Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

“САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ”

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Разработка дизайна освещения интерьера ресторана с учётом влияния цветотемпературы на восприятие интерьера

Автор Михайлова Марта Генриховна
(Фамилия, Имя, Отчество) (Подпись)

Направление подготовки (специальность) 44.03.04 Профессиональное обучение

Квалификация бакалавр
(бакалавр, инженер, магистр)

Руководитель Меженин Александр Владимирович, к. т. н., доцент
(Фамилия, И., О., ученое звание, степень) (Подпись)

К защите допустить

Зав. кафедрой _____ _____
(Фамилия, И., О., ученое звание, степень) (Подпись)

“___”_____ 20 ____г.

Санкт-Петербург, 2018 г.

Студент Михайлова М. Г. Группа Р3473 Кафедра ГТ Факультет ПИиКТ

(Фамилия, И,О.)

Направленность (профиль), специализация 44.03.04 Профессиональное обучение

Консультант (ы):

а) _____ _____

(Фамилия, И., О., ученое звание, степень) (Подпись)

б)_____ _____

(Фамилия, И., О., ученое звание, степень) (Подпись)

ВКР принята “____”_____20 ____г.

Оригинальность ВКР _____%

ВКР выполнена с оценкой _____

Дата защиты “____”_____20 ____г.

Секретарь ГЭК _____ _____

(ФИО) (подпись)

Листов хранения _____

Демонстрационных материалов/Чертежей хранения _____

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

“САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ”

УТВЕРЖДАЮ

Зав. Кафедрой Смолин А.А. _____

(подпись)

«____» «_____» 20___ г.

З А Д А Н И Е

НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

Студенту Михайлове Марте Генриховне **Группа** P3473 **Кафедра** ГТ **Факультет** ПИиКТ

Руководитель Меженин Александр Владимирович, к.т.н., доцент кафедры ГТ СПб НИУ ИТМО

1 Наименование темы: Разработка дизайна освещения ресторана с учётом влияния цветотемпературы на восприятие интерьера

Направление подготовки (специальность) 44.03.04 - Профессиональное обучение

Направленность (профиль) Компьютерная графика и дизайн

Квалификация бакалавр

2 Срок сдачи студентом законченной работы «___» «_____» 20_____г.

3 Техническое задание и исходные данные к работе

Выполнить моделирование и визуализацию освещения ресторана с использованием пакета трехмерной графики Autodesk 3ds Max. Создать светотехнический проект освещения с использованием программы расчета и проектирования освещения DIALux

4 Содержание выпускной работы (перечень подлежащих разработке вопросов)

- Обзор информации по теме
- Моделирование и визуализация освещения

- Анкетирование
- Создание светотехнического проекта
- Оформление пояснительной записки. Создание презентации

5 Перечень графического материала (с указанием обязательного материала)

Визуализации освещения интерьера ресторана с разными значениями цветотемпературы, светотехнический проект

6 Исходные материалы и пособия Нет

7. Дата выдачи задания «____» «_____» 20____г.

Руководитель ВКР _____

(подпись)

Задание принял к исполнению_____ «____» «_____» 20____г.

(подпись)

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

“САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МЕХАНИКИ И ОПТИКИ”

АННОТАЦИЯ

ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Студент Михайлова Марта Генриховна

Наименование темы ВКР: Разработка дизайна освещения ресторана с учётом влияния цветотемпературы на восприятие интерьера

Наименование организации, где выполнена ВКР Университет ИТМО

ХАРАКТЕРИСТИКА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

1 Цель исследования

Разработка дизайна освещения ресторана с учётом влияния цветотемпературы на восприятие интерьера и создание светотехнического проекта разработанного решения

2 Задачи, решаемые в ВКР

- обзор информации по теме
- моделирование и визуализация освещения
- создание светотехнического проека
- анализ результатов

3 Число источников, использованных при составлении обзора 12

4 Полное число источников, использованных в работе 22

5 В том числе источников по годам

Отечественных			**Иностранных**		
Последние 5 лет	От 5 до 10 лет	Более 10 лет	Последние 5 лет	От 5 до 10 лет	Более 10 лет
2	2	4	1	2	1

6 Использование информационных ресурсов Internet Да, 9

7 Использование современных пакетов компьютерных программ и технологий (Указать, какие именно, и в каком разделе работы)

Пакеты компьютерных программ и технологий	**Параграф работы**
Autodesk 3ds Max 2016 Student	
DIALux evo 8	
Microsoft Word 2016	
Microsoft Power Point 2016	

8 Краткая характеристика полученных результатов

Разработан дизайн освещения интерьера ресторана, проведен анализ результатов анкетирования и создан светотехнический проект

9 Полученные гранты, при выполнении работы Нет

10 Наличие публикаций и выступлений на конференциях по теме выпускной работы Нет

а) 1 _____

(Библиографическое описание публикаций)

2_____

3_____

_____

_____

_____

б) 1_____

(Библиографическое описание выступлений на конференциях)

2_____

3_____

_____

_____

Студент _____ _____

(ФИО) (подпись)

Руководитель _____ _____

(ФИО) (подпись)

“_____”_____20___г.

Содержание

Введение.....9

1 Глава. Световое оформление ресторанов.....11

1.1 Цветовая температура и освещенность.....14

1.2 Кривая Круитхофа.....14

1.3 Влияние цветовой температуры на пространственное восприятие и эмоции клиентов.....16

1.4 Выводы.....18

2 Глава. Практическая часть.....20

2.1 Подготовка интерьера.....20

2.2 Освещение выбранного интерьера в программе 3Ds Max.....23

2.3 Подготовка визуализаций интерьеров.....25

2.4 Анкетирование.....30

2.5 Создание светотехнического проекта в программе DIALux.....38

Заключение.....51

Список литературы.....52

Введение

Свет окружает людей везде. Он воздействует на каждого, вне зависимости от предпочтений и образа жизни, карьеры и уровня знаний. Чаще всего люди даже не замечают, как свет влияет на их повседневную жизнь — солнечное летнее небо или светящийся экран смартфона. Что же касается интерьера и архитектуры, то свет стал одним из главных элементов, и развитие такой профессии как световой дизайнер шагнуло далеко вперед. Энергосберегающие технологии, светодиоды, развитие акцентного и декоративного освещения, беспроводные технологии управления освещением, как интенсивностью, так и тоном — все это сильно изменило интерьерную и экстерьерную среду, а вместе с ними и жизнь человека во всех сферах его существования.

Освещение — один из важных элементов интерьера, который влияет на формирование среды ресторана, увеличивая или уменьшая позитивный опыт клиентов посещения заведения.

Правильно выбранное и спланированное освещение способно не только выгодно показать интерьер ресторана, но также повлиять на эмоциональные состояния клиентов и повысить конкурентоспособность заведения.

Одна из главных характеристик света — цветотемпература. Данная работа будет проводиться на основе нескольких исследований, подтверждающих влияние цветотемпературы на восприятия пространства и на эмоциональные состояния клиентов, так как это легко регулируемый показатель, не требующий дополнительных затрат.

Актуальность данной работы заключается в том, что трехмерное моделирование света позволяет показать возможный результат дизайн-проекта освещения, не ограничивая себя доступными в реальности ресурсами. 3D-моделирование предоставляет возможность ничем неограниченного проектирования, что является полезным не только для подготовки проектов для реальных заказчиков, но и для творческих работ.

Использование программ расчета и проектирования освещения также дает возможность не только предоставить готовую проектную документацию, но и предположить, как будет освещено то или иное пространство.

Целью данной работы является создание 3D-визуализаций интерьера ресторана, демонстрирующие дизайн-проект освещения с различными вариантами значений цветовой температуры, дальнейший выбор оптимального решения посредством анкетирования и реализация светотехнического проекта оптимального решения освещения.

Задачи работы

- Обзор информации по теме
- Подготовка модели интерьера ресторана
- Моделирование и визуализация освещения ресторана с разными значениями цветовой температуры
- Анкетирование для выявления оптимального значения цветовой температуры
- Создание светотехнического проекта выбранного решения

1 СВЕТОВОЕ ОФОРМЛЕНИЕ РЕСТОРАНОВ

Освещение является одним из главных элементов, которые вносят незаменимый вклад в создание ресторанной среды, улучшающую позитивный опыт клиентов. Однако, световые решения разнятся от ресторана к ресторану, в зависимости от типа рассматриваемого ресторана. В общем, рестораны можно разделить на три типа: дорогие (лаундж-бары, рестораны при отелях), обычные (например, семейные) и общественные рестораны (например, столовые, кафе быстрого питания). Данная работа рассматривает в основном рестораны первого типа, в которых световое оформление больше определяется атмосферой пространства ресторана [1]. Тем не менее, полученные в ходе данной работы результаты могут быть применены как общая концепция и для остальных типов ресторанов.

В наши дни светодиодные технологии позволяют реализовывать различные возможности смены цветовых характеристик света и, также, светодиодные светильники малы в размерах, что дает большую свободу при световом дизайне, нежели более старые источники света. Светодиоды являются недорогим оборудованием и имеют низкую температуру нагрева. Светодиодные технологии определенно упрощают работу световых дизайнеров — создание привлекательных и уникальных обстановок, таких как романтические рестораны и бары. Работа над световой атмосферой часто используется для влияния на эмоции клиентов в разных средах (например, в ресторанах и магазинах), и светодиодное освещение стало популярным элементом увеличения привлекательности атмосферы ресторанов.

В действительности, некоторые современные рестораны используют светодиодное освещение для создания уникальной атмосферы, чтобы улучшить опыт потребления пищи, тем самым мотивируя клиентов к повторному посещению заведения. Разные типы ресторанов имеют разную атмосферу в соответствии с их тематикой. Некоторые рестораны улучшают тихую обстановку посредством теплого освещения и спокойной музыки, мотивируя клиентов оставаться в заведении дольше и общаться с друзьями. Другие же устраивают

пространство таким образом, чтобы клиент воспринимал чистую и яркую картинку, заставляя их тем самым иметь более активное физическое взаимодействие со средой. Используя преимущества характеристик светодиодного освещения, дизайнеры имеют возможности легко манипулировать светом и быстро создавать уникальные обстановки, соответствующие нуждам конкретных ресторанов и, в то же время, удовлетворяя клиентов во многих аспектах. Световые дизайнеры могут настроить светодиодные светильники на низкую цветовую температуру, чтобы обеспечить теплую и уютную обстановку (рис. 1.1) или настроить высокую температуру для поддержания яркого впечатления, которое бы заставляло клиентов активно взаимодействовать со средой.



Рисунок 1.1 — Освещение ресторана с низкими значениями цветовой температуры

Световые характеристики могут влиять на атмосферу ресторана в аспектах пространства и эмоций клиентов. Обычно клиенты предпочитают теплый белый

свет в таких пространствах, как гостиная или офис, потому что теплый белый свет воспринимается как менее яркий, уютный и напряженный нежели холодный белый свет. Напротив, для витрины ювелирного магазина система освещения с холодными цветовыми характеристиками света будет являться подходящей для увеличения желания клиентов приобрести ювелирные изделия (рис. 1.2). Очевидно, что разные по функционалу места требуют разных световых решений. Что касается ресторанных помещений, то невозможно не считать свет катализатором улучшения качества пространства, что увеличивает положительные впечатления клиентов от опыта пребывания в ресторане. Например, яркое освещение может подсознательно вызывать у клиентов ощущения пространства как более просторного, и передавать ощущения свободы и релаксации. Также, за клиентами наблюдается большее намерение остаться в теплой и приятной обстановке, в которой свет используется для усиления позитивных ощущений [12].



Рисунок 1.2 — Витрина ювелирного магазина Cartier

Подводя итог, клиенты ищут ресторан, который не только снабдит их вкусной пищей, но еще и обеспечит приятную обстановку, в которой они смогут насладиться великолепным опытом, наслаждаясь пищей.

Как было замечено ранее, каждый ресторан разрабатывает свой уникальный стиль в рамках атмосферы, в том числе посредством настройки световых характеристик. Для создания уникального пространства дизайнеры должны понимать отношения между характеристиками света.

1.1 Цветотемпература и освещенность

Цветотемпература, освещенность и цветопередача являются тремя основными световыми характеристиками. Цветовая температура определяется как “температура черного тела, при которой его излучение имеет ту же цветность, что и рассматриваемое излучение” [7]. Цветовая температура излучения измеряется в градусах Кельвина (K).

По цветности излучения все источники света разделены на три группы: теплые (≤ 3500K), средние (3500K– 5300K) и холодные (≥ 5300K).

Цвет света становиться красноватым, когда цветовая температура меньше 3000K, и представляется теплым цветом. Когда цвет ближе к голубому (синему), значение цветовой температуры больше 5000K, и цвет света считается холодным.

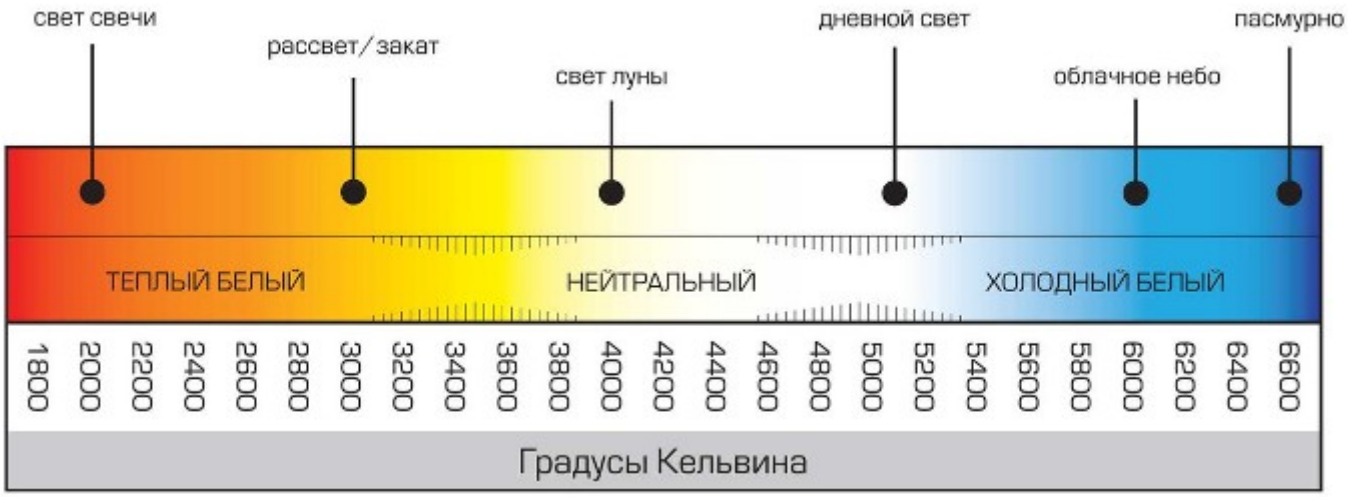


Рисунок 1.3 — Шкала значений цветовой температуры

Освещенность определяется как “величина светового потока, падающего на единицу поверхности” [7]. Единица измерения освещенности — люкс (лк).

Освещенность — критический фактор, используемый для манипуляций с освещением интерьеров. Согласно СНиП 23-05-95 «ЕСТЕСТВЕННОЕ И ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ» оптимальное качество освещения пространства зависит от типа активности, проходящего в нем. Освещенность размером 100 люксов предлагается для освещения рабочих мест, в которых предполагается мало или отсутсвие зрительной работы; 300 люксов предлагается для мест, используемых для проведения зрительных работ высокого контраста и большого масштаба; 500 люксов предлагается для освещения зрительных работ среднего контраста и маленького размера.

Более того, СНиП 2.08.02-89 «Проектирование предприятий общественного питания» предлагают 200 люксов для освещения обеденных залов ресторанов, кафе, баров, и 200-300 люксов для освещения столиков посетителей [2]. Подводя итоги вышесказанному, примерно 200 люксов можно считать оптимальной освещенностью для ресторана. Однако, для разных ресторанов значение освещенности будет отличаться. Например, согласно Американскому Национальному Институту Стандартов (ANSI) и Обществу производителей осветительного оборудования Северной Америки (IESNA), системы искусственного освещения помещений общественного питания должны соответствовать определенным требованиям, в зависимости от типа ресторана [21]. Уровень освещенности столиков посетителей в кафетериях должен в среднем удерживаться на значении 150 люксов или больше. В обычных кафе и местах быстрого питания требуется уровень освещенности в значении 100 люксов. Для ресторанов высокого класса, или дорогих, как было упомянуто ранее, достаточно освещенности в 30 люксов. Во всех типах ресторанов предусмотрена возможность снижения яркости источников света при наличии естественного освещения в дневное время, но система освещения должна быть спроектирована без учета естественного света.

Что касается цветовой температуры, в СНиП 23-05-95 «ЕСТЕСТВЕННОЕ И ИСКУССТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ» для большинства видов работ и помещений рекомендуются источники света со средним значением цветовой температуры (4000K). А конкретные диапазоны значений цветовой температуры источников света приведены только для витринного освещения (для тканей, галантереи, обуви, мехов — 2800K–5000K, для посудо-хозяйственных товаров, электротоваров, хлеба, бакалеи — 2800K–3000K, для мясных и молочных продуктов, гастрономии овощей и фруктов — 2800K–3500K, для рыбных продуктов — 4500K–6500K) и определенного типа зрительных работ.

Дизайнеры интерьера используют цветовую температуру для создания определенного пространственного представления, регулируя цветовой тон источников освещения. Использование низкой цветовой температуры создает “теплую” обстановку, в то время, как высокая цветовая температура создает впечатление о “холодно” выглядящем пространстве [1].

1.2 Кривая Круитхофа

С появлением люминесцентных источников света в 1941 году, голландский ученый Круитхоф приступил к проведению экспериментов, чтобы разработать руководство к использованию искусственного освещения. Круитхоф менял цветовую температуру и яркость источника освещения, а участники эксперимента сообщали ему, приятен или нет для них источник освещения. В итоге, Круитхоф создал график с тремя областями: нижняя область соответствует показателям, которые были описаны как “холодные и тусклые”, верхняя область соответствует неестественно яркому источнику света красного оттенка, а средняя — определяет показатели источника света, который комфортен для глаз [23].

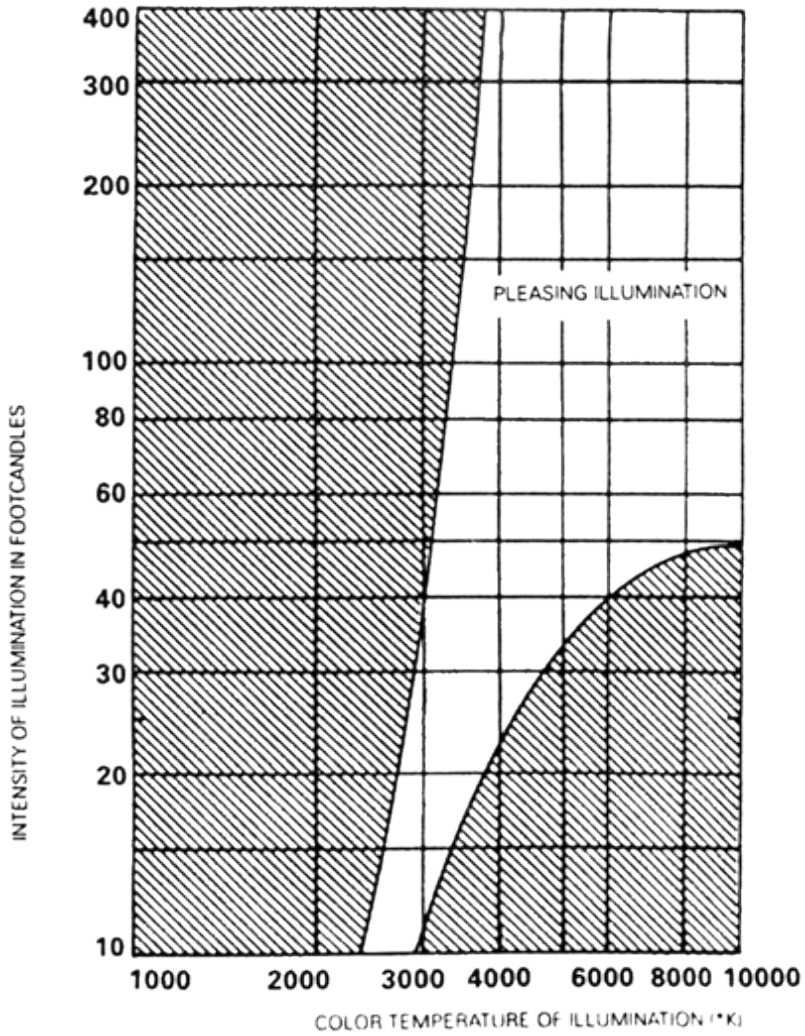


Рисунок 1.4 — Кривая Круитхофа

При дальнейшем анализе таких характеристик источников света как цветотемпература и освещенность жеалтельно учесть их взаимосвязь и оценить, на какую область кривой Круитхофа приходится их отношение.

1.3 Влияние цветовой температуры на пространственное восприятие и эмоции клиентов

Авторы The psychological and physiological effects of Light and colour on space users [11] предположили, что интенсивность света и его цветность — два важных фактора, которые могут влиять на производительность человека в определенном пространстве. Яркое освещение может стимулировать большинство людей, в то

же время, теплый свет расслабляет и замедляет движения клиентов. Свет выступает как эффективный компонент обстановки, вызывая удовольствие и возбуждение, тем самым мотивируя клиентов тратить больше времени и денег и повышая их желание оставаться в заведении дольше. Этот положительный и приятный опыт увеличивает вероятность возвращения клиента в ресторан. Поэтому очевидно, что грамотной регулировкой световых характеристик, в особенности цветовой температуры, можно управлять эмоциональным состоянием и пространственным восприятием клиентов, тем самым добиваясь поставленных целей ресторана.

Относительно цветовой температуры, некоторые исследования показали, что клиенты ощущают теплоту, когда цветовая температура ниже 3300K и чувствуют прохладу при температуре выше 5300K. Середина теплоты возникает в промежутке между 3300K и 5300K.

В исследованиях Дурака и его коллег [14] было обращено особое внимание как интенсивность света по-разному влияет на настроение клиентов и их впечатление в зависимости от разных регуляций световых характеристик. Например, 2000 люксов оказались предпочтительнее 500 люксов, когда испытуемые говорили о комфорте, пространственности, яркости и насыщенности на рабочем месте. 4000K было предпочтительнее, чем 2700K для создания впечатления “комфорта и пространства”, в то время как 2700K было выбрано как “расслабляющее” освещение. Выражения “теплая” и “холодная” температуры часто были использованы как способ описания света.

В итоге, предполагается, что смена цветовой температуры должна иметь большое влияние на эмоциональное состояние и впечатление клиентов относительно обстановки ресторана.

1.3 Выводы

Проанализировав всё выше сказанное, можно сделать следующие выводы:

- значение цветовой температуры источников света должно находится в пределах 2700K — 6500K;

- уровень освещенности столиков ресторана по российским нормам равняется 200 люксам, а по американским — 150 люксов. Так как российские нормы датируются 1995 годом, а американские — 2011, при расчете освещенности будет также учитываться более актуальное значение уровня освещенности иностранных коллег и допустимым будет считаться диапазон 150 — 200 люксов;
- желательно, чтобы отношение полученных значений цветовой температуры и освещенности попадало в “комфортную” область кривой Круитхофа.

2 ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Подготовка интерьера

При подготовке интерьера ресторана для последующего освещения, был проведен поиск оптимального интерьера, который бы представлял общую концепцию дорогого ресторана. Такой интерьер был найден на сайте evermotion.org [14].

Evermotion — это компания, которая занимается производством 3D-моделей, 3D-сцен, текстур и уроков по 3D-графике высокого качества.

Главными продуктами Evermotion являются коллекции 3D-моделей и сцен: Archmodels (модели), Archinteriors (интерьеры) и Archexteriors (экстерьеры), HD Машины and 3-модели людей.

Evermotion также является дилером программного обеспечения трехмерной графики, и сотрудничает с такими компаниями, как Chaos Group (Vray), Corona Renderer и другие.

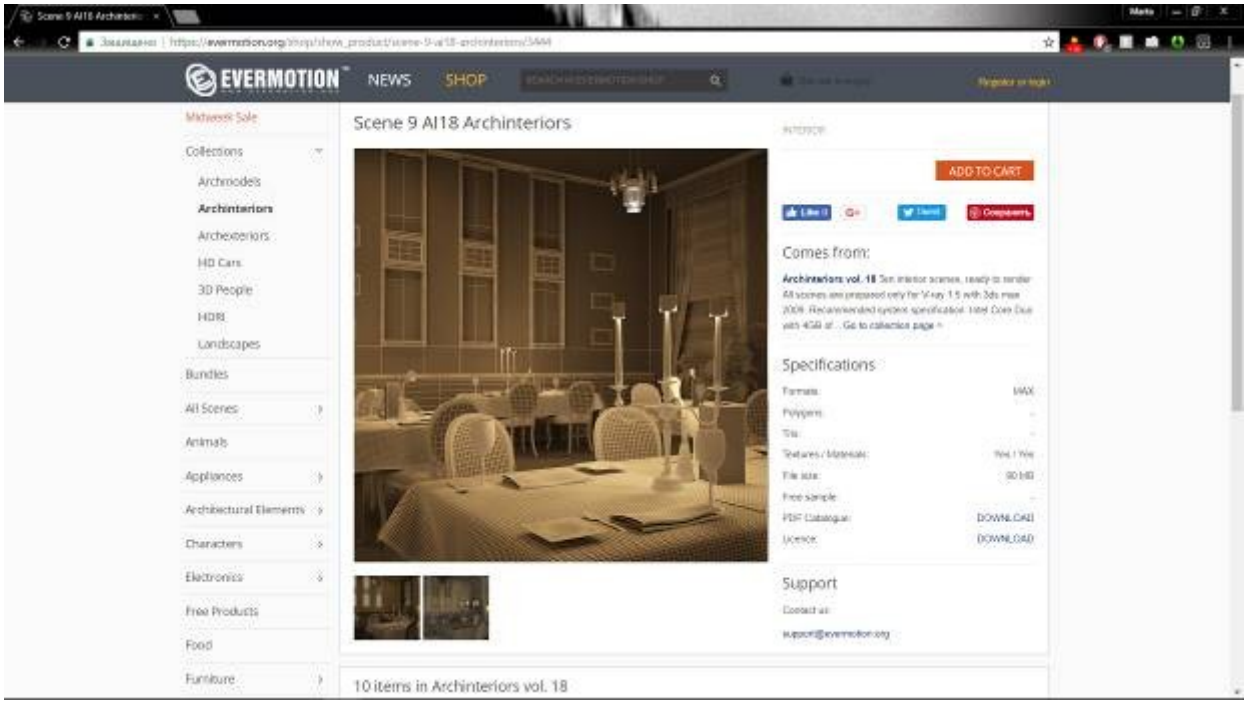


Рисунок 2.1 — Скриншот страницы выбранного интерьера на сайте Evermotion

Выбранный интерьер является частью коллекции интерьеров Archinteriors vol. 18.

Интерьер был проверен на соответствие санитарным нормам и правилам и успешно прошел проверку [2].

Также обои и пол выбранного интерьера были изменены для получения двух дополнительных интерьеров с другими визуальными характеристиками. Текстуры паркетов и обоев были найдены на сайтах Viz People[15] и 3ddd.ru [16].



Рисунок .2.2 — Текстуры обоев и пола Интерьера №1

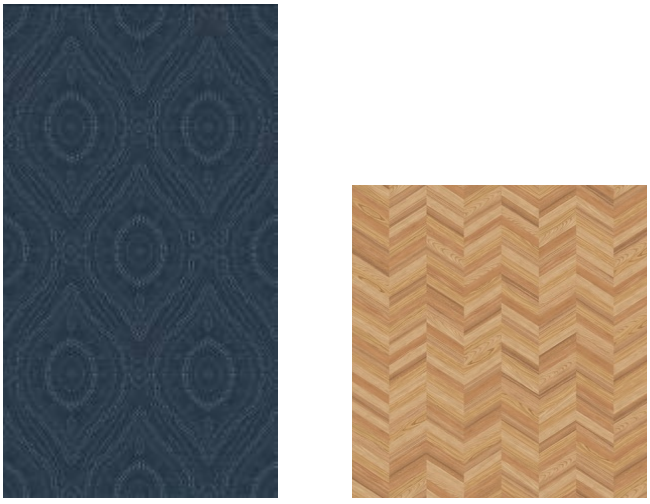


Рисунок .2.3 — Текстуры обоев и пола Интерьера №2



Рисунок 2.4 — Текстуры обоев и пола Интерьера №3

2.1.1 Светильники в интерьере

В данном интерьере присутствует люстра, и было решено использовать ее для дальнейшего освещения интерьера. У люстры 9 рожков — 8 по окружности и 1 в центре. В люстре размещены VRayLight с приведенными ниже характеристиками.

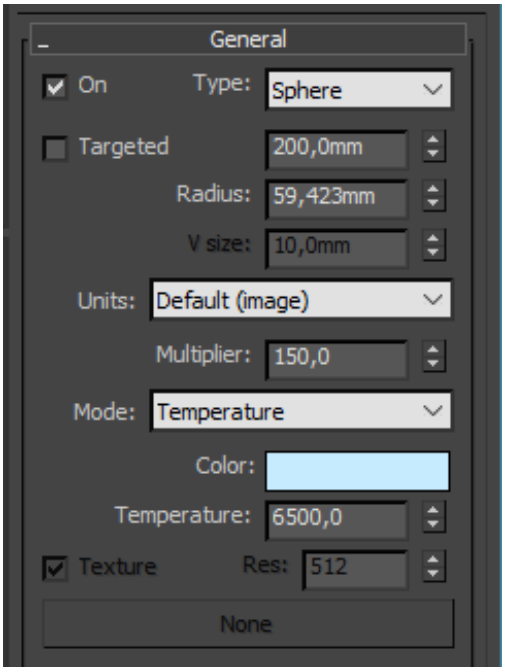


Рисунок 2.5 — Скриншот настроек VRayLight в программе 3Ds Max

При дальнейшей подготовки рендеров для опроса будет меняться значение цветовой температуры данных VRayLightов.



Рисунок 2.6 — Люстра из сцены выбранного интерьера

На столах ресторана стоят свечи, которые будут использоваться как акцентное освещение.

2.2 Освещение интерьера в программе 3Ds Max

Система освещения проектируется для помещения в общем, не привязываясь к схеме расположения столов в ресторане, что позволяет менять положение мебели в дальнейшем.

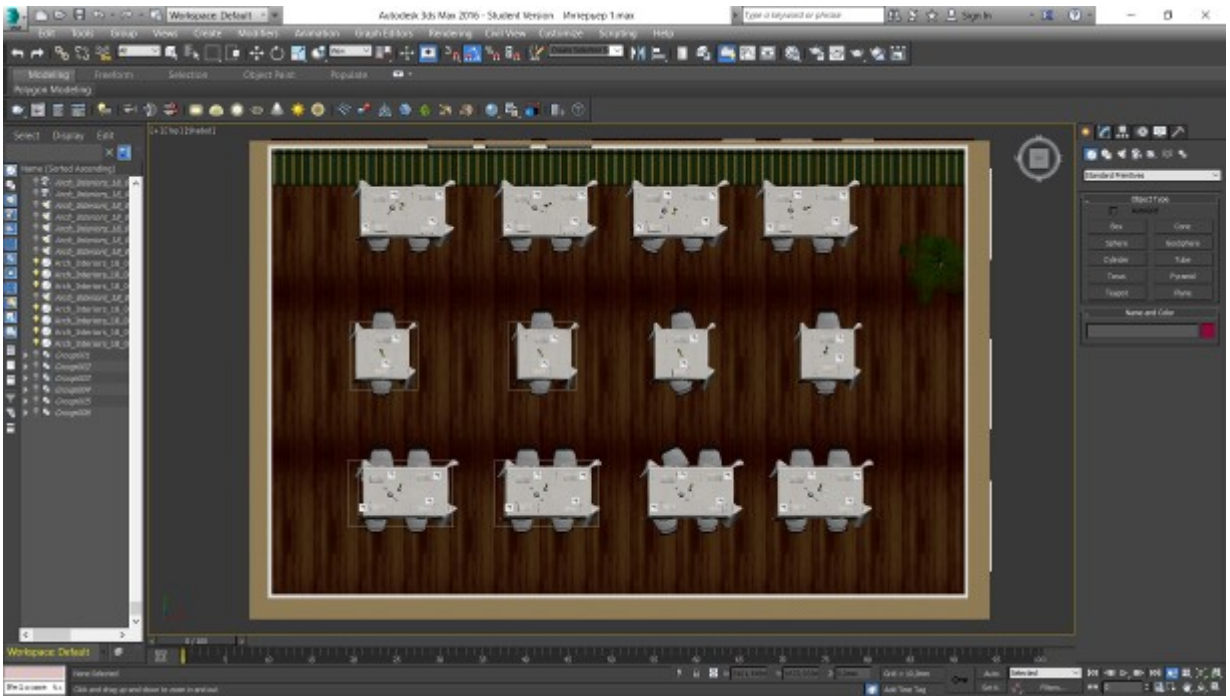


Рисунок 2.7.— Вид помещения сверху

2.2.1 Естественное освещение

Естественное освещение делят на: боковое, осуществляемое через световые проемы в наружных стенах; верхнее, осуществляемое через световые проемы в покрытии и фонари, а также через световые проемы в местах перепадов высот смежных зданий; комбинированное — сочетание верхнего и бокового естественного освещения. Естественное освещение описывается показателем КЕО (коэффициент естественной освещенности) [3].

В выбранном интерьере присутствует боковое естественное освещение. Адекватный расчет КЕО невозможен, так как для этого необходимо знание ориентации световых проемов по сторонам горизонта. Необходимо дополнить естественное освещение системой искусственного освещения, так как потенциальный КЕО будет слишком низким в темное время суток. К тому же потенциальные изменения погодных условий также будут мешать добиваться необходимого КЕО. Для упрощения проектирования оптимальной системы искусственного освещения, ограничено поступление естественного света и

нужная освещенность достигается посредством искусственных источников света. Для этого используются матовые стекла и жалюзи для световых проемов.

2.2.2 Размещение светильников в сцене в программе 3Ds Max

Для дальнейшего удобства люстры были копированы с выбранным типом Instance.

:

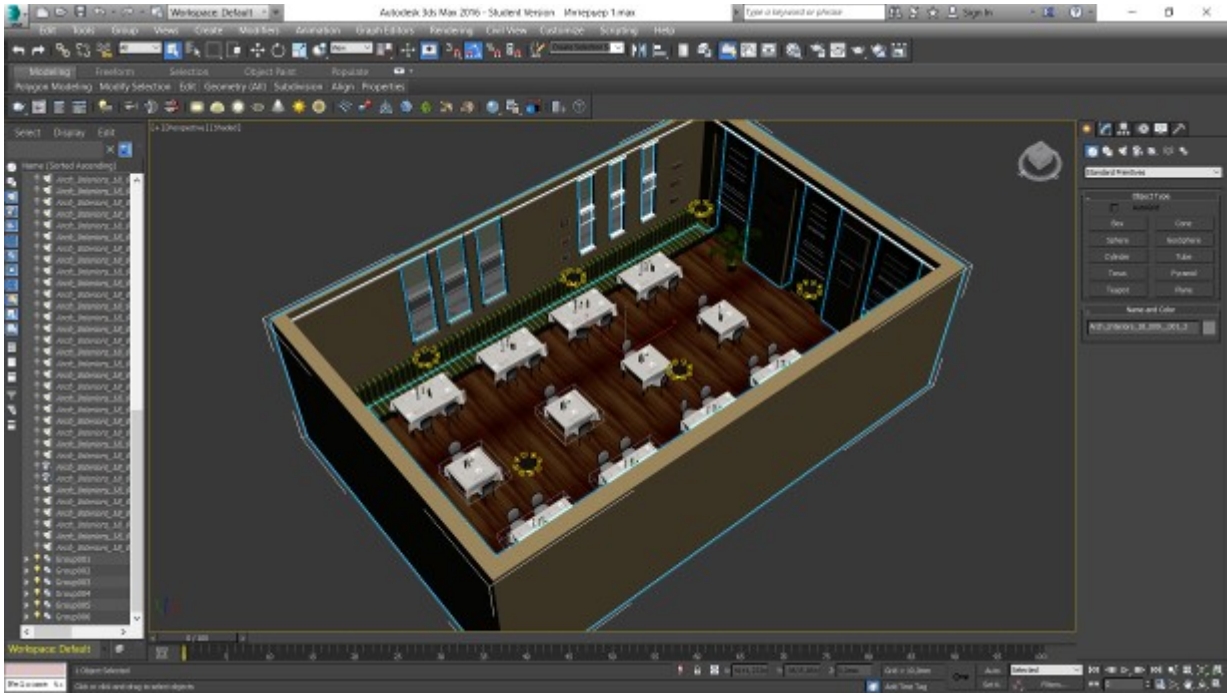


Рисунок .2.8 — Размещенные люстры в сцене

2.3 Подготовка визуализаций интерьеров

Для визуализаций были выбраны следующие значения цветовой температуры источников света:

- 2700K
- 3300K
- 4000K
- 5300K
- 5600K
- 6500K

Было поставлено 3 камеры с разными ракурсами.

Первая камера расположена чуть выше уровня столиков и направлена на угол помещения.

Вторая камера расположена выше предыдущей, на высоте трех метров, и направлена на противоположный по длине угол помещения, охватывая бóльшую площадь интерьера.

Третья камера расположена слегка выше второй и направлена на четыре выбранных столика.

Расположения камер показаны на скриншотах двух видов на рисунках 2. и 2. соответственно.

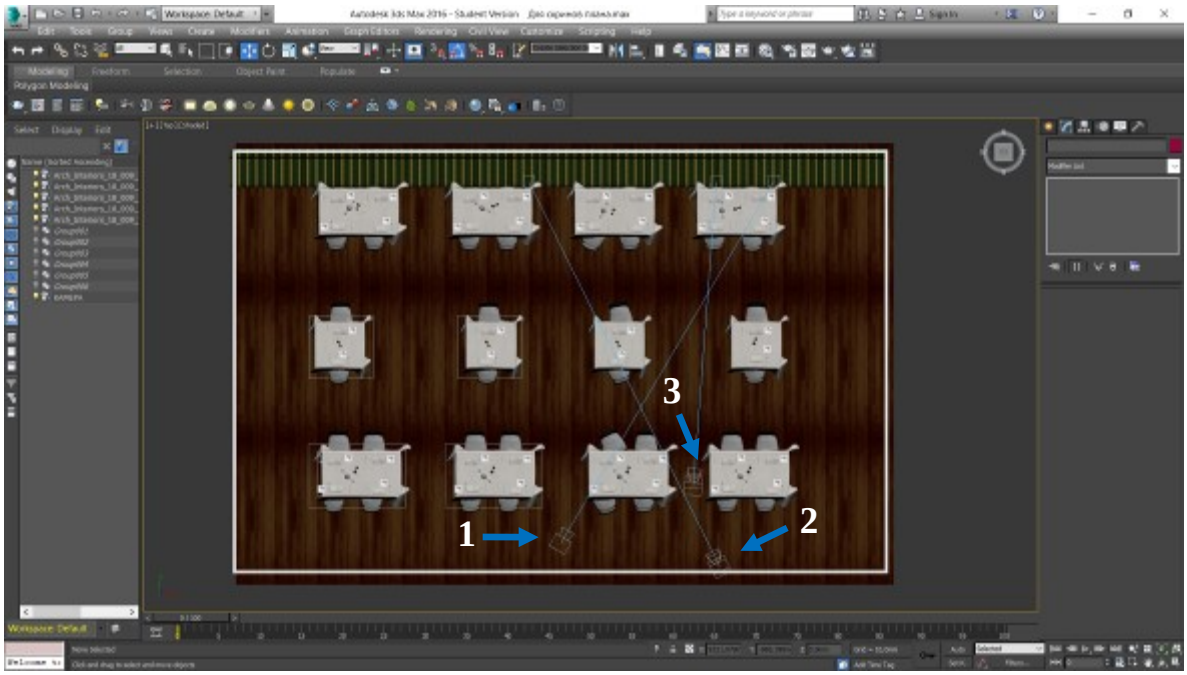


Рисунок 2.9 — Расположение камер. Вид Top

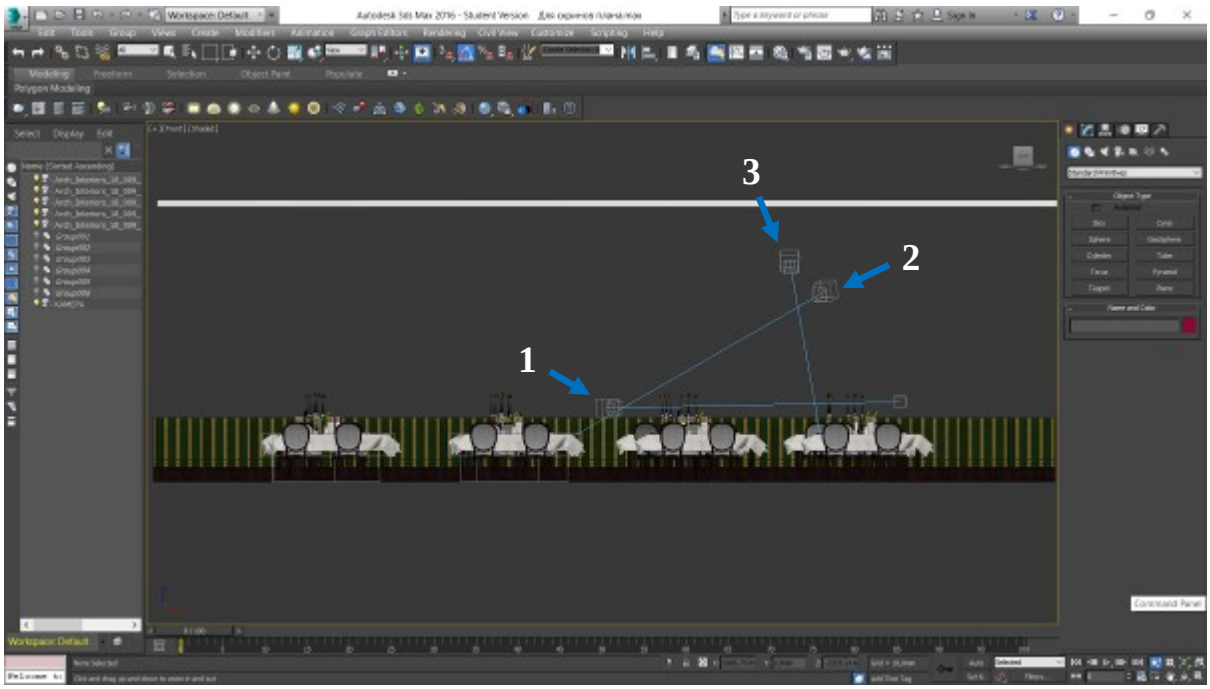


Рисунок 2.10 — Расположение камер. Вид Front

Итого было сделано 18 визуализаций для каждого интерьера — 54 рендера. Выбранные температуры были подобраны по следующим причинам:

- 2700K — минимально допустимое значение цветовой температуры в ресторанах.
- 3300K — условная граница перехода теплого белого света к нейтральному белому.
- 4000K — естественный белый свет.
- 5300K — конец границы диапазона нейтрального белого света.
- 5600K — среднее значение цветовой температуры в диапазоне холодного белого света.
- 6500K — максимально допустимое значение цветовой температуры в ресторанах [9].

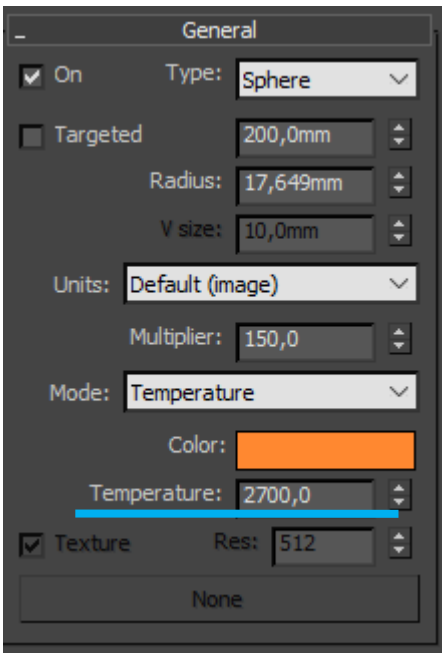


Рисунок 2.11 — Скриншот настроек VRayLight со значением цветовой температуры 2700K

Все визуализации приведены в приложении 1. Несколько примеров визуализаций трех интерьеров приведены ниже (рис. 2.8 — 2.10)



Рисунок 2.12.— Пример визуализации интерьера №1

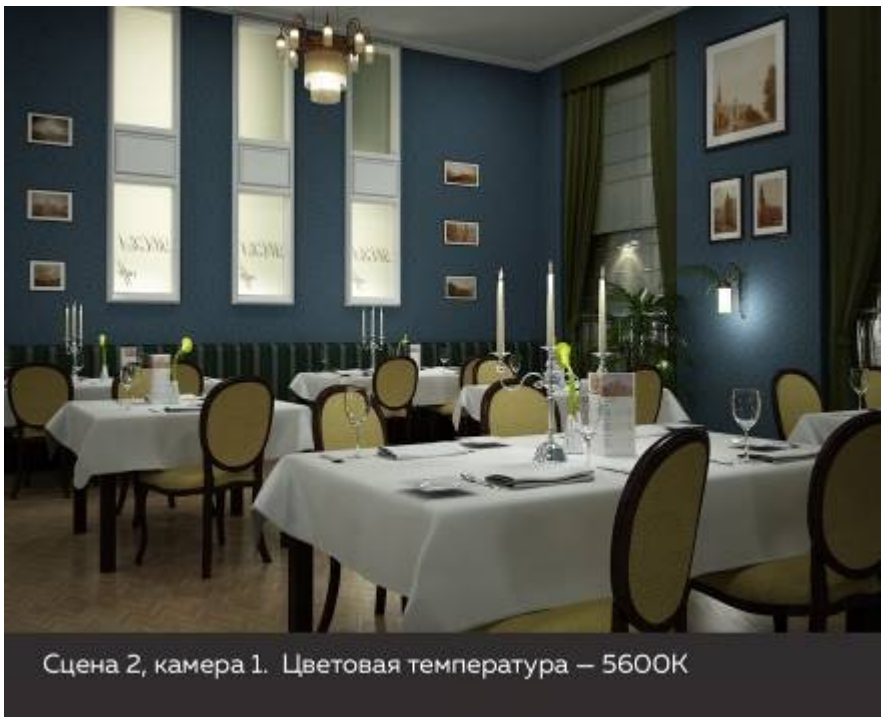


Рисунок 2.13.— Пример визуализации интерьера №2

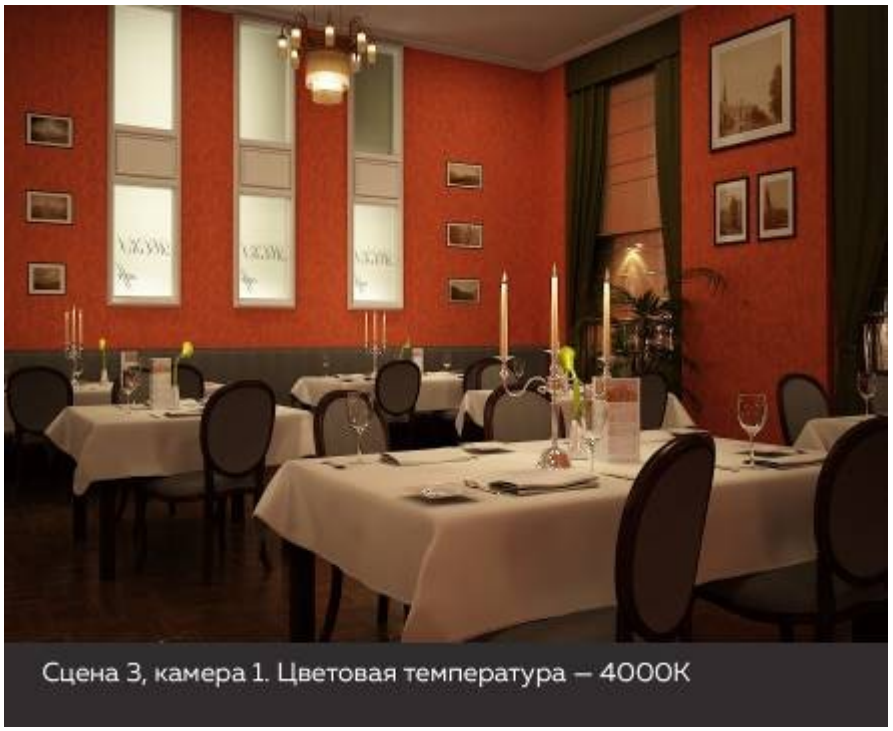


Рисунок 2.14— Пример визуализации интерьера №3

2.4 Анкетирование

Для определения оптимальной цветовой температуры для имеющихся интерьеров для дальнейшего расчета в программе DiaLUX [16], было решено использовать метод анкетирования. Анкетирование является удобным методом получения информации от большого количества респондентов за относительно короткое время.

Для создания анкеты использовался ресурс Google Формы, который позволяет создавать онлайн-опросы. Это простой, доступный, понятный и мобильный инструмент с гибкими настройками, который, после окончания опроса, предоставляет статистические данные в виде диаграмм и таблицы.

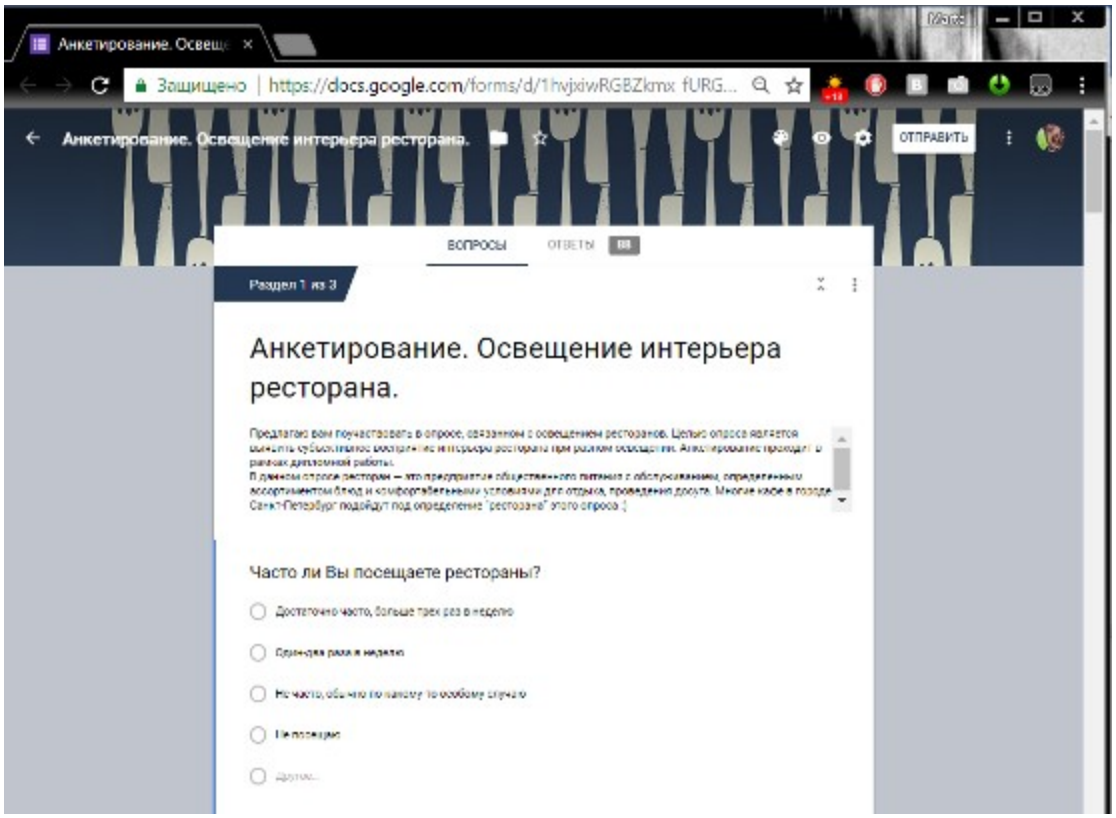


Рисунок 2.15 — Скриншот страницы редактирования анкеты

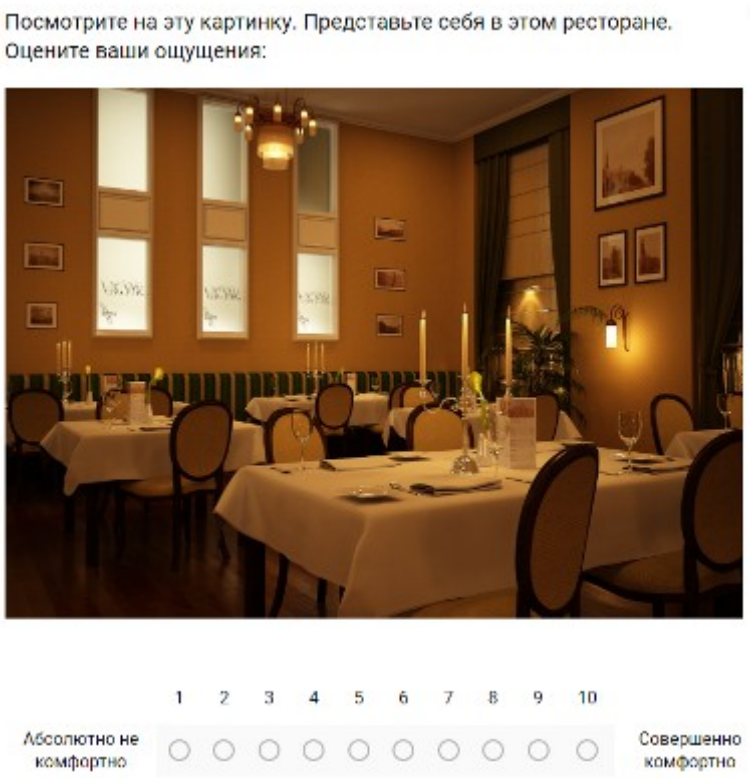


Рисунок 2.16.— Пример вопроса анкеты

Участникам опроса предлагалось представить себя в ресторане, изображенном на картинке и отметить на шкале от 1 до 10 (где 1 – абсолютно не комфортно, 10 – совершенно комфортно) свои ощущения.

После прохождения подобных вопросов, участникам нужно было выбрать один из вариантов светового решения интерьеров №1, №2 и №3.

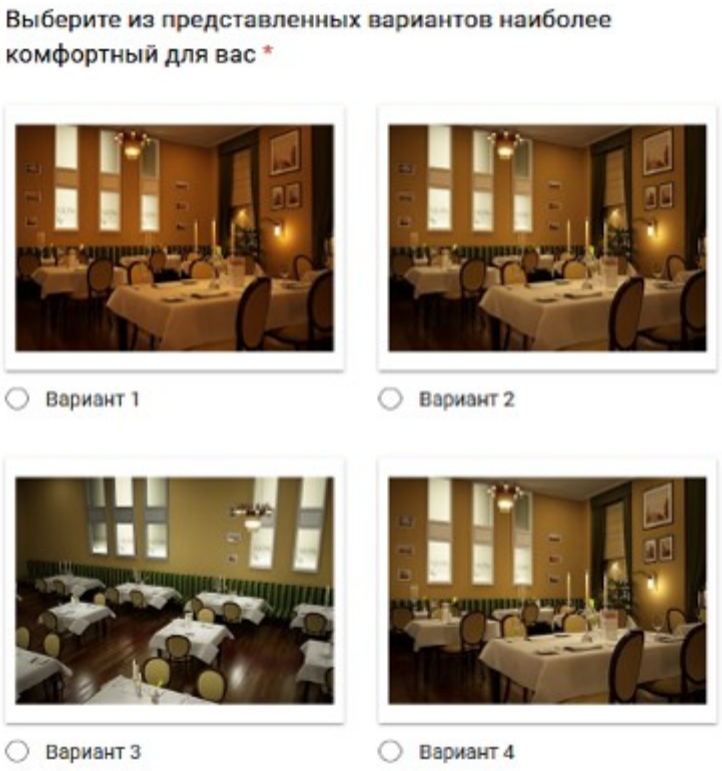


Рисунок 2.17 —. Пример вопроса анкеты с интерьером №1

По результатам опроса большинство участников выбрало Вариант 4 для интерьера №1, что соответствует значению цветотемпературы светильников 4000K. Следующий популярный вариант — 1. Значение цветовой температуры на этой визуализации равняется 2700K. Последний значительный процент выбора принадлежит варианту 2. Цветовая температура на этом рендере — 3300K.

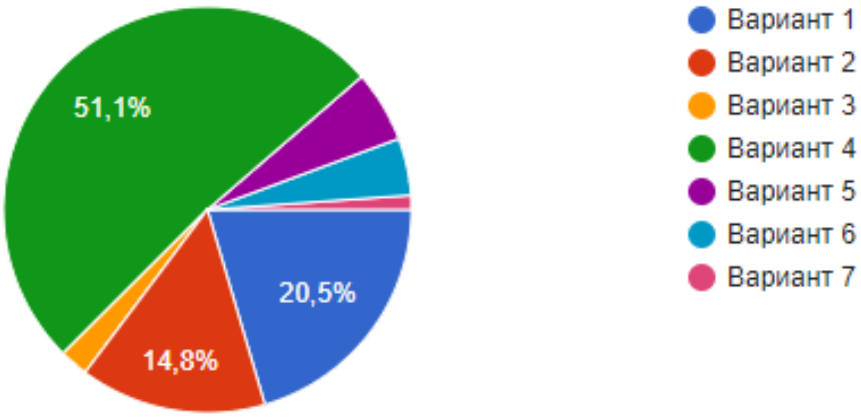


Рисунок 2.18 — Диаграмма с результатами опроса относительно интерьера №1

Можно предположить, что интерьер №1 выглядит привлекательнее для клиентов при низких цветотемпературах, то есть в теплом белом и начале нейтрального белого диапазонах.



Рисунок 2.19 — Выбранный вариант освещения интерьера №1

По результатам опроса большинство участников выбрало Вариант 3 для интерьера №2, что соответствует значению цветотемпературы светильников 4000K. Вторым по количеству голосов стал Вариант 5, значение цветотемпературы этой визуализации равняется 2700K. Третье место занял Вариант 2 со значением цветовой температуры 5300K.

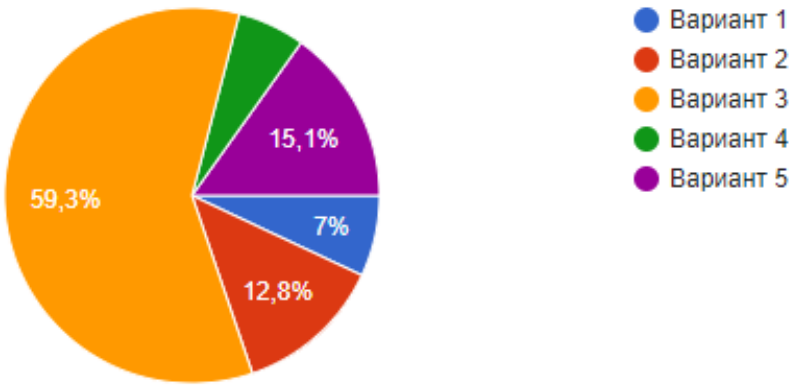


Рисунок 2.20 — Диаграмма с результатами опроса относительно интерьера №2

В случае этого интерьера можно сказать, что удовлетворительные значения цветовой температуры находятся в границах диапазона теплого белого, но, в отличие от Интерьера №1, также в границах диапазона нейтрального белого.

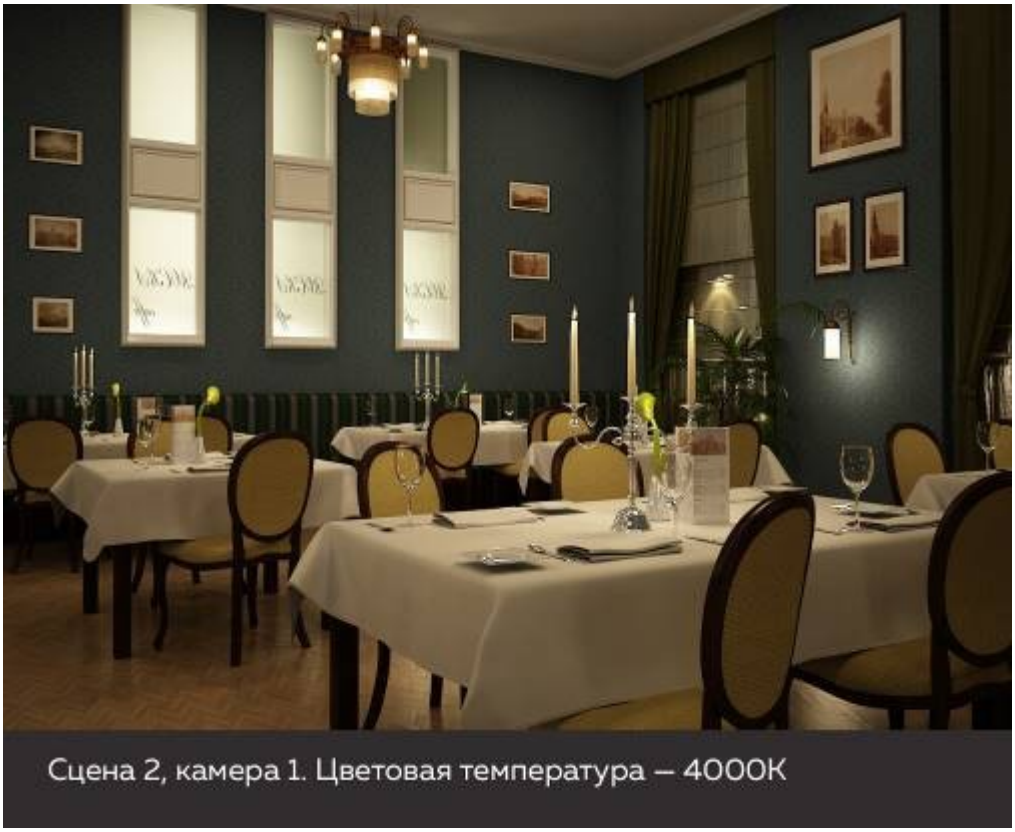


Рисунок 2.21 — Выбранный вариант освещения интерьера №2

По результатам опроса большинство участников выбрало Вариант 2 для интерьера №3, что соответствует значению цветотемпературы светильников 4000K. На втором месте оказалось два варианта — 3 и 5. Значения цветовой температуры — 5300K и 5600K соответственно.

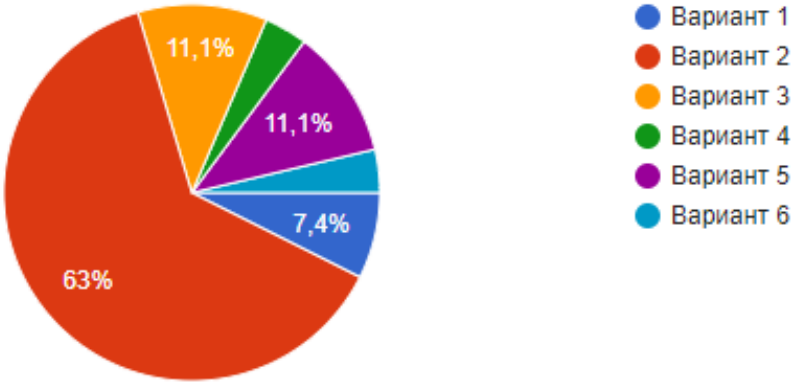


Рисунок 2.22 — Диаграмма с результатами опроса относительно интерьера №3

Можно предложить, что из-за теплого оттенка стен Интерьера №3, некоторым участникам опроса (в совокупности, более “холодные” рендеры выбрало 29.6%) были комфортны такие высокие значения цветовых температур.



Рисунок 2.23 — Выбранный вариант освещения интерьера №3

Значения цветовых температур выбранных вариантов совпадает и равняется 4000K. Данное значение цветовой температуры можно считать оптимальным для всех интерьеров.

Это значение находится в пределах нормированных значений цветовой температуры, и, даже, является общим рекомендованным значением (см. главу 1).

Следовательно, в программе DiaLUX будет создан светотехнический проект при значении цветовой температуры 4000K.

2.5 Создание светотехнического проекта в программе DIALux

DIALux [17] — программное обеспечение для проектирования и расчета освещения, которым пользуются во всем мире.

На сегодняшний момент реализованы следующие направления проектирования:

- расчет здания (строения) целиком;
- расчет отдельного помещения здания (строения);
- расчет взаимодействия наружной и внутренней систем освещения;
- расчет дорожного освещение;
- расчет дневного света, в том числе с учетом систем управления дневным светом.

В данной работе будут использоваться возможности программы DIALux для проектирования и расчета отдельного помещения здания.

В отличие от ручных методов расчета по методам коэффициента использования светового потока и по точечному методу, которые требуют громадного числа справочных данных, зависящих от типа применяемых светильников и их светотехнических характеристик, расчет в программном комплексе DIALux отличается значительной простотой, наглядностью и намного большей степенью точности. Программа при расчете позволяет во всех тонкостях учитывать не только световой поток, приходящийся на рабочую поверхность от источника света, но и световой поток преломляющийся и отражающийся и попадающий на рабочую поверхность от стен, потолка, расстановки мебели в помещении, а также от отражающих свойств всех этих поверхностей.

2.5.1 Проектирование освещения

Для получения необходимой документации необходимо спроектировать помещение с габаритами имеющегося интерьера.

Чтобы осветить это пространство в программе нужны модель люстры и IES-файлы светодиодных ламп.

DIALux позволяет импортировать файлы из 3Ds Max в формате .3ds, поэтому люстра без VRayLightов была сохранена в нужном формате и с легкостью импортирована в рабочее пространство DIALux..

2.5.2 Выбор искусственных источников света

Выбор искусственных источников света стоит начать с рассмотрения свойств таких видов электрических ламп, как *лампы накаливания*, *галогенные лампы, люминесцентные лампы* и *светодиодные лампы*.

Лампа накаливания — наиболее распространённый источник света. КПД составляет 12-15%. Индекс цветопередачи равен 60 — 90 Ra. Они относятся к источникам с теплой тональностью, поэтому имеют свойство изменять зрительное восприятие цветов. Преобладание излучения в спектре желто-красного излучения. Цветовая температура привычной лампы накаливания - примерно 2 800 K [5,6]. Из недостатков ламп накаливания стоит отметить высокую температуру нагрева, ограниченный срок службы (в среднем 1000 часов) и ограниченное значение цветотемпературы.



Рисунок 2.24.— Искусственные источники света

Галогенные лампы. Основной эффект от применения галогенов состоит в возможности создания ламп накаливания значительно меньших габаритных размеров со значительно большей световой отдачей при тех же мощностях. КПД увеличен до 35-40%. Индекс цветопередачи равен 80 — 100 Ra. Долгосрочность работы от 2000 до 4000 часов. Этот тип ламп также относится к источникам с теплой тональностью. Цветовая температура галогенных ламп составляет около 3000K, что делает их свет немного белее и холоднее, чем у ламп накаливания.

Люминесцентные лампы. Люминесцентная лампа (рис.) выполнена в виде стеклянной трубки, в концы которой впаяны электроды. Разряд происходит в атмосфере аргона с примесью паров ртути. Внутренняя поверхность трубки покрыта тонким слоем люминофора, который, поглощая коротковолновое излучение, излучает сплошной спектр. КПД зависит от типа лампы и находится в пределах 6-15%. Долгосрочность работы от 6000 до 20000 часов. Выделяется мало теплоты. Некоторые маркировки цветности люминесцентных ламп:

- Б – белая (3500K, цветопередача – неудовлетворительная)
- Д – дневная (6500K, цветопередача – хорошая)
- ТБ – тепло-белая (3000K, цветопередача – относительно приемлемая для тёплых тонов, неудовлетворительная для холодных)
- ХБ – холодно-белая (4000K, цветопередача – неудовлетворительная)
- Е – естественная (4000K, цветопередача – приемлемая).

Люминесцентная лампа в сети переменного тока 100 раз в секунду зажигается и гаснет, так как при частоте 50 Гц ток 100 раз в секунду меняет направление, проходя через нуль. Погасания лампы не видны, однако они вредно влияют на зрение и, кроме того, могут исказить действительную картину движения освещаемых предметов. Это явление называется стробоскопическим эффектом, который приводит к утомлению и создает психологический дискомфорт.

Главными недостатками люминесцентных ламп являются зависимость световых характеристик от температуры окружающей среды, значительное

снижение светового потока к концу срока службы, использование ртути в производстве.

Светодиод или светоизлучающий диод – полупроводниковый прибор, излучающий свет при пропускании через него электрического тока. Они имеют ряд преимуществ перед источниками света, описанных выше: срок службы более 50000 часов; высокий КПД, доходящий до 80%; индекс цветопередачи – 99 Ra; экологическая безопасность; отсутствие сильного нагревания и сохранение температурного режима. Также один из плюсов светодиодов — компактность. Средний размер светодиодного кристалла — 1 мм х 1 мм. Главным положительным качеством будет являться настройка любой цветовой температуры.

Ниже приведена сравнительная таблица характеристик искусственных источников освещения.

Таблица 1. Характеристики искусственных источников света

Тип источника	**КПД**	**Долгосрочность, ч**	**Индекс цветопередачи, Ra**	**Цветовая температура**
Лампа накаливания	12-15%	1 000	60 – 90	2 800 K
Галогенная лампа	35-40%	2 000 – 4 000	80 – 100	3000K
Люминесцентная лампа	6-15%	6 000 – 20 000	70 – 80	3000K – 6500K
Светодиодная лампа	до 80%	50 000	99	любая

Исходя из проведенного анализа характеристик искусственных источников освещения, было решено использовать светодиодные лампы.

2.5.3 Расчет количества ламп

Чтобы рассчитать примерный световой поток светодиодной лампы стоит определиться с количеством люстр в помещении.

Программа DIALux предлагает оптимальное разделение помещения на зоны.

В итоге получается 12 люстр. Следовательно, 108 ламп.

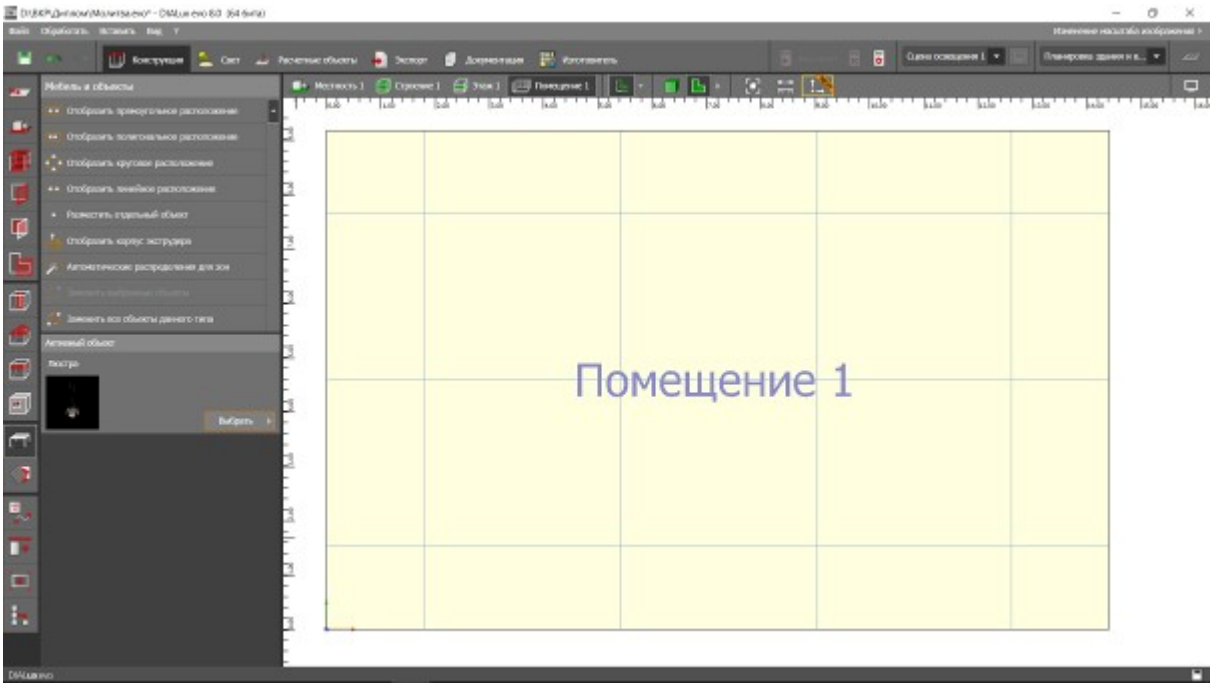


Рисунок 2.25 — Разделение помещения на зоны в программе DIALux

2.5.4 Поиск IES-файлов ламп и их последующий импорт

IES — формат файла с фотометрическими данными. Создан для передачи фотометрических данных световых приборов между разными светотехническими компьютерными программами. Формат разработан Светотехническим Обществом Северной Америки. Он поддерживается большинством профессиональных компьютерных программ (DIALux, Relux, Lightscape, 3D Studio Max, 3D Studio Viz, CINEMA 4D и др.), в которых используются средства освещения.

Значения светового потока светодиодных ламп варьируются: существуют лампы 80 лм, 200 лм, даже 1800 лм. Из-за огромного количества вариантов лампочек, целесообразно сузить границы выбора. Для определения оптимального светового потока лампы было опробовано использование ламп с разными значениями светового потока.

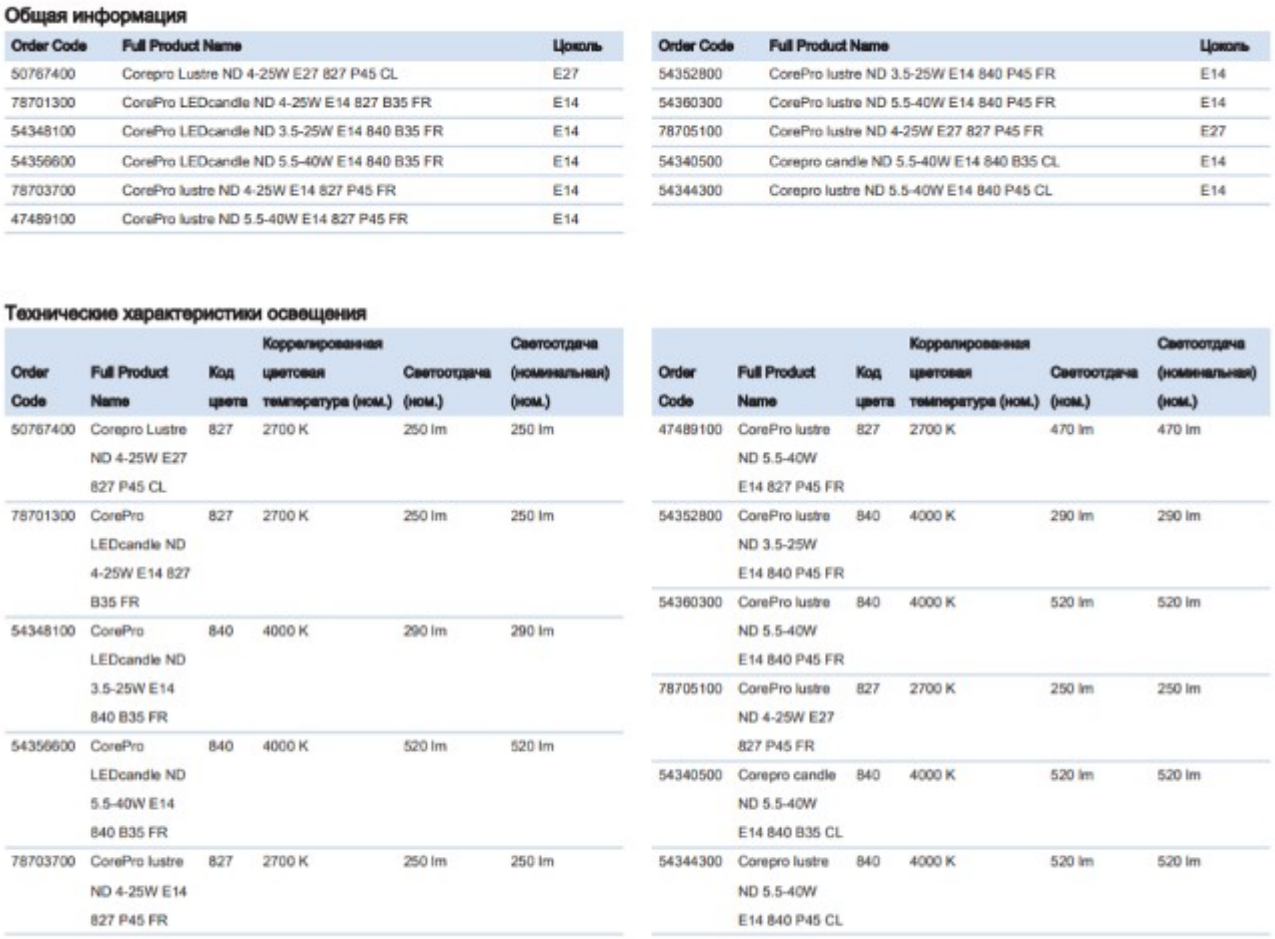
На данный момент существует огромное количество баз IES-файлов, как отечественных, так и зарубежных. Но при таком обширном выборе, не так просто найти необходимую информацию. При поиске пришлось столкнуться с тем, что многие базы предлагают готовые светильники, а не необходимые для этой работы лампы. Так как технические параметры люстры в виду их отсутствия не ограничивают выбор цоколя лампы, главными характеристиками, по которым проходил поиск это:

- LED-технологии;
- 4000K;
- угол рассеивания от 150 до 270 градусов (наиболее распространённые углы рассеивания для светодиодных ламп).

Программа DIALux имеет доступ к большому количеству IES онлайн-каталогов изготовителей со всего мира. Внутри программы можно сразу подобрать максимально подходящие IES-файлы.

Лампы выбирались из каталога компании Philips, так как в его каталоге наиболее широкий выбор ламп. Предоставляется большое количество информации о разных лампах, предлагаются области применения тех или иных ламп. В частности, для данной работы выбирались лампы с областью применения “Гостиницы, рестораны, бары, кафе, музеи, магазины”.

.



Общая информация

Order Code	Full Product Name	Цоколь
50767400	Corepro Lustre ND 4-25W E27 827 P45 CL	E27
78701300	CorePro LEDcandle ND 4-25W E14 827 B35 FR	E14
54348100	CorePro LEDcandle ND 3.5-25W E14 840 B35 FR	E14
54356600	CorePro LEDcandle ND 5.5-40W E14 840 B35 FR	E14
78703700	CorePro lustre ND 4-25W E14 827 P45 FR	E14
47489100	CorePro lustre ND 5.5-40W E14 827 P45 FR	E14
54352800	CorePro lustre ND 3.5-25W E14 840 P45 FR	E14
54360300	CorePro lustre ND 5.5-40W E14 840 P45 FR	E14
78705100	CorePro lustre ND 4-25W E27 827 P45 FR	E27
54340500	Corepro candle ND 5.5-40W E14 840 B35 CL	E14
54344300	Corepro lustre ND 5.5-40W E14 840 P45 CL	E14

Технические характеристики освещения

Order Code	Full Product Name	Код цвета	Коррелированная цветовая температура (ном.)	Светоотдача (ном.)	Светоотдача (номинальная) (ном.)
50767400	Corepro Lustre ND 4-25W E27 827 P45 CL	827	2700 K	250 lm	250 lm
78701300	CorePro LEDcandle ND 4-25W E14 827 B35 FR	827	2700 K	250 lm	250 lm
54348100	CorePro LEDcandle ND 3.5-25W E14 840 B35 FR	840	4000 K	290 lm	290 lm
54356600	CorePro LEDcandle ND 5.5-40W E14 840 B35 FR	840	4000 K	520 lm	520 lm
78703700	CorePro lustre ND 4-25W E14 827 P45 FR	827	2700 K	250 lm	250 lm
47489100	CorePro lustre ND 5.5-40W E14 827 P45 FR	827	2700 K	470 lm	470 lm
54352800	CorePro lustre ND 3.5-25W E14 840 P45 FR	840	4000 K	290 lm	290 lm
54360300	CorePro lustre ND 5.5-40W E14 840 P45 FR	840	4000 K	520 lm	520 lm
78705100	CorePro lustre ND 4-25W E27 827 P45 FR	827	2700 K	250 lm	250 lm
54340500	Corepro candle ND 5.5-40W E14 840 B35 CL	840	4000 K	520 lm	520 lm
54344300	Corepro lustre ND 5.5-40W E14 840 P45 CL	840	4000 K	520 lm	520 lm

Рисунок 2.26 —. Пример страницы буклета серии CorePro LEDcandle от компании Philips

2.5.5 Работа с уровнем освещенности

Импортировав необходимые файлы (IES-файлы и файл с расширением .3ds люстры), можно приступить к освещению помещения. В расчетах из пунктов 2.5.3 было выведено, что нужным количеством люстр является 12, а количеством

светодиодных ламп 108. Технические характеристики необходимых ламп приведены в предыдущем пункте.

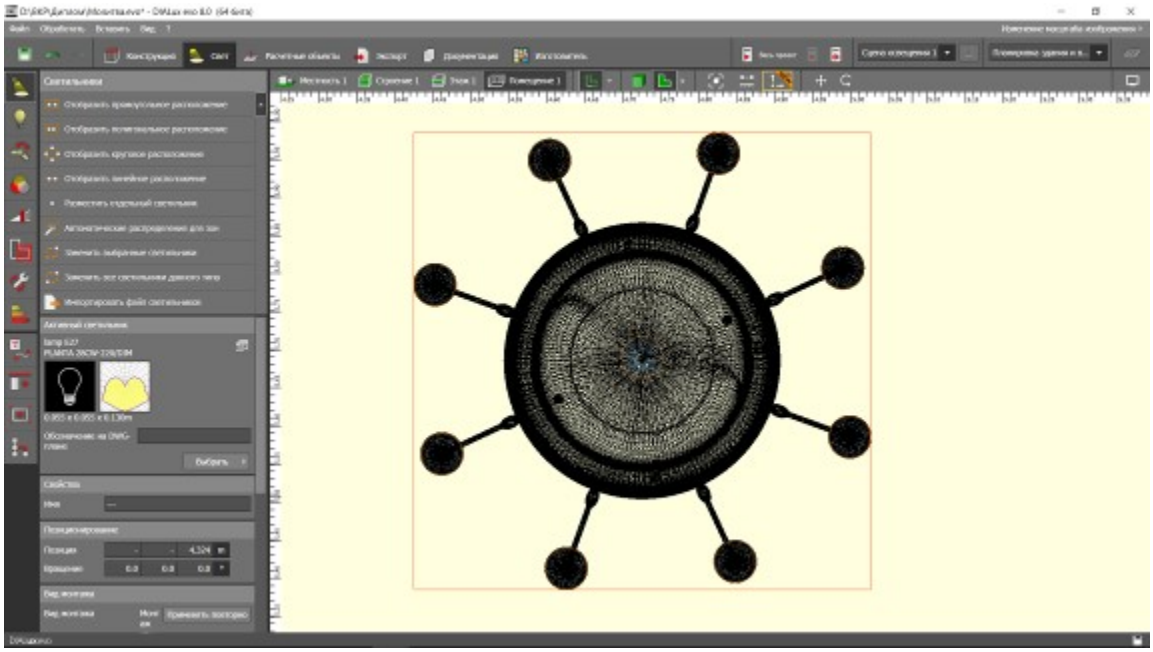


Рисунок 2.27 — Расположением ламп в люстре

Стоит напомнить, что оптимальное значение освещенности обеденных залов (столиков посетителей) находится в диапазоне 150-200 лк. В это же время, минимальная освещенность проходов между столиками (пол) — 50 лк. Необходимо добиться данных показателей при финальном расчете освещенности интерьера ресторана.

Первая лампа — CorePro LEDcandle ND 3.5-25W E14 840 B35 FR — которая будет тестироваться имеет технические характеристики, приведенные ниже:

- Цветовая температура — 4000K
- Светоодача (ном.) — 290 лм
- Угол рассеивания больше 150 градусов

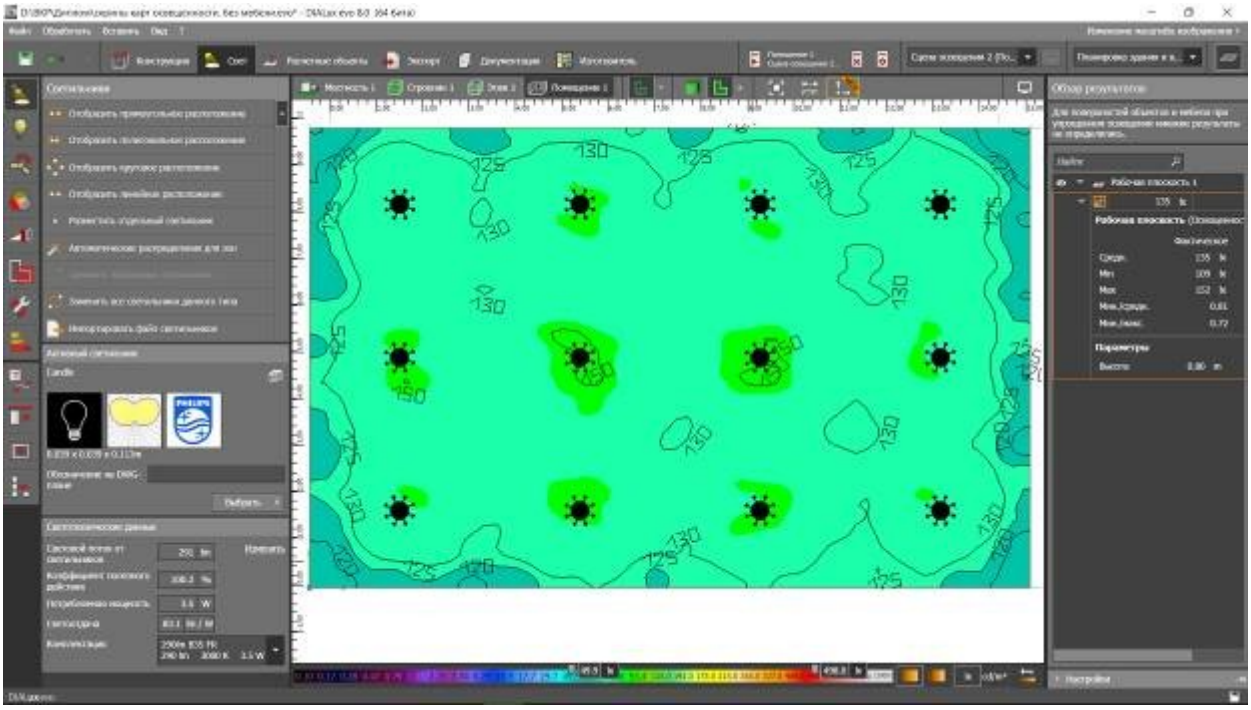


Рисунок 2.28— Карта освещенности помещения при лампах CorePro LEDcandle ND 3.5-25W E14 840 B35 FR

После расчета освещенности выясняется, что средняя освещенность рабочей плоскости достигает 135 лк, чего недостаточно для выполнения нормы уровня освещенности. Следовательно, следующую лампу стоит выбирать с большим световым потоком.

Следующая лампа — CorePro LEDcandle ND 5.5-40W E14 840 B35 FR. От прошлой лампы отличается светоотдачей, она больше — 520 лм.

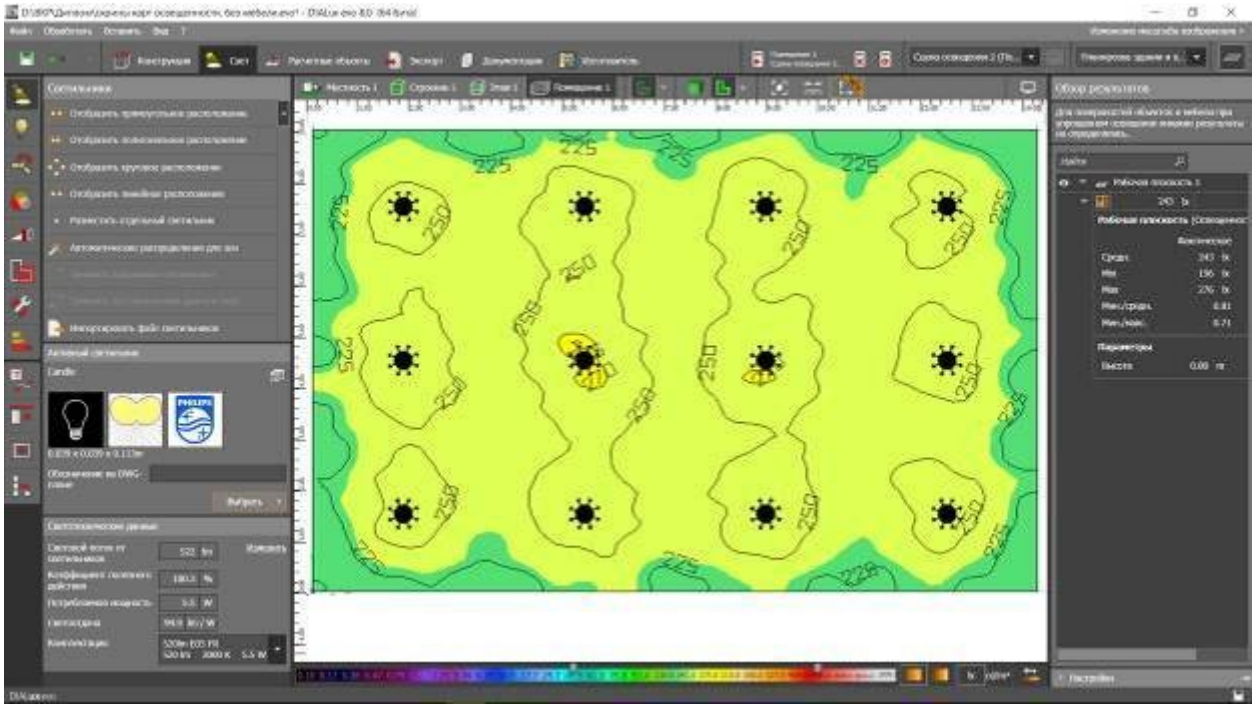


Рисунок 2.29 — Карта освещенности помещения при лампах CorePro LEDcandle ND 5.5-40W E14 840 B35 FR

После расчета освещенности выясняется, что средняя освещенность рабочей плоскости достигает 243 лк, что превышает норму.

Такая освещенность может быть очень высокой для постоянного освещения ресторана, поэтому была бы актуальна возможность управления яркостью ламп. Данный вид ламп не имеет такой возможности. Следовательно, стоит найти лампу со схожими характеристиками, но также, с возможностью диммирования.

Диммирование (от англ. dimming — затемнение) — это процесс управления интенсивностью освещения.

Лампа MAS LEDcandle DT 6-40W E14 B38 CL_AP является единственной диммируемой лампой в коллекции, и она не отвечает главному критерию выбора — её цветовая температура равняется 2700K.

Сайт компании ООО «Световод», одного из ведущих российских производителей светодиодной продукции, предлагает широкий выбор светодиодных ламп, в том числе диммируемых. На сайте есть возможность скачать IES-файл подходящей лампы.

Была выбрана диммируемая лампа «Планта».



Рисунок 2.30 — Диммируемая лампа «Планта»

У данной модели есть три разных значения цветовой температуры — 3000K, 4000K и 5000K. Такое разнообразие также позволяет рассматривать эту лампу как достаточно универсальное решение для разных интерьеров. Светоотдача варьируется в зависимости от цветотемпературы. При выборе лампы со значением цветотемпературы 4000K, максимальное значение светового потока равняется 620 лм.

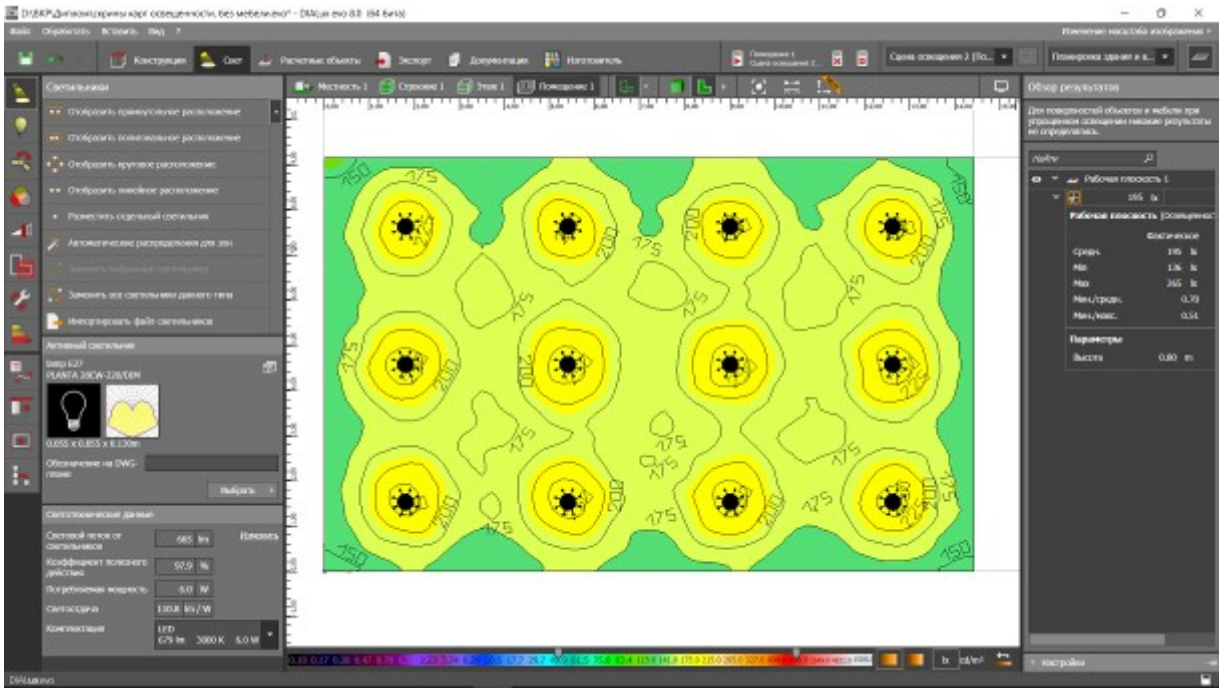


Рисунок 2.31 — Карта освещенности помещения при лампах «Планта»

После расчета освещенности выясняется, что средняя освещенность рабочей плоскости достигает 195 лк, что удовлетворяет норму.

Данный тип ламп полностью удовлетворяет все требования, поэтому светотехнический проект будет составлен с этими источниками света.

2.5.6 Создание светотехнического проекта

Импортировав необходимые файлы мебели, можно приступить к созданию документации. Программа DIALux позволяет создавать различные шаблоны документаций, такие как: Перечень светильников, Застройщик, Специалист по проектированию, Компактный, По умолчанию, Виды и так далее.

При создании документации к проекту необходимо определить для кого она будет предназначена. Так как в данной работе не существует определенных требований и указаний для кого создается светотехнический проект, то будет использован шаблон «По умолчанию», который включает себя следующие разделы, представленные на рисунке 2. :

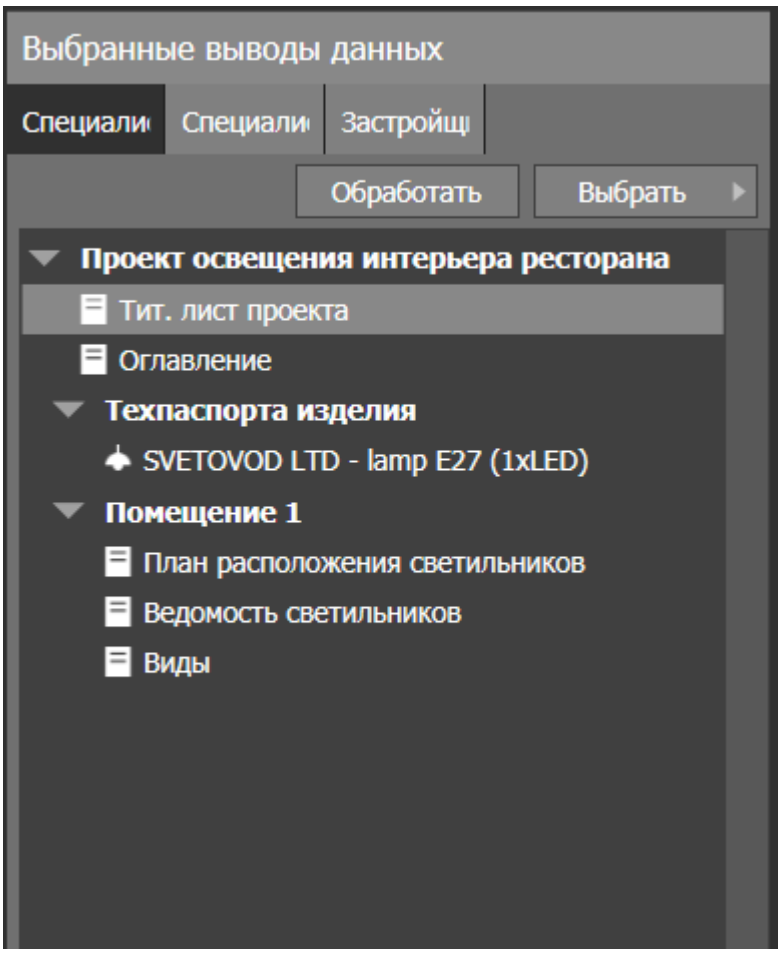


Рисунок 2.32 — Меню выбора данных для вывода

В раздел Виды было решено добавить несколько 3D-визуализаций: 3D-карту освещенности и визуализацию освещения; и вид сверху.

Светотехнический проект представлен в приложении 2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проектирование освещения интерьера ресторана – это сложный и долгий процесс. Необходимо учитывать огромное количество деталей: начиная с общей концепции ресторана, заканчивая характеристиками ламп.

От выбора правильной цветовой температуры источников света зависит, как будет эмоционально влиять на посетителя окружающее пространство, восприниматься внешний вид блюд и элементов интерьера.

Использование программного обеспечения для работы с трехмерной графикой для предварительной визуализации творческих идей позволяет повысить качество светового оформления ресторана. Использование таких программ расчета и проектирования освещения как DIALux позволяют физически точно рассчитать распределение света и грамотно распределить светильники по всей площади помещения.

Поставлены и решены следующие задачи: анализ информации по теме, визуализация дизайна освещения интерьера, проведение анкетирования и анализ результатов, создание светотехнического проекта. В ходе анализа результатов анкетирования выявлены закономерности.

Идеи, освещенные в данной работе, можно использовать в качестве руководства для визуализации освещения интерьера ресторана в программе 3ds Max или других пакетах трехмерной графики и создания светотехнических проектов интерьеров в программе DIALux.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Wu, T.Y., Wang, S.; Effects of LED Color Tempersture and Illuminance on Customers' Emotional States and Spatial Impressions in a Restaurant, International Journal of Affective Engineering — Volume 14 — Issue 1 Pages 19-29 — 2015

2. Проектирование предприятий общественного питания/Государственный научно-проектный институт учебно-воспитательных, торгово-бытовых и досуговых зданий. - М.: Стройиздат, 1992.: ил. - (Справ. пособие к СНиП).

3. Проектирование и расчет систем искусственного освещения: учебное пособие / авт.-сост. В. В. Гоман, Ф.Е. Тарасов ; Мин-во образ. РФ, ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», Уральский энерг. ин-т. – Екатеринбург: УрФУ, 2013 – 76 с.

4. ТСН 31-320-2000 (МГСН 4.14-98) Система нормативных документов в строительстве. Московские городские строительные нормы. Предприятия общественного питания. — М.: Институт общественных зданий Госстроя России, 2000. — 41 с.

5. Сергієнко Е.Н., Чабанова Е.А. Воздействие яркости и цветности освещения на восприятие интерьерной среды, Вісник — №3 — 2011 — С. 62-65.

6. Горелкина В. Световой дизайн интерьера ресторана / В. Горелкина // Полупроводниковая светотехника — №4 — 2015 — С. 20-23

7. Иллюстрированный энциклопедический словарь. - М.: Аутопан. В. И. Бородулин и др.. 1998.

8. Официальный сайт компании «Аксиома света». Режим доступа: http://www.axiomasveta.com/info/koeffitsient_zapasa/

9. Варфоломеев Л. П., Элементарная светотехника //М., Знак. – 2008.

10. Шапин Е. В. Использование современных технологий освещения при проектировании объектов средового дизайна // Концепт. — 2014. — Спецвыпуск №6.

11. Abbas, N., Kumar, D., Mclachlan, N.,; The psychological and physiological effects of Light and colour on space users. In Proceedings of the 2005

IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference, China, September 1-4, 2005.

12. Bronckers, X.J.; The effects of coloured light on atmosphere perception. Master's thesis: Eindhoven University of Technology, 2009

13. Durak, A., Olgunturk, N.C., Yener, C., Guvenc, D., Gurcinar, Y.; Impact of lighting arrangements and illuminances on different impressions of a room. Building and Enviroment, 42(10), pp. 3476-3482, 2007.

14.

15. Официальный сайт компании «Viz-People». Режим доступа: https://www.viz-people.com/

16. «3ddd» — база 3d моделей, галерея, блоги, форум для архитекторов, дизайнеров и визуализаторов. Режим доступа: https://3ddd.ru/

17. Официальный сайт программы DIALux. Режим доступа:

18. Русскоязычный сайт поддержки программы DIALux. Режим доступа: http://www.dialux-help.ru/

19. Официальный интернет-магазин Philips. Режим доступа: http://www.shop.philips.ru/

20. Официальный сайт компании «СВЕТОВОД». Режим доступа: http://svetovod.ru/product/planta/

21. Американский сайт стандартов освещения. Режим досутпа: https://standard.wellcertified.com/light/visual-lighting-design

22. Строительные нормы и правила Российской Федерации. СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение". - М., 1995

ПРИЛОЖЕНИЕ 1



Сцена 1, камера 1. Цветовая температура – 2700К



Сцена 1, камера 1. Цветовая температура – 3300К



Сцена 1, камера 1. Цветовая температура – 4000К



Сцена 1, камера 1. Цветовая температура – 5300К



Сцена 1, камера 1. Цветовая температура – 5600К



Сцена 1, камера 1. Цветовая температура – 6500К



Сцена 1, камера 2. Цветовая температура – 2700К



Сцена 1, камера 2. Цветовая температура – 3300К



Сцена 1, камера 2. Цветовая температура – 4000К



Сцена 1, камера 2. Цветовая температура – 5300К



Сцена 1, камера 2. Цветовая температура – 5600К



Сцена 1, камера 2. Цветовая температура – 6500К



Сцена 1, камера 3. Цветовая температура – 2700К



Сцена 1, камера 3. Цветовая температура – 3300К



Сцена 1, камера 3. Цветовая температура – 4000К



Сцена 1, камера 3. Цветовая температура – 5300К



Сцена 1, камера 3. Цветовая температура – 5600K



Сцена 1, камера 3. Цветовая температура – 6500K



Сцена 2, камера 1. Цветовая температура – 2700К



Сцена 2, камера 1. Цветовая температура – 3300К



Сцена 2, камера 1. Цветовая температура – 4000К



Сцена 2, камера 1. Цветовая температура – 5300К



Сцена 2, камера 1. Цветовая температура – 5600К



Сцена 2, камера 1. Цветовая температура – 6500К



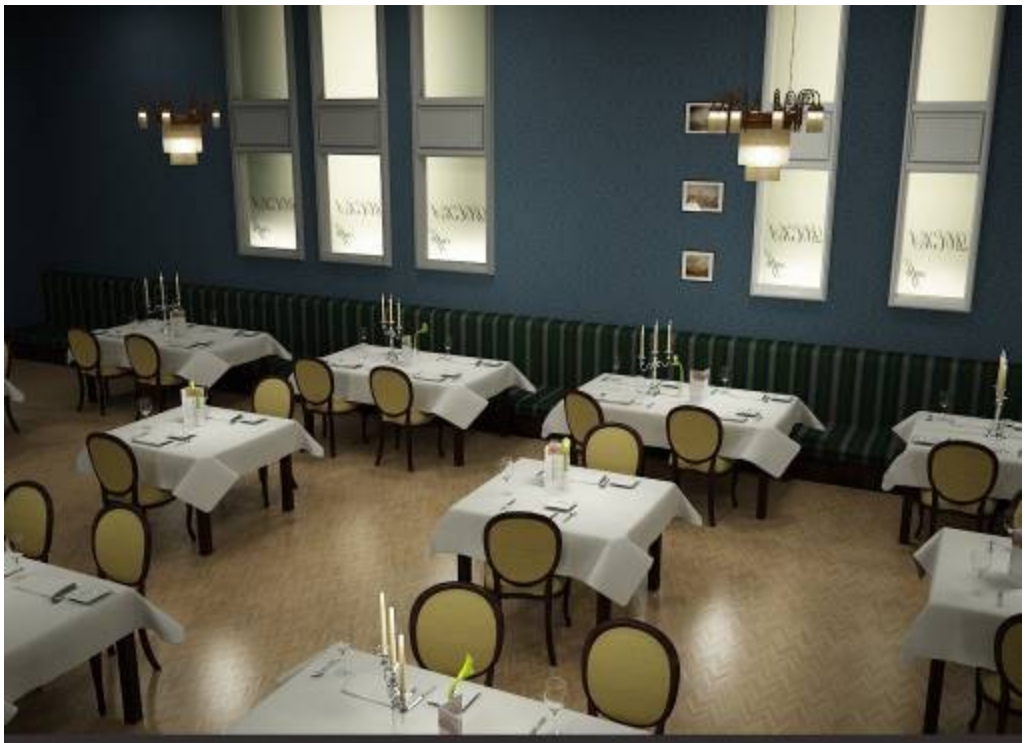
Сцена 2, камера 2. Цветовая температура – 2700K



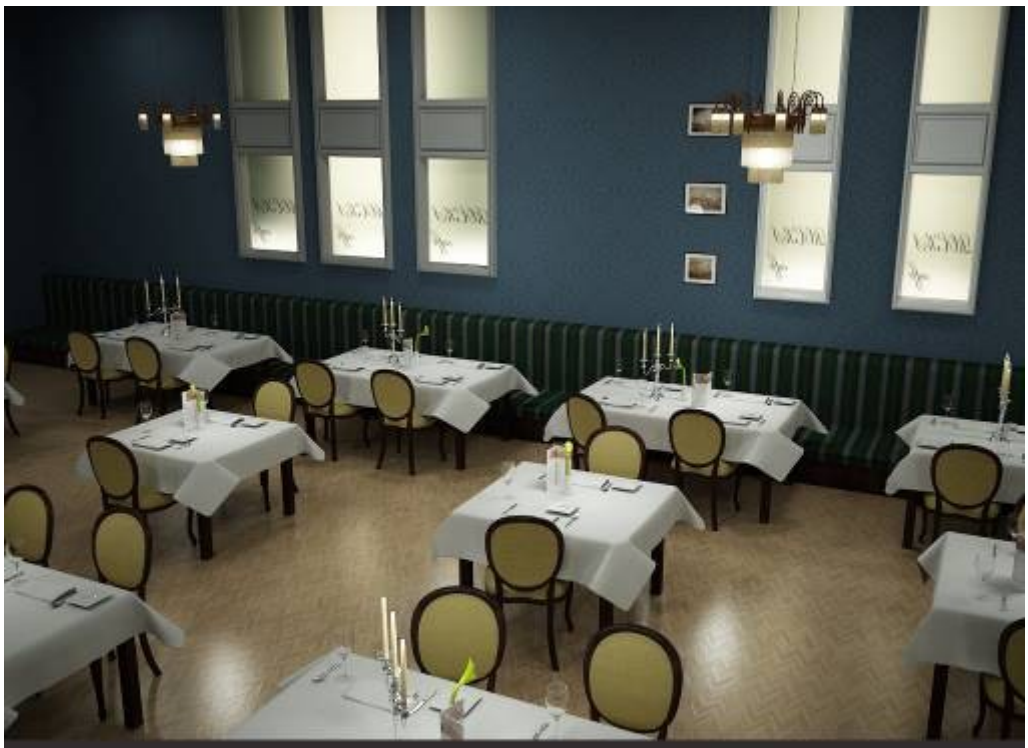
Сцена 2, камера 2. Цветовая температура – 3300K



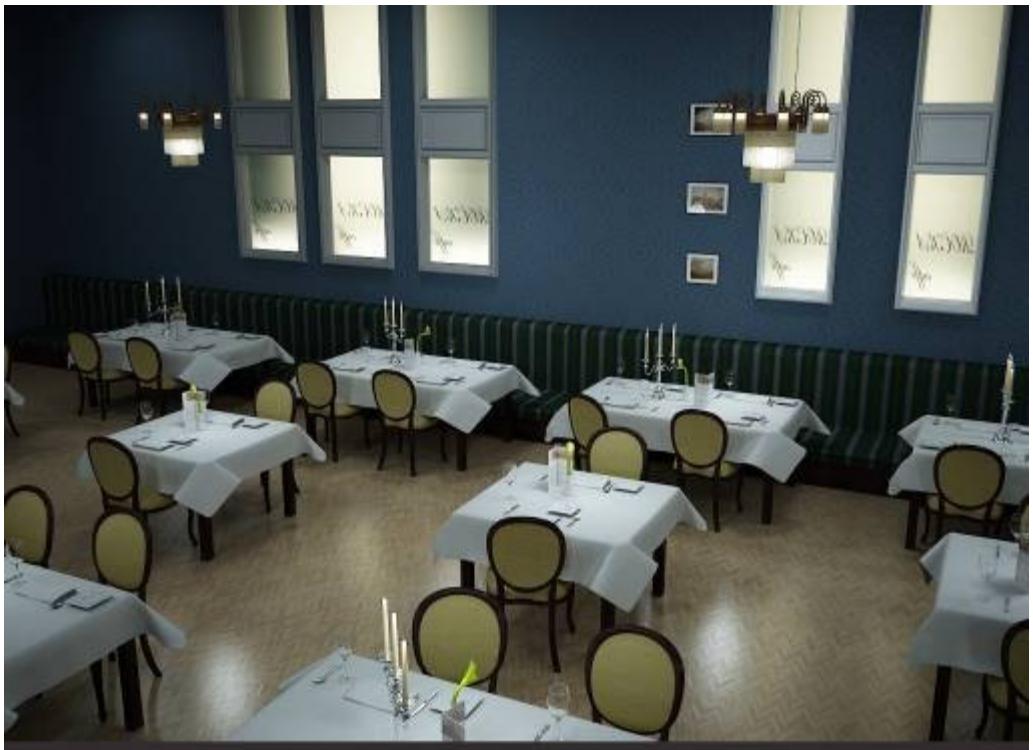
Сцена 2, камера 2. Цветовая температура – 4000К



Сцена 2, камера 2. Цветовая температура – 5300К



Сцена 2, камера 2. Цветовая температура – 5600К



Сцена 2, камера 2. Цветовая температура – 6500К



Сцена 2, камера 3. Цветовая температура – 2700K



Сцена 2, камера 3. Цветовая температура – 3300K



Сцена 2, камера 3. Цветовая температура – 4000К



Сцена 2, камера 3. Цветовая температура – 5300К



Сцена 2, камера 3. Цветовая температура – 5600K



Сцена 2, камера 3. Цветовая температура – 6500K



Сцена 3, камера 1. Цветовая температура – 2700К



Сцена 3, камера 1. Цветовая температура – 3300К



Сцена 3, камера 1. Цветовая температура – 4000K



Сцена 3, камера 1. Цветовая температура – 5300K



Сцена 3, камера 1. Цветовая температура – 5600K



Сцена 3, камера 1. Цветовая температура – 6500K



Сцена 3, камера 2. Цветовая температура – 2700K



Сцена 3, камера 2. Цветовая температура – 3300K



Сцена 3, камера 2. Цветовая температура – 4000K



Сцена 3, камера 2. Цветовая температура – 5300K



Сцена 3, камера 2. Цветовая температура – 5600K



Сцена 3, камера 2. Цветовая температура – 6500K



Сцена 3, камера 3. Цветовая температура — 2700K



Сцена 3, камера 3. Цветовая температура — 3300K



Сцена 3, камера 3. Цветовая температура — 4000K



Сцена 3, камера 3. Цветовая температура — 5300K



Сцена 3, камера 3. Цветовая температура — 5600K



Сцена 3, камера 3. Цветовая температура — 6500K