет собой плату с резисторами, подающими ток, на которой через определенные промежутки расположены светодиоды (кластеры). Для удобства монтажа на внешнюю поверхность иногда наносится клеевой слой. Модули состоят из одного или более светодиодов.

Основным преимуществом LED модулей является то, что они представляют собой готовые изделия (ИС) с высокой степенью защиты от влаги, пыли и легких механических воздействий. Их удобно монтировать к любой поверхности, они находятся на едином шлейфе в виде гирлянды, с расстоянием примерно 7 сантиметров друг от друга, поэтому их легко подключать к источнику напряжения или контроллеру. Благодаря малому весу они не утяжеляют конструкцию. LED в модулях установлены на печатных платах линейной или квадратной формы, которая в зависимости от мощности может иметь дополнительный теплоотвод, в виде металлической подложки.

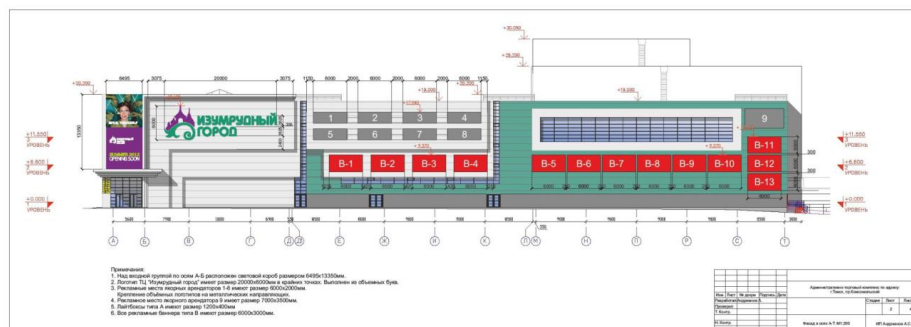
3.2 Реализация цветодинамического освещения ТРЦ «Изумрудный город»

ТРЦ «Изумрудный город» на сегодняшний день самый крупный торговый центр в городе Томск. Его общая площадь составляет 42345 м². ТРЦ расположен в центре Комсомольского проспекта, которому свойственны как большая проходимость людей, так и поток машин. Комсомольский проспект в последние годы очень сильно изменился, на его территории построено много жилых домов, бизнес центров и торговых комплексов непосредственно вблизи с ТРЦ «Изумрудный город». И для того чтобы выделиться из общей массы этих зданий, для него необходимо осуществить оригинальный световой образ, который сделает ТРЦ уникальным и позволит привлекать еще большее количество посетителей. Из всех видов архитектурного освещения, наиболее перспективным является цветодинамическое.

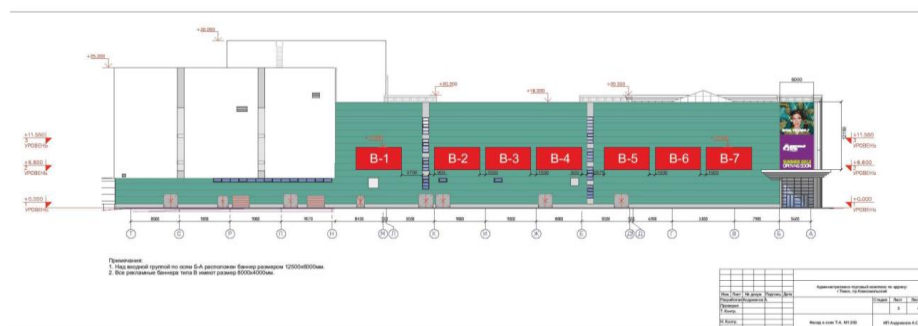
Для реализации цветодинамического освещения необходимо построить 3D модель ТРЦ «Изумрудный город» в программной среде DIALux.

Программа DIALux – это универсальная программа, которая позволяет создавать 3D модели зданий, производить светотехнические расчеты, учитывая множество факторов, а также позволяет оценить распределение освещенности.

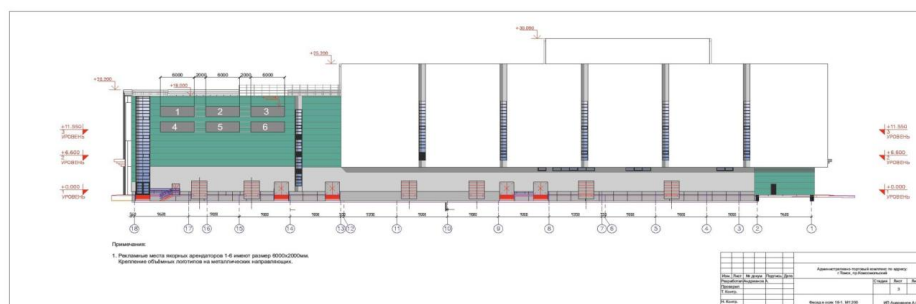
В настоящее время DIALux является наиболее распространенной программой для выполнения светового дизайна. Благодаря использованию автоматизированного проектирования на компьютере, значительно увеличивается скорость создания конечного продукта. При построении 3D модели за исходные данные были взяты 2D чертежи ТРЦ, (Рис.3.3).



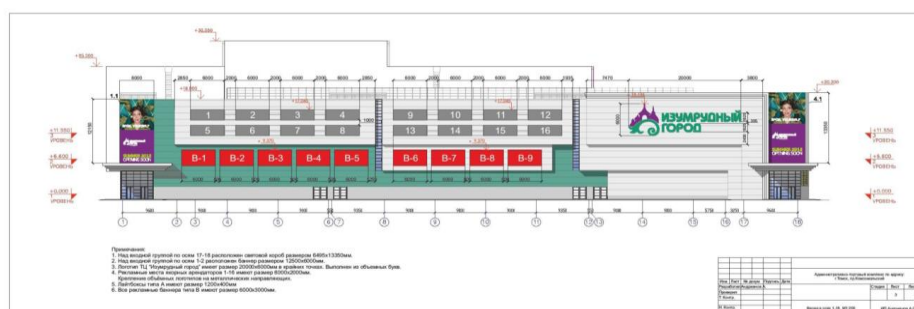
а)



б)



в)



г)

Рисунок 3.3 – 2D чертежи ТРЦ «Изумрудный город»: а) – Комсомольский проспект, б) – Ново-Киевская улица, в) – Ключевской проезд, г) – Асфальтовый переулок

Изначально 3D модель была построена в программной среде AutoCAD, (Рис.3.4). Но, в результате возникнувших проблем с импортом в программу

DIALux, проектирование здания осуществлялось непосредственно в программной среде DIALux, (Рис.3.5).

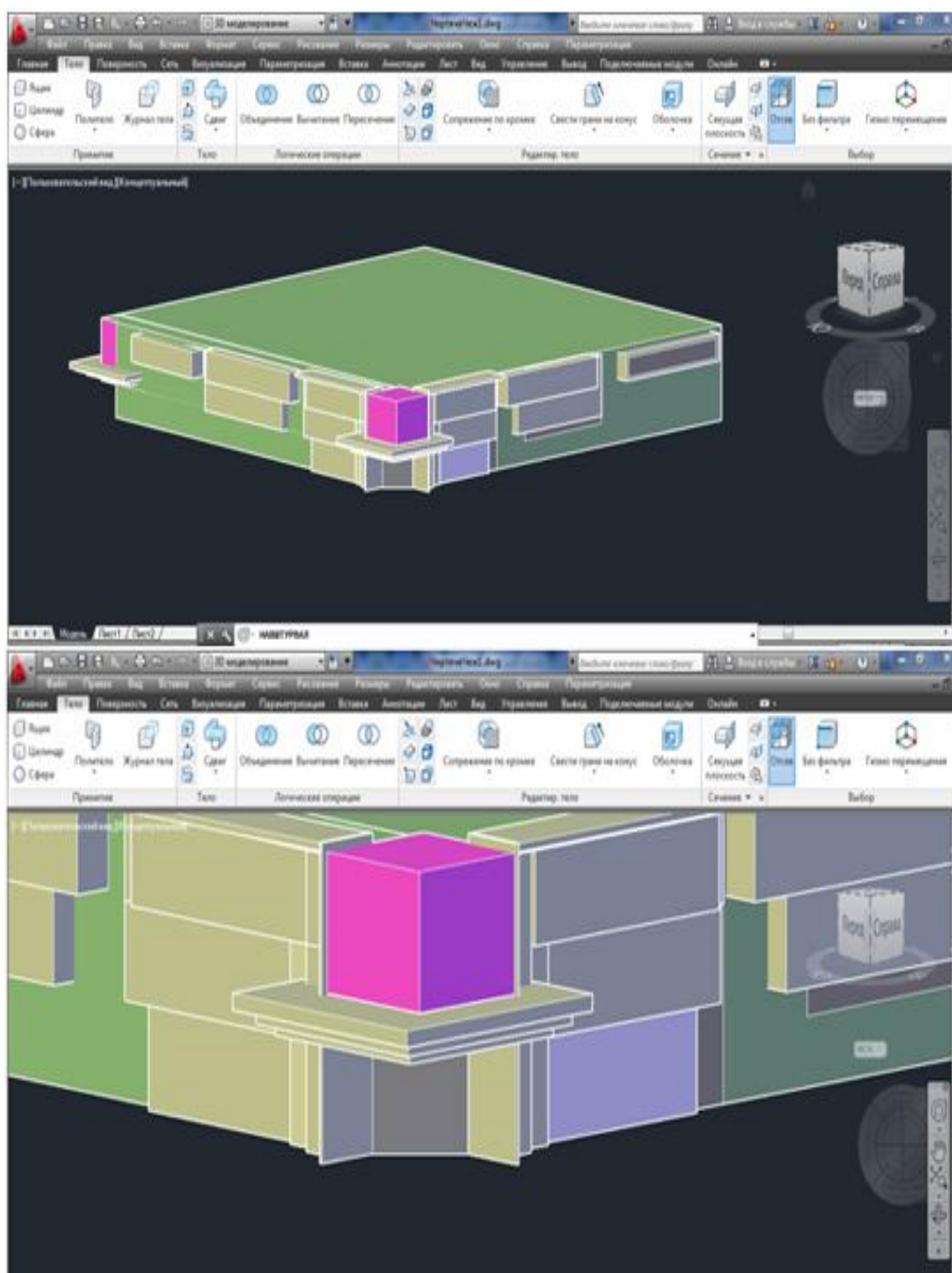


Рисунок 3.4 – Построение 3D модели ТРЦ «Изумрудный город» в программной среде AutoCAD



Рисунок 3.5 – Построение 3D модели ТРЦ «Изумрудный город» в программной среде DIALux

Ниже представлен анализ существующей ОУ ТРЦ «Изумрудный город». Для освещения здания используется КО, которое реализовано с помощью гибкой LED ленты, установленной под козырьком над входом, а также с двух боковых сторон здания, (Рис.3.6).

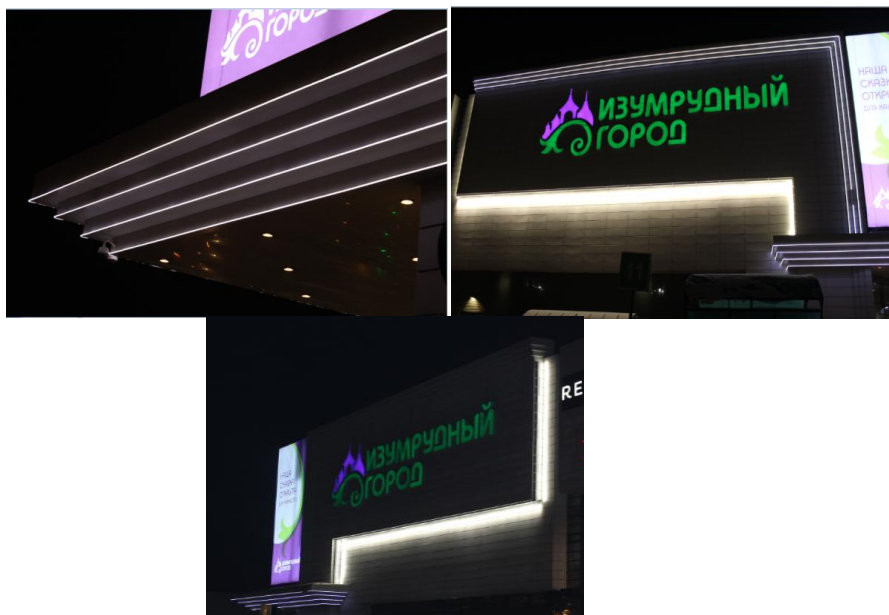


Рисунок 3.6 – Контурное освещение ТРЦ «Изумрудный город»

ЛО используется для подсветки рекламных баннеров, (Рис.3.7), а для освещения застекленной части верхнего этажа используется декоративная светодиодная сетка, (Рис.3.8).

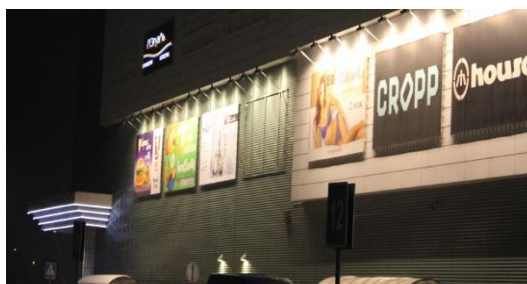


Рисунок 3.7 – Локальное освещение ТРЦ «Изумрудный город»

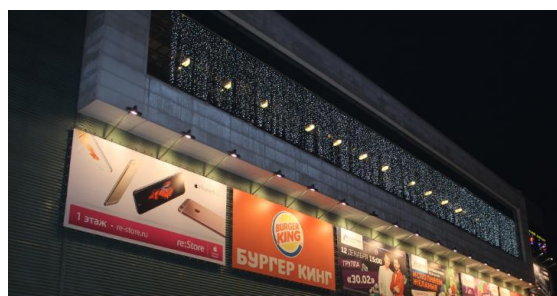


Рисунок 3.8 – Декоративная подсветка ТРЦ «Изумрудный город»
светодиодной сеткой

Рассмотрим новое решение в создании вечернего облика ТРЦ «Изумрудный город».

Для осуществления цветодинамического освещения торгового центра «Изумрудный город» использовались белые линейные светодиодные модули, (Приложение А) с применением цветных светофильтров, а также линейные многоцветные (RGB) светодиодные модули, (Приложение Б). СП были установлены по периметру здания с двух боковых сторон. Для освещения рекламного короба над входом были использованы мощные светодиодные RGBW прожектора, (Приложение В), а для подсветки памятника – маломощные RGB прожектора, (Приложение Г).

Рассмотрим проект освещения со светофильтрами.

Белые LED модули были расположены со стороны Асфальтового переулка, (Рис.3.9). Было установлено 92 СП, для каждого из которых были использованы зеленые и фиолетовые светофильтры, (Рис.3.10).

Сначала был произведен расчет освещенности СП без использования светофильтров, (Приложение Д). Мощность одного белого LED модуля равна 20 Вт, а световой поток – 900 лм. При расчете, средняя освещенность на горизонтальной поверхности равна 1.49 лк, а на вертикальной – 195 лк.

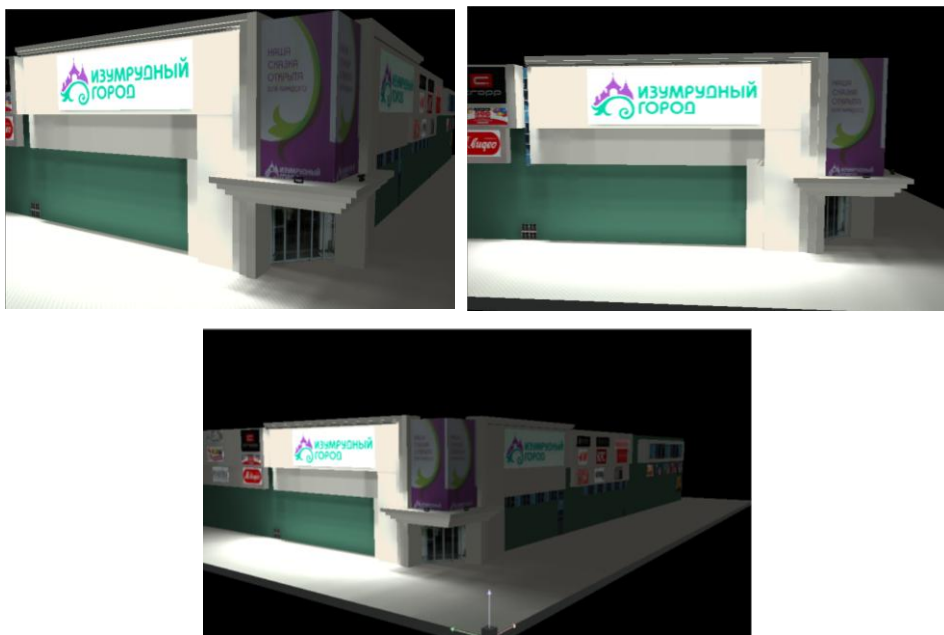


Рисунок 3.9 – Освещение ТРЦ «Изумрудный город» белыми светодиодными модулями без светофильтров со стороны Асфальтового переулка

Далее был произведен расчет тех же СП, только с применением светофильтров, (Приложение Е). Значение средней освещенности на горизонтальной поверхности составило 0.14 лк. Средняя освещенность на вертикальной поверхности равна 17 лк.



Рисунок 3.10 – Освещение ТРЦ «Изумрудный город» белыми светодиодными модулями с применением светофильтров со стороны Асфальтового переулка

Сегодня уже существуют КСС для цветных RGB световых приборов. После оформления освещения и получения расчетных результатов белых LED модулей со светофильтрами, было установлено 27 линейных многоцветных RGB LED модуля со стороны Комсомольского проспекта, (Рис.3.11). Данный СП имеет три места выхода с определенными параметрами, (Приложение Ж). Общая мощность СП равна 67 Вт, мощность каждого светового выхода (красный, зеленый, синий) равна 19.4 Вт, 23.8 Вт и 23.8 Вт соответственно. Световой поток всего СП составляет 1288 лм, а для каждого светового выхода равен: красный – 370 лм, зеленый – 730 лм, синий – 188 лм. Выполнив

светотехнический расчет, были получены средние значения освещенности: на горизонтальной поверхности $E_{ср} = 0.29 \text{ лк}$, на вертикальной поверхности $E_{ср} = 36 \text{ лк}$. Так же над входом были расположены два многоцветных RGBW прожектора, (Рис.3.12), а перед входом реализовано цветное освещение памятника героям из произведения «Волшебник из страны Оз» LED прожекторами RGB, (Рис.3.13)



Рисунок 3.11 – Освещение ТРЦ «Изумрудный город» многоцветными светодиодными модулями со стороны Комсомольского проспекта

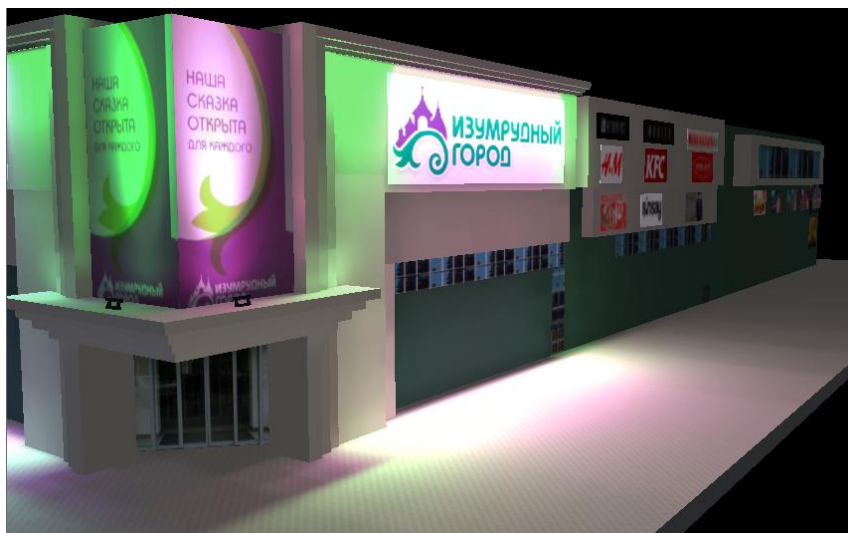


Рисунок 3.12 – Освещение рекламного короба над входом RGBW прожекторами

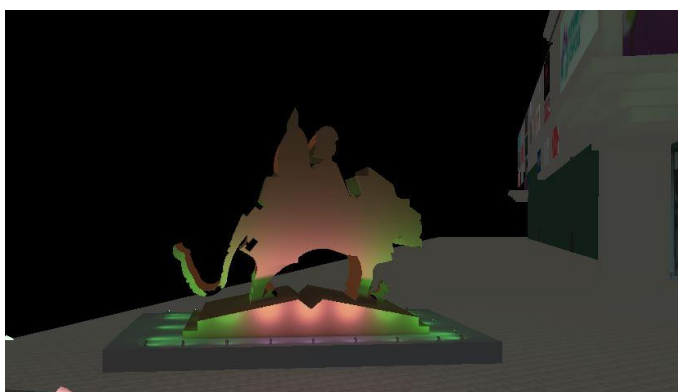


Рисунок 3.13 – Цветное освещение памятника LED прожекторами RGB

Используя светофильтры можно сказать, что цветовая передача очень хорошая, цвета не приглушены. Однако программа DIALux не выдает корректировку светового потока, только показывает цвет. Средняя освещенность на вертикальной расчетной поверхности у белого светодиодного модуля без светофильтров равна 195 люкс, в то время как у модуля со светофильтрами равна всего лишь 17 люкс. Это означает, что светофильтры поглощают большое количество света. Исходя из полученных результатов, (Приложение К) видно, что светофильтры не уменьшают световой поток, а так же не влияют на мощность. Но используя при расчетах RGB светодиодные модули можно заметить, что очень большое количество фиолетового цвета поглощается рекламным щитом, вследствие чего видно довольно

приглушенные цвета. Среднее значение освещенности на вертикальной расчетной поверхности составляет 36 люкс.

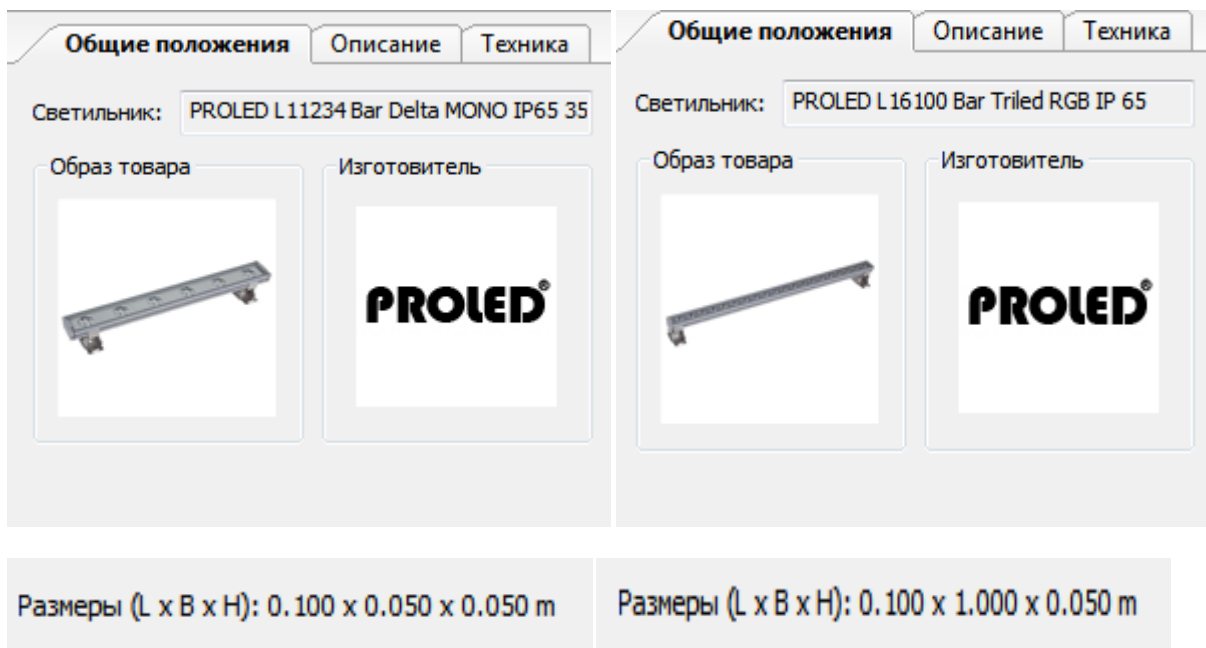
Сравним световой поток у белых светодиодных модулей со светофильтрами и RGB светодиодных модулей:

1) общий световой поток, приходящийся на 92 белых светодиодных модуля со светофильтрами, равен 82 клм, на СП с фиолетовыми светофильтрами приходится 50 клм, а для СП с зелеными – 32 клм, (Приложение Л).

2) общий световой поток, приходящийся на 27 RGB LED модуля, равен 34 клм, при фиолетовом световом выходе поток равен 23 клм, а при зеленом – 11 клм, (Приложение М).

Как указывалось ранее, световой поток одного белого СП равен 900 лм, а у RGB – 1288 лм. В связи с тем, что габариты белого LED модуля меньше, (Рис.3.14), то на один RGB СП приходится три белых модуля, в результате чего общий световой поток у белого СП увеличился. Программа DIALux не показывает, как меняется световой поток при определенном световом выходе. Она рассчитывает световой поток, только исходя из количества включенных СП, в результате чего трудно оценить какое количество светового потока выдает каждый световой выход.

При проектировании освещения необходимо учитывать, что свет не должен полностью «заливать» здание – в этом случае оно будет выглядеть пересвеченным. Используя СП со светофильтрами, цвета получаются яркие, а в зоне пола образуется сильная пятнистость, (Рис.3.15). При RGB светодиодных модулях цвет получается более мягкий, переходы плавные, (Рис.3.16), а с помощью контроллера можно регулировать яркость, что нельзя сделать при СП со светофильтрами.



а)

б)

Рисунок 3.14 – Габаритные размеры световых приборов. а) белый светодиодный модуль; б) многоцветный RGB светодиодный модуль

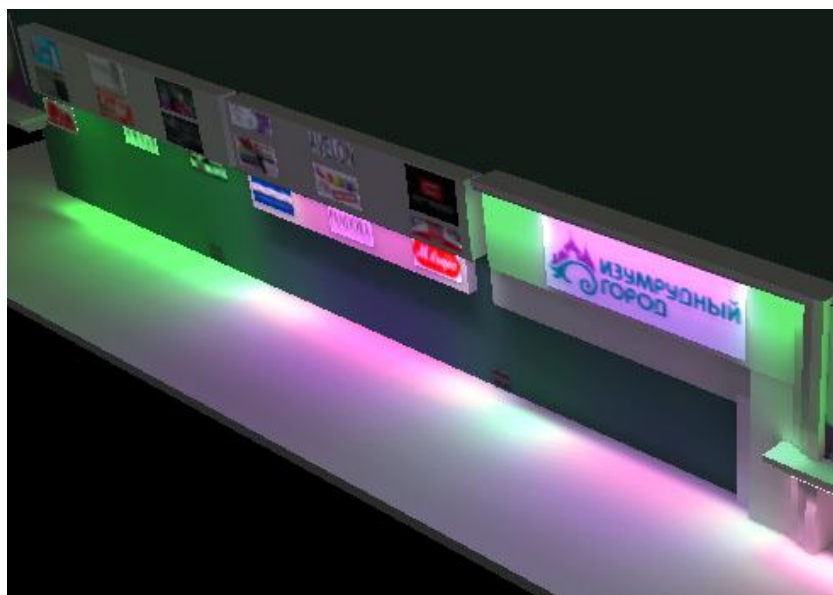


Рисунок 3.15 – цветодинамическое освещение ТРЦ «Изумрудный город» белыми светодиодными модулями с применением светофильтров

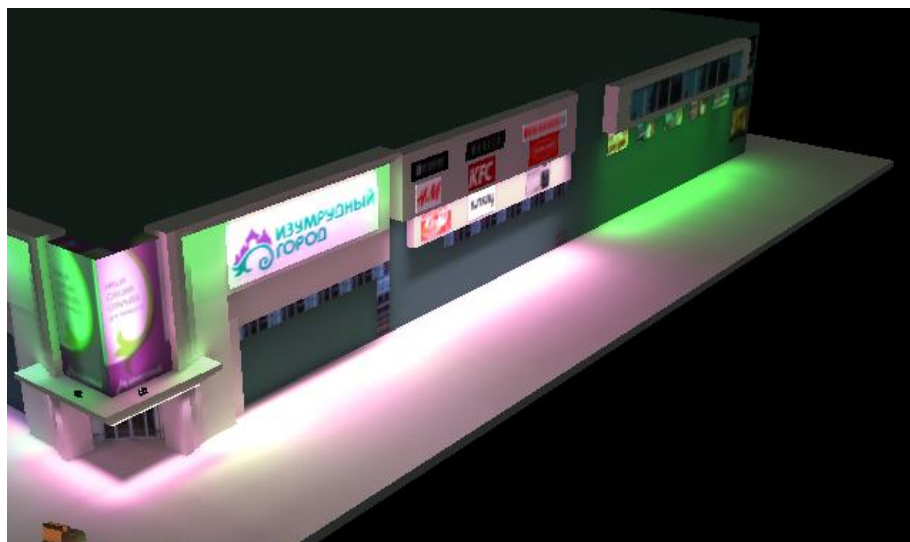


Рисунок 3.16 – цветодинамическое освещение ТРЦ «Изумрудный город» многоцветными RGB светодиодными модулями



Рисунок 3.17 – Цветодинамическое освещение ТРЦ «Изумрудный город»

На сегодняшний день ОУ ТРЦ «Изумрудный город» выглядит примитивно и невзрачно. Однотонные белые цвета не передают той атмосферы, которые должны присутствовать в торговых центрах. Предлагаемое решение цветодинамического освещения позволит подчеркнуть архитектуру здания, а также сделать ТРЦ более эффектным и запоминающимся.

Заключение

Успешное оформление цветодинамического освещения позволяет создавать необычный привлекательный образ любому зданию. Такое оформление станет достоянием города, а также мощным маркетинговым инструментом любого торгового центра. Изменение цвета, новые цветоцветовые сценарии для выходных и праздников — при продуманном подходе эти приёмы помогут разнообразить городской ландшафт и добавить красок в ночную жизнь.

В дипломном проекте были рассмотрены исторические данные развития освещения в г.Томск. Освещение развивалось очень медленно, лишь с конца XX века начало набирать обороты. На данный момент в Томске для подсветки зданий в основном используют локальное освещение и скрытое. Цветодинамическое освещение на сегодняшний день развито довольно слабо, есть только несколько объектов, освещенные данным видом.

Во второй главе были рассмотрены крупные примеры цветодинамической подсветки. Такие примеры можно увидеть в столице Азербайджана г.Баку, в столице Венгрии г.Будапешт и в Лас-Вегасе. Как оказалось цветодинамическим освещением можно подчеркнуть разную архитектуру зданий, сохраняя при этом эстетический вид. Так же были рассмотрены системы управления освещением.

В третьей главе была построена 3D модель ТРЦ «Изумрудный город», для которой было реализовано цветодинамическое освещение с помощью белых светодиодных модулей с применением цветных светофильтров и с помощью многоцветных (RGB) светодиодных модулей в программной среде DIALux. Была построена 3D модель памятника героям из произведения «Волшебник из страны Оз», для которого осуществлялась цветодинамическая подсветка.

В экономической части приводится технико-экономическое обоснование предлагаемой осветительной установки, а также сравнительная эффективность вариантов исполнения цветодинамического освещения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Городское хозяйство Западной Сибири / А.И. Куприянов. – С. 82.
2. Городское самоуправление в Западной Сибири / А.П. Толочко, И.А. Коновалов, Е.Ю. Меренкова [и др.]. – с. 126-127.
3. Томск: История города от основания до наших дней / Н.М. Дмитриенко. – Томск : Изд-во ТГУ, 1999. – С. 78.
4. Гахов В. 110 лет назад Томск...// Красное знамя. – Краеведческие публикации сотрудников ГАТО по документам архива. – 2001. – 27 июля.
5. Первые томские электростанции. Н.М. Дмитриенко, В.П. Зиновьев //Томский календарь памятных дат и событий на 1991 г. – Томск, 1991. – С. 32.
6. Городское самоуправление в Западной Сибири / А.П. Толочко, И.А. Коновалов, Е.Ю. Меренкова [и др.]. – с. 125-127.
7. Макиенко С. Да будет Свет // Красное знамя. – 2004. – № 94. – с. 1-5.
8. Хмелюк Н. Кто в городе зажигает огни // Красное знамя. – 1999. – № 88.
9. Вилюд Л. Работа, которая видна только в темноте // Томские новости. – 2003. – № 11.
10. Пассаж купца Второва. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://qrtomsk.ru/ru-RU/Places/26>, свободный. – Загл. с экрана.
11. Торговые центры Томска. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.malls.ru/city/tomsk.shtml>, свободный. – Загл. с экрана.
12. Архитектурное освещение сегодня. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.factroom.ru/facts/48694>, свободный. – Загл. с экрана.
13. Виды архитектурного освещения. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.zers-group.ru/information/vidy-arh-osvesh>, свободный. – Загл. с экрана.
14. Световой дизайн города / Н. И. Щепетков.: Учеб. Пособие – М.: Архитектура—С, 2006. – 320 с.

15. Описание протокола DMX – 512. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.dllab.com/frames/abdmx.htm>, свободный. – Загл. с экрана.
16. Архитектурное освещение ТРЦ «Метропарк» в Баку. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.dsl.msk.ru/information.php?id=143>, свободный. – Загл. с экрана.
17. Федеральный закон РФ №261 от 23 ноября 2009г. «Об энергосбережении и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
18. СП 2.2.1.1312-03 «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий».
19. ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности».
20. ГОСТ 12.1.044-91 «Пожарная безопасность. Общие требования»
21. ТРЦ «Изумрудный город» в городе Томске. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://sibtehproekt.com/portfolio/show/title/trc-izumrudnyj-gorod-v-gorode-tomske>, свободный. – Загл. с экрана.
22. Город из сказки - ТРЦ «Изумрудный город» в Томске [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://retail-tech.ru/fashion/articles/1709/38338/>, свободный. – Загл. с экрана.
23. СП 12.0.003-74 (с измен. № 1, октябрь 1978 г., переиздание 1999 г.)» [X]
24. СН 23-05-95 «Естественное и искусственное освещение».
25. ГОСТ 12.010-76 «Взрывоопасность. Общие требования»
26. СН 181-70 Указания по проектированию цветовой отделки интерьеров производственных зданий промышленных предприятий
27. СНиП 2.01.02-85*. «Противопожарные нормы»
28. DIALux evo 6. Расчёт и проектирование освещения. [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.dialux-help.ru/>, свободный. – Загл. с экрана.

Приложение А

(справочное)

Белый линейный светодиодный модуль

92 Шт.

PROLED L11234 Bar Delta MONO IP65 350mm - W

№ изделия: L11234

Световой поток (Светильник): 900 lm

Световой поток (Лампы): 900 lm

Мощность светильников: 20.1 W

Классификация светильников по CIE: 100

CIE Flux Code: 88 98 100 100 88

Комплектация: 1 x LED 6800K (Поправочный коэффициент 1.000).



Общие положения	Описание	Техника
White		
Лампы:	LED 6800K	...
Световой поток:	900	lm
Мощность :	20.1	W
Поправочный коэффициент:	1.000	
Основание для поправки:		
☐ Развернуть LVK на 90° (US-EU Roadway)		

Приложение Б

(справочное)

Многоцветный RGB светодиодный модуль

27 Шт.

PROLED L16100 Bar Triled RGB IP 65

№ изделия: L16100

Световой поток (Светильник): 1288 lm

Световой поток (Лампы): 1288 lm

Мощность светильников: 67.0 W

Классификация светильников по CIE: 100

CIE Flux Code: 90 98 100 100 87

Комплектация: 1 x LED Blue (Поправочный коэффициент 1.000), 1 x LED Green (Поправочный коэффициент 1.000), 1 x LED Red (Поправочный коэффициент 1.000).



Общие положения		Описание		Техника	
Red Green Blue					
Лампы:		LED Red		...	
Световой поток:		370	lm		
Мощность :		19.4	W		
Поправочный коэффициент:		1.000			
Основание для поправки:					
☐		Развернуть LVK на 90° (US-EU Roadway)			

Общие положения		Описание		Техника	
Red Green Blue					
Лампы:		LED Green		...	
Световой поток:		730	lm		
Мощность :		23.8	W		
Поправочный коэффициент:		1.000			
Основание для поправки:					
☐		Развернуть LVK на 90° (US-EU Roadway)			

Общие положения		Описание		Техника	
Red Green Blue					
Лампы:		LED Blue		...	
Световой поток:		188	lm		
Мощность :		23.8	W		
Поправочный коэффициент:		1.000			
Основание для поправки:					
☐		Развернуть LVK на 90° (US-EU Roadway)			

Приложение В

(справочное)

RGBW светодиодный прожектор

2 шт.

PROLED L1303X Wallwasher XL RGBW DMX

№ изделия: L1303X

Световой поток (Светильник): 20040 lm

Световой поток (Лампы): 20040 lm

Мощность светильников: 621.0 W

Классификация светильников по CIE: 100

CIE Flux Code: 94 99 100 100 94

Комплектация: 2 x 1 x LED 6800K (Поправочный коэффициент 1.000), 2 x 1 x LED Blue (Поправочный коэффициент 1.000), 2 x 1 x LED Green (Поправочный коэффициент 1.000), 2 x 1 x LED Red (Поправочный коэффициент 1.000).



Общие положения	Описание	Техника
White Red Green Blue White Red		
Лампы: LED 6800K		
Световой поток:	4510 lm	
Мощность :	80.5 W	
Поправочный коэффициент:	1.000	
Основание для поправки:		
☐ Развернуть LVK на 90° (US-EU Roadway)		

Общие положения	Описание	Техника
White Red Green Blue White Red		
Лампы: LED Red		
Световой поток:	1660 lm	
Мощность :	63.0 W	
Поправочный коэффициент:	1.000	
Основание для поправки:		
☐ Развернуть LVK на 90° (US-EU Roadway)		

Общие положения	Описание	Техника
White Red Green Blue White Red		
Лампы: LED Green		
Световой поток:	3220 lm	
Мощность :	85.0 W	
Поправочный коэффициент:	1.000	
Основание для поправки:		
☐ Развернуть LVK на 90° (US-EU Roadway)		

Общие положения	Описание	Техника
White Red Green Blue White Red		
Лампы: LED Blue		
Световой поток:	630 lm	
Мощность :	82.0 W	
Поправочный коэффициент:	1.000	
Основание для поправки:		
☐ Развернуть LVK на 90° (US-EU Roadway)		

Приложение Г

(справочное)

RGB светодиодный прожектор

24 Шт.

PROLED L17318 Spot Light IP65 1x 3W TRILED RGB - 30 deg

№ изделия: L17318

Световой поток (Светильник): 55 lm

Световой поток (Лампы): 55 lm

Мощность светильников: 4.3 W

Классификация светильников по CIE: 100

CIE Flux Code: 93 98 100 100 93

Комплектация: 1 x LED Blue (Поправочный коэффициент 1.000), 1 x LED Green (Поправочный коэффициент 1.000), 1 x LED Red (Поправочный коэффициент 1.000).



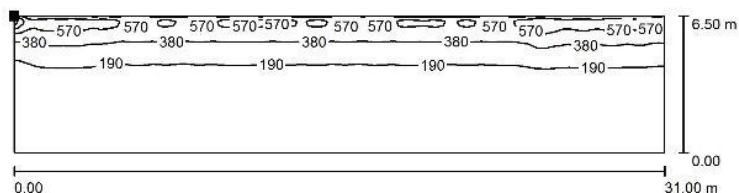
Общие положения	Описание	Техника
Red Green Blue Лампы: LED Red Световой поток: 15 lm Мощность : 1.2 W Поправочный коэффициент: 1.000 Основание для поправки: ☐ Развернуть LVK на 90° (US-EU Roadway)		
Red Green Blue Лампы: LED Green Световой поток: 30 lm Мощность : 1.6 W Поправочный коэффициент: 1.000 Основание для поправки: ☐ Развернуть LVK на 90° (US-EU Roadway)		
Red Green Blue Лампы: LED Blue Световой поток: 10 lm Мощность : 1.5 W Поправочный коэффициент: 1.000 Основание для поправки: ☐ Развернуть LVK на 90° (US-EU Roadway)		

Приложение Д

(справочное)

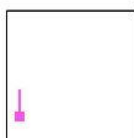
Светотехнический расчет поверхностей при освещении белым светодиодным модулем.

Копии к Наружная сцена 1 / сф / Расчетные поверхности 3 / Изолинии (Е, вертикальн.)



Значения в Lux, Масштаб 1 : 222

Расположение поверхности снаружи:
Выделенная точка: (15.500 m, 26.500 m,
19.850 m)



Растр: 128 x 128 Точки

E_{cp} [lx]
195

E_{min} [lx]
31

E_{max} [lx]
972

E_{min} / E_{cp}
0.157

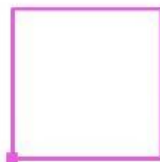
E_{min} / E_{max}
0.032

Копии к Наружная сцена 1 / сф / Элемент полов 1 / Поверхность 1 / Изолинии (Е)



Значения в Lux, Масштаб 1 : 1173

Расположение поверхности снаружи:
Выделенная точка: (0.000 m, 0.000 m,
0.100 m)



Растр: 128 x 128 Точки

E_{cp} [lx]
1.49

E_{min} [lx]
0.00

E_{max} [lx]
166

E_{min} / E_{cp}
0.000

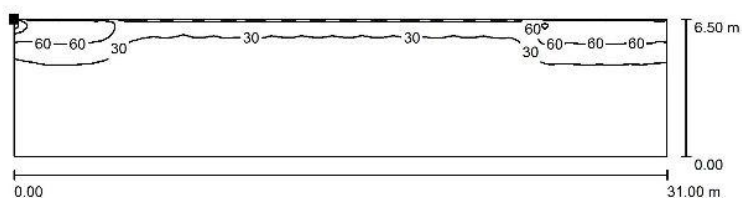
E_{min} / E_{max}
0.000

Приложение Е

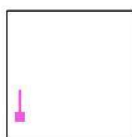
(справочное)

Светотехнический расчет поверхностей при освещении белым светодиодным модулем с применением светофильтров

Наружная сцена 1 / сф / Расчетные поверхности 3 / Изолинии (Е, вертикальн.)



Расположение поверхности снаружи:
Выделенная точка: (15.500 m, 26.500 m,
19.850 m)

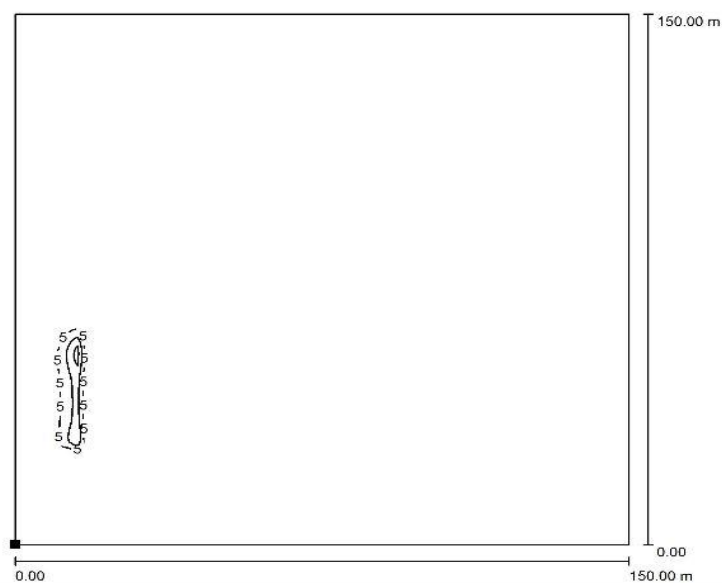


Значения в Lux, Масштаб 1 : 222

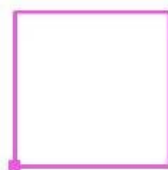
Растр: 128 x 128 Точки

E_{cp} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{cp}	E_{min} / E_{max}
17	1.99	129	0.114	0.015

Наружная сцена 1 / сф / Элемент полов 1 / Поверхность 1 / Изолинии (Е)



Расположение поверхности снаружи:
Выделенная точка: (0.000 m, 0.000 m,
0.100 m)



Значения в Lux, Масштаб 1 : 1173

Растр: 128 x 128 Точки

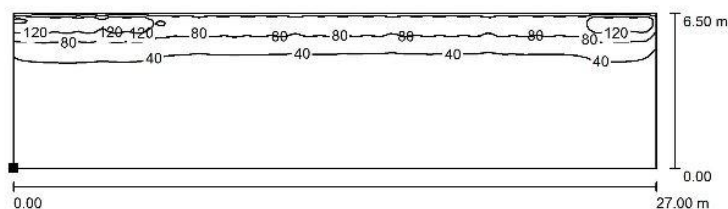
E_{cp} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_{cp}	E_{min} / E_{max}
0.14	0.00	18	0.000	0.000

Приложение Ж

(справочное)

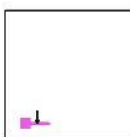
Светотехнический расчет поверхностей при освещении RGB светодиодным модулем

Наружная сцена 1 / цвет / Расчетные поверхности 4 / Изолинии (E, вертикальн.)



Значения в Lux, Масштаб 1 : 194

Расположение поверхности снаружи:
Выделенная точка: (24.600 m, 17.200 m,
13.350 m)



Растр: 128 x 128 Точки

E_{cp} [lx]
36

E_{min} [lx]
8.46

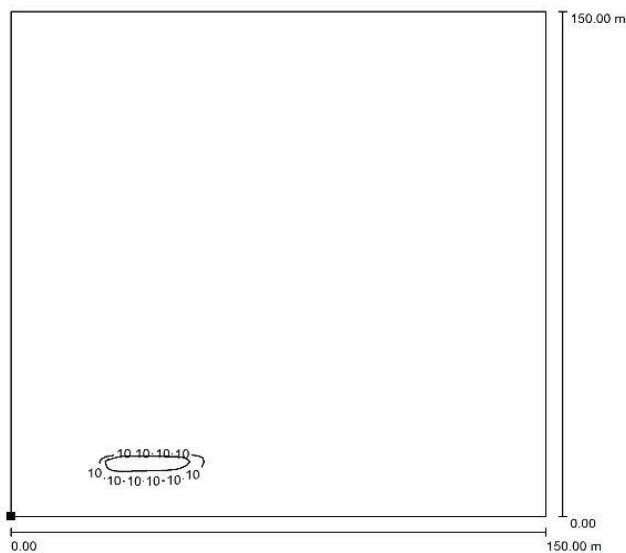
E_{max} [lx]
171

E_{min} / E_{cp}
0.238

E_{min} / E_{max}
0.049

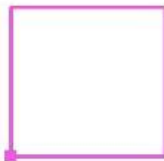
Вращение: 90.0°

Наружная сцена 1 / цвет / Элемент полов 1 / Поверхность 1 / Изолинии (E)



Значения в Lux, Масштаб 1 : 1173

Расположение поверхности снаружи:
Выделенная точка: (0.000 m, 0.000 m,
0.100 m)



Растр: 128 x 128 Точки

E_{cp} [lx]
0.29

E_{min} [lx]
0.00

E_{max} [lx]
31

E_{min} / E_{cp}
0.000

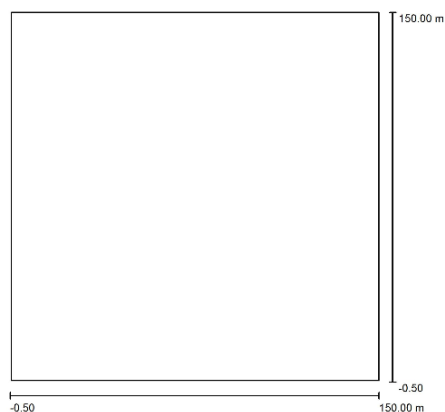
E_{min} / E_{max}
0.000

Приложение К

(справочное)

Данные компоновки белых светодиодных модулей без светофильтров и со светофильтрами

Копии «Наружная сцена 1 / без светофильтров / Данные компоновки



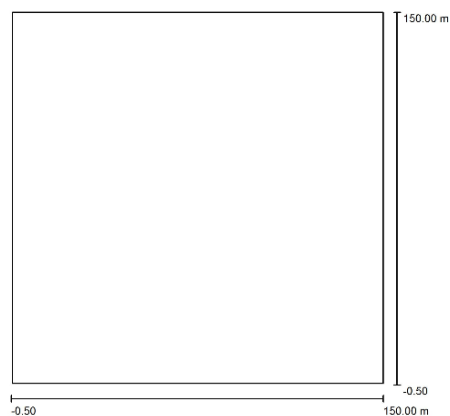
Коэффициент эксплуатации: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Масштаб 1:1395

Ведомость светильников

№	Шт.	Обозначение (Поправочный коэффициент)	Φ (Светильник) [lm]	Φ (Лампы) [lm]	P [W]
1	92	PROLED L11234 Bar Delta MONO IP65 350mm - W (1.000)	900	900	20.1
			Всего: 82800	Всего: 82800	1849.2

Наружная сцена 1 / сф / Данные компоновки



Коэффициент эксплуатации: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Масштаб 1:1395

Ведомость светильников

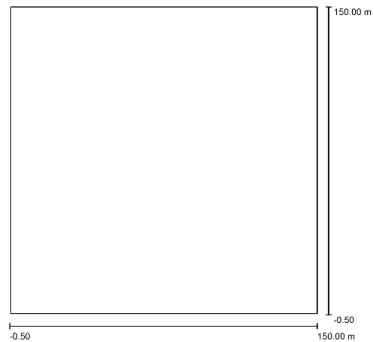
№	Шт.	Обозначение (Поправочный коэффициент)	Φ (Светильник) [lm]	Φ (Лампы) [lm]	P [W]
1	92	PROLED L11234 Bar Delta MONO IP65 350mm - W (1.000)	900	900	20.1
			Всего: 82800	Всего: 82800	1849.2

Приложение Л

(справочное)

Данные компоновки белых светодиодных модулей со светофильтрами

Наружная сцена 1 / сф / Данные компоновки



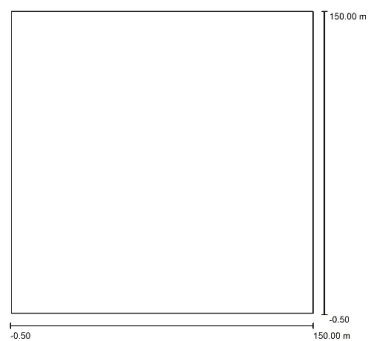
Коэффициент эксплуатации: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Масштаб 1:1395

Ведомость светильников

№	Шт.	Обозначение (Поправочный коэффициент)	Φ (Светильник) [lm]	Φ (Лампы) [lm]	P [W]
1	92	PROLED L11234 Bar Delta MONO IP65 350mm - W (1.000)	900	900	20.1
			Всего: 82800	Всего: 82800	1849.2

Наружная сцена 1 / зеленый светофильтр / Данные компоновки



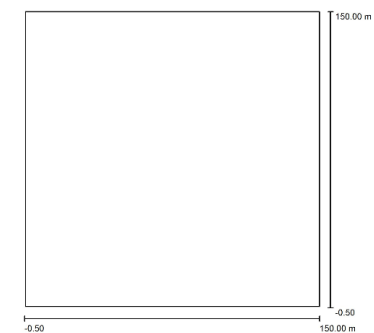
Коэффициент эксплуатации: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Масштаб 1:1395

Ведомость светильников

№	Шт.	Обозначение (Поправочный коэффициент)	Φ (Светильник) [lm]	Φ (Лампы) [lm]	P [W]
1	36	PROLED L11234 Bar Delta MONO IP65 350mm - W (1.000)	900	900	20.1
			Всего: 32400	Всего: 32400	723.6

Наружная сцена 1 / фиолет светофильтр / Данные компоновки



Коэффициент эксплуатации: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Масштаб 1:1395

Ведомость светильников

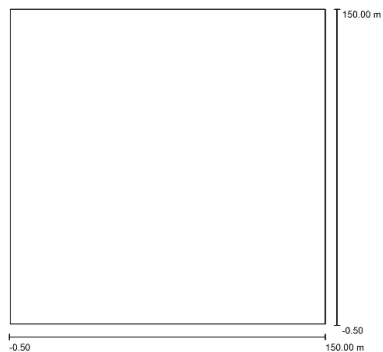
№	Шт.	Обозначение (Поправочный коэффициент)	Φ (Светильник) [lm]	Φ (Лампы) [lm]	P [W]
1	56	PROLED L11234 Bar Delta MONO IP65 350mm - W (1.000)	900	900	20.1
			Всего: 50400	Всего: 50400	1125.6

Приложение М

(справочное)

Данные компоновки многоцветных (RGB) светодиодных модулей

Наружная сцена 1 / RGB / Данные компоновки



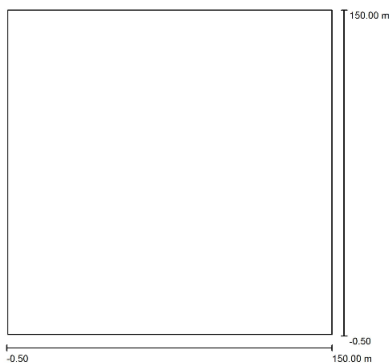
Коэффициент эксплуатации: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Масштаб 1:1395

Ведомость светильников

№	Шт.	Обозначение (Поправочный коэффициент)	Φ (Светильник) [lm]	Φ (Лампы) [lm]	P [W]
1	27	PROLED L16100 Bar Triled RGB IP 65 (1.000)	1288	1288	67.0
Всего:			34776	34776	1809.0

Наружная сцена 1 / фиолетовый / Данные компоновки



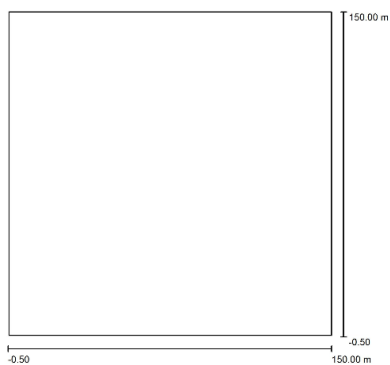
Коэффициент эксплуатации: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Масштаб 1:1395

Ведомость светильников

№	Шт.	Обозначение (Поправочный коэффициент)	Φ (Светильник) [lm]	Φ (Лампы) [lm]	P [W]
1	18	PROLED L16100 Bar Triled RGB IP 65 (1.000)	1288	1288	67.0
Всего:			23184	23184	1206.0

Наружная сцена 1 / зеленый / Данные компоновки



Коэффициент эксплуатации: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Масштаб 1:1395

Ведомость светильников

№	Шт.	Обозначение (Поправочный коэффициент)	Φ (Светильник) [lm]	Φ (Лампы) [lm]	P [W]
1	9	PROLED L16100 Bar Triled RGB IP 65 (1.000)	1288	1288	67.0
Всего:			11592	11592	603.0