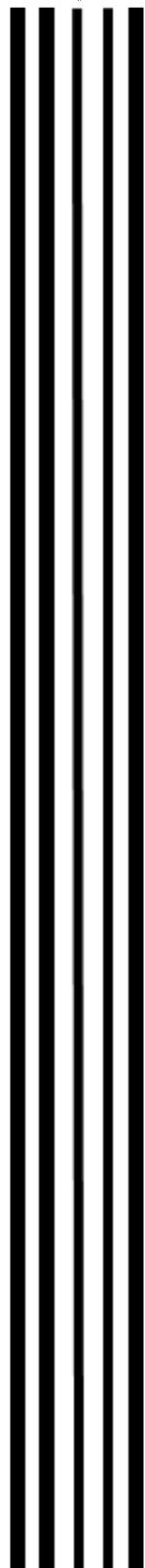
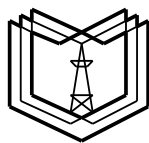


**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Казанский государственный энергетический университет»**



**Информационные технологии
проектирования систем фотоники**

Учебно-методическое пособие

**Казань
2021**

621.383:004

ББК 32.86

Ш64

Ш64

Шириев Р.Р.

Информационные технологии проектирования систем фотоники : учебно-методическое пособие / Р.Р. Шириев. – Казань : КГЭУ, 2021. – 35 с.

Содержит методику расчета систем освещения. Приведены требования к содержанию и оформлению курсового проекта по дисциплине «Информационные технологии проектирования систем фотоники».

Предназначено для студентов очной формы обучения по образовательной программе академического и прикладного бакалавриата направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, направленность (профиль) «Квантовая оптическая электроника и фотоника».

УДК 621.383:004

ББК 32.86

ВВЕДЕНИЕ

Информационные технологии проектирования систем фотоники – дисциплина основной образовательной программы подготовки бакалавров, цель которой заключается в освоении студентами инженерных методов расчетов и проектирования светотехнических установок и приборов систем фотоники.

Задачами дисциплины являются:

- приобретение знаний в области проектирования систем фотоники;
- освоение методов проектирования систем фотоники;
- приобретение навыков применения методов проектирования систем фотоники.

Важной составляющей этой дисциплины является курсовое проектирование, цель которого заключается в следующем.

1. Закрепление и углубление знаний по теории проектирования систем фотоники.

2. Приобретение и совершенствование навыков расчета и проектирования систем фотоники.

3. Освоение информационных технологий проектирования систем оптоэлектроники и фотоники.

В ходе выполнения курсового проекта формируется способность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств квантовой оптической электроники и фотоники.

Возможности компьютерного проектирования постоянно расширяются. На рынке программного обеспечения появились десятки программ разного уровня и специализации, в том числе DIALux. DIALux идеально подходит для проектирования систем фотоники. Среди возможностей программы при разработке светотехнического проекта следует отметить наличие возможности работы с трехмерным видом, различные способы визуализации объекта, вариативность решений при выборе и установке светильников, обработке светотехнических данных, корректировку цветопередачи источников света, построение сцен с элементами управления.

Информация, введенная в процессе планирования системы фотоники, например геометрия комнаты, источника света, адаптируется программой DIALux и автоматически используется при расчете.

Каталоги светильников можно подключать прямо из программы, а также можно скачать отдельно модели светильников в формате *.IES или *.LDT. Для начинающих пользователей разработан «Ассистент DIALux Light», который входит в пакет программ, и предназначен для пошагового

построения светотехнического проекта. Библиотека встроенных объектов для построения сцен изначально встроена в программу, имеется возможность экспорта и импорта 3D объектов из любых CAD-программ в форматах *.DWG и *.DXF, а также самостоятельного создания пользовательских объектов, используя инструменты моделирования, такие как булевы операции, выдавливание и объединения и т. д. Для каждого участка можно смоделировать разнообразные световые эффекты с зеркальным отражением, прозрачностью, улучшенными текстурами по заданным параметрам.

Ассистент DIALux Light позволяет сделать типичный (стандартный) проект за пару шагов – спланировать размещение светильников в помещении и рассчитать освещенность точечным методом, после чего сформировать отчет о проекте.

Программа DIALux предоставляет более широкие возможности для проектирования и создания сложных светотехнических проектов, в отличие от ассистента DIALux Light. При первоначальном запуске предлагается выбрать один из видов встроенных проектов: один для внутреннего интерьера и два для наружных сцен освещения. Есть возможность перейти и использовать ассистенты для пошагового создания проекта.

Рабочая область разделена на три части: менеджер проекта, в котором отображается дерево проекта; окно для отображения текущего вида сцены (например, 3D вид); проводник, в котором отражаются основные разделы проектирования. Менеджер проекта предоставляет доступ к содержанию, которое отображается в виде древовидной структуры, и отдельным элементам проекта. При выделении отдельного элемента предоставляется доступ к просмотру и редактированию свойств выбранного объекта. Менеджер проекта включает в себя несколько закладок (листов): «Проект», «Объекты», «Цвета», «Выбор светильников», «Результаты».

Однако при всех достоинствах DIALux наличие одной этой программы для проектирования осветительной системы недостаточно. Нужен грамотный специалист-проектировщик, способный правильно задать начальные условия и скорректировать результаты автоматического расчета.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

- Φ – световой поток, лм;
- E – освещенность поверхности, лк;
- H – высота помещения, м;
- h_p – высота расчетной (рабочей) поверхности над полом, м;
- h_c – расстояние от светильника до перекрытия (высота подвеса светильников), м;
- L – расстояние между соседними светильниками в ряду или рядами светильников (если по длине и ширине помещения расстояния различны, то они обозначаются L_A и L_B);
- H_p – расчетная высота от условной рабочей поверхности до светильника, м;
- l – расстояние от крайних светильников или рядов светильников до стены, м;
- A – длина помещения, м;
- B – ширина помещения, м;
- R – число рядов светильников;
- N_R – число светильников в ряду;
- $N_{св}$ – число светильников в ряду;
- $n_{св}$ – число ламп в одном светильнике;
- l_c – длина одного светильника, мм.
- E_n – нормируемое значение освещенности, лк;
- K_3 – коэффициент запаса;
- F – площадь рабочей поверхности помещения, м²;
- $\eta_{оу}$ – коэффициент использования светового потока осветительной установки;
- N – количество установленных светильников;
- z – коэффициент минимальной освещенности, равный отношению средней освещенности $E_{ср}$ к нормированной минимальной E ;
- КСС – кривая силы света;
- ЕСКД – единая система конструкторской документации

ЗАДАНИЕ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ

Задание

1. Рассчитайте параметры системы освещения помещения методом коэффициента использования светового потока.
2. Создайте проект системы освещения цеха с помощью компьютерной программы DIALux.
3. Сравните полученные результаты.
4. Представьте результаты проектирования в виде 3D модели.

Исходные данные

Исходные данные для расчета представлены в табл. 1 и на рис. 1.

Таблица 1
Габаритные и оптические характеристики производственных помещений

№ вар-та	Тип помещения	Габаритные размеры помещения, м			Коэффициент отражения потолка	Коэффициент отражения стен	Коэффициент отражения рабочей поверхности
		Высота h	Длина a	Ширина b			
1	Цех кузнечный	8	30	25	0,7	0,3	0,1
	Душевая	3	5	5	0,7	0,5	0,3
2	Цех инструментальный	7	30	20	0,7	0,3	0,1
	Склад	4	10	10	0,7	0,5	0,1
3	Цех столярный	4	25	20	0,5	0,3	0,1
	Комната мастеров	4	5	5	0,7	0,5	0,3
4	Цех сборочный	8	30	20	0,7	0,3	0,1
	Склад	4	10	10	0,7	0,5	0,1
5	Цех механический	7	25	20	0,5	0,3	0,1
	Комната мастеров	3	5	5	0,7	0,5	0,3
6	Торговый зал	6	20	15	0,7	0,7	0,3
	Склад	4	6	6	0,7	0,5	0,3
7	Цех механический	7	30	20	0,7	0,3	0,1
	Душевая	3	5	5	0,7	0,5	0,3

Продолжение табл. 1

№ вар-та	Тип помещения	Габаритные размеры помещения, м			Коэффициент отражения потолка	Коэффициент отражения стен	Коэффициент отражения рабочей поверхности
		Высота <i>h</i>	Длина <i>a</i>	Ширина <i>b</i>			
8	Горячий цех предприятия общественного питания	4	20	10	0,7	0,5	0,3
	Душевая	3	5	5	0,7	0,5	0,3
9	Учебный класс	4	10	5	0,7	0,5	0,3
	Лаборантская	4	4	3	0,7	0,5	0,3
10	Цех механический	8	30	20	0,5	0,3	0,1
	Склад	4	6	6	0,7	0,5	0,3
11	Учебный класс	4	15	10	0,7	0,5	0,3
	Лаборантская	4	4	4	0,7	0,5	0,1
12	Читальный зал	4	20	15	0,7	0,5	0,3
	Лаборантская	4	5	4	0,7	0,5	0,3
13	Торговый зал	6	20	20	0,7	0,5	0,3
	Склад	4	10	6	0,7	0,5	0,3
14	Цех кузнечный	8	30	20	0,7	0,3	0,1
	Склад	4	6	6	0,7	0,5	0,1
15	Учебный класс	4	10	10	0,7	0,5	0,3
	Лаборантская	4	5	4	0,7	0,5	0,3

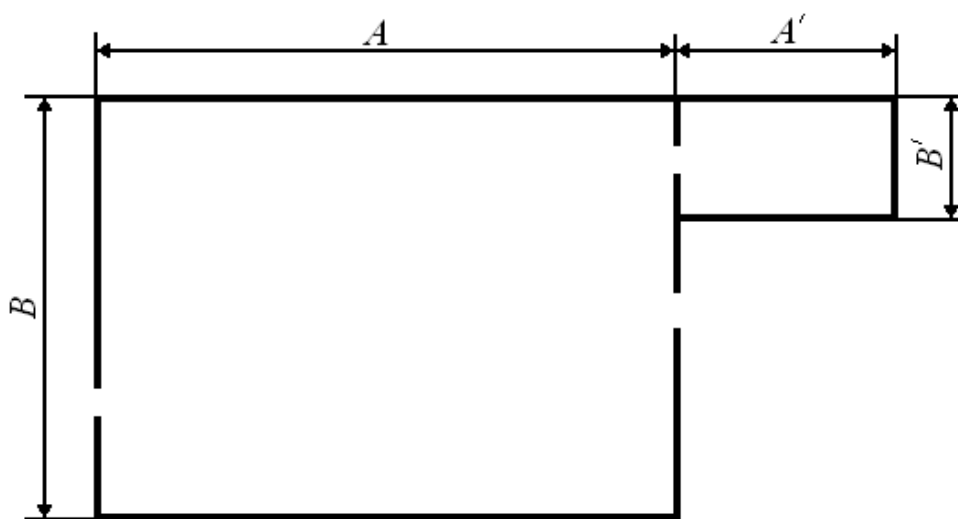


Рис. 1. План помещений

ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТА

Структура пояснительной записки

Курсовой проект является конструкторской работой и состоит из пояснительной записки и графических материалов.

Пояснительная записка содержит задание на проектирование, аналитический обзор литературы и патентных источников, результаты конструкторских расчетов, описание конструкции, список литературы.

Пояснительная записка должна включать следующие разделы.

1. Задание (заявка) на проектирование.
2. Содержание.
3. Введение.
4. Основная конструкторская часть.
5. Заключение.
6. Список использованных источников.
7. Приложения.

Оформление пояснительной записки

Пояснительная записка к курсовому проекту должна быть представлена в печатном варианте и скреплена. Не допускается соединение листов записки скрепками. Объем работы 25–30 печатных листов.

По ГОСТ 7.32-2001 [1] текст печатается на одной стороне листа белой бумаги формата А4, полуторный интервал. Цвет шрифта – черный. Размер шрифта – 14 кегль. Тип шрифта – Times New Roman.

Размеры полей: правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, левое 30 мм.

Абзацный отступ равен 1,27 см. Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно 1-му интервалу.

Страницы работы нумеруются арабскими цифрами (нумерация сквозная по всему тексту). Номер страницы ставится в центре нижней части листа без точки. Титульный лист включается в общую нумерацию, номер на нем не ставится.

Заголовки структурных элементов работы располагают в середине строки без точки в конце и печатают заглавными буквами без подчеркивания. Каждый структурный элемент следует начинать с новой страницы.

К структурным элементам проекта относятся: реферат (аннотация), содержание, введение, заключение, список использованных источников, приложение. Главы основной части работы не являются структурными элементами.

По ГОСТ 7.32-2001 заголовок «содержание» пишется заглавными буквами посередине строки.

Содержание включает введение, наименование всех глав, параграфов, пунктов, заключение, список использованных источников и наименование приложений с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы работы.

По ГОСТ 7.32-2001 на все рисунки в тексте должны быть даны ссылки. Рисунки должны располагаться непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Рисунки нумеруются арабскими цифрами, при этом нумерация сквозная, но допускается нумеровать и в пределах раздела (главы). В последнем случае номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой, например: «Рис. 1.1». Подпись к рисунку располагается под ним посередине строки. Пишется слово «Рис», ставится точка, затем следует название рисунка. Точка в конце названия не ставится, например: «Рис. 1. Внешний вид светильника».

Если в работе есть приложения, то рисунки каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением впереди обозначения приложения, например: «Рис. А.3».

На все таблицы в тексте должны быть ссылки. Таблица должна располагаться непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. Все таблицы нумеруются. Нумерация сквозная либо в пределах раздела. В последнем случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера внутри раздела, разделенных точкой, например: «Таблица 1.2». Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением впереди обозначения приложения, например: «Таблица В.2».

Слово «Таблица» пишется полностью. Название таблицы следует помещать над таблицей, выравнивание по центру без абзацного отступа в одну строку с ее номером, например: «Таблица 3. Технические параметры». Точка в конце названия не ставится.

При переносе таблицы на следующую страницу название помещают только над первой частью, при этом нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую первую часть таблицы, не проводят. Над другими частями также слева пишут слово «Продолжение» и указывают номер таблицы, например: «Продолжение таблицы 1».

Заголовки столбцов и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки столбцов – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков столбцов и строк точки не ставят. Разделять заголовки и подзаголовки боковых столбцов диагональными линиями не допускается.

По ГОСТ 7.32-2001 формулы и уравнения следует выделять из текста в отдельную строку. Над и под каждой формулой или уравнением нужно оставить по пустой строке. Если уравнение не умещается в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (–), умножения (\times), деления ($:$) или других математических знаков, причем этот знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке, символизирующем операцию умножения, применяют знак « \times ».

Если нужны пояснения к символам и коэффициентам, то они приводятся сразу под формулой в той же последовательности, в которой они идут в формуле.

Номер формулы проставляется арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке.

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера внутри раздела, разделенных точкой, например: (1.4).

Формулы в приложениях имеют отдельную нумерацию в пределах каждого приложения с добавлением впереди обозначения приложения, например: (В.2).

По ГОСТ 7.32-2001 в тексте работы на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» и его обозначения. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность,

например: ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв *I* и *O*. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами. Если в документе одно приложение, оно обозначается «ПРИЛОЖЕНИЕ А».

Текст каждого приложения может быть разделен на разделы и подразделы, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

Форма титульного листа приведена в приложении А.

Оформление графического материала

Графическая часть может включать чертеж общего вида, рабочий чертеж и другие чертежи. Минимальный объем графических материалов проекта составляет 2 листа формата А1.

При выполнении графических материалов необходимо строго придерживаться требований ГОСТ 2.001-2013 Единая система конструкторской документации (ЕСКД) [2]. Чертежи и схемы должны быть выполнены при помощи средств машинной графики.

Организация работы над курсовым проектом

Руководитель курсового проекта помогает студенту составить календарный график работы, рекомендует специальную литературу, консультирует согласно расписанию по всем разделам проекта, проверяет график и качество разработок, подписывает законченные материалы и допускает к защите.

На первой неделе учебного семестра, в котором выполняется проект, студенты уточняют с руководителем тему курсового проекта и получают задание на проектирование.

С целью планомерного выполнения работы составляется расписание консультаций по проекту и календарный график выполнения проектирования. Регулярное посещение консультаций рассматривается как часть учебного процесса, при оценке проекта учитывается планомерность и своевременность выполняемых работ.

Руководителем проекта принимается предварительная защита, по результатам которой студент получает допуск на основную защиту.

Защита проекта

Для защиты курсового проекта подготовленные расчетно-пояснительная записка и графические листы подписываются студентом и научным руководителем проекта.

Непроверенные проекты к защите не допускаются.

Защита проходит в зачетную неделю и принимается комиссией, назначенной заведующим кафедрой. В комиссию входят не менее двух преподавателей, включая руководителя проекта.

При высоком уровне выполненного студентом проекта допускается досрочная его защита.

Защита курсового проекта состоит из краткого доклада студента (5–7 минут), который должен включать название темы, характеристику цели работы, поставленных задач и методик их решения основных достигнутых результатов, а также ответы на вопросы комиссии и присутствующих студентов.

Если над одной большой темой курсового проекта работали несколько студентов, каждый из них представляет свою расчетно-пояснительную записку, графическую часть и защищает свою часть проекта.

Курсовой проект оценивается по 5-балльной системе, причем при оценке учитывается планомерность и своевременность выполнения работ, качество оформления материалов, доклада и ответов на вопросы при защите.

МЕТОДИКА СВЕТОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА

Размещение светильников

Существуют два способа размещения светильников общего освещения: равномерное и локализованное. При локализованном способе вопрос о выборе мест расположения светильников должен решаться индивидуально в каждом конкретном случае в зависимости от характера размещения рабочих мест в помещении.

При общем равномерном освещении, а по возможности, и при локализованном освещении симметричные светильники рекомендуется располагать по вершинам квадратных, прямоугольных (с отношением большей стороны прямоугольника к меньшей не более 1,5) или ромбических (с острым углом ромба, близким к 60°) полей.

Для размещения светильников должны быть известны размеры, указанные на рис. 2, – это:

H – высота помещения, м;

h_p – высота расчетной (рабочей) поверхности над полом, м (если неизвестна, принимается высота условной рабочей поверхности 0,8–1 м);

h_c – расстояние от светильника до перекрытия (высота подвеса светильников), м (выбирается в пределах 0–1,5 м);

L – расстояние между соседними светильниками в ряду или рядами светильников (если по длине и ширине помещения расстояния различны, то они обозначаются L_A и L_B);

H_p – расчетная высота от условной рабочей поверхности до светильника, м;

$$H_p = H - (h_p + h_c), \quad (1)$$

l – расстояние от крайних светильников или рядов светильников до стены, м (принимается $(0,3-0,5)L$ в зависимости от наличия вблизи стен рабочих мест);

A – длина помещения, м; B – ширина помещения, м.

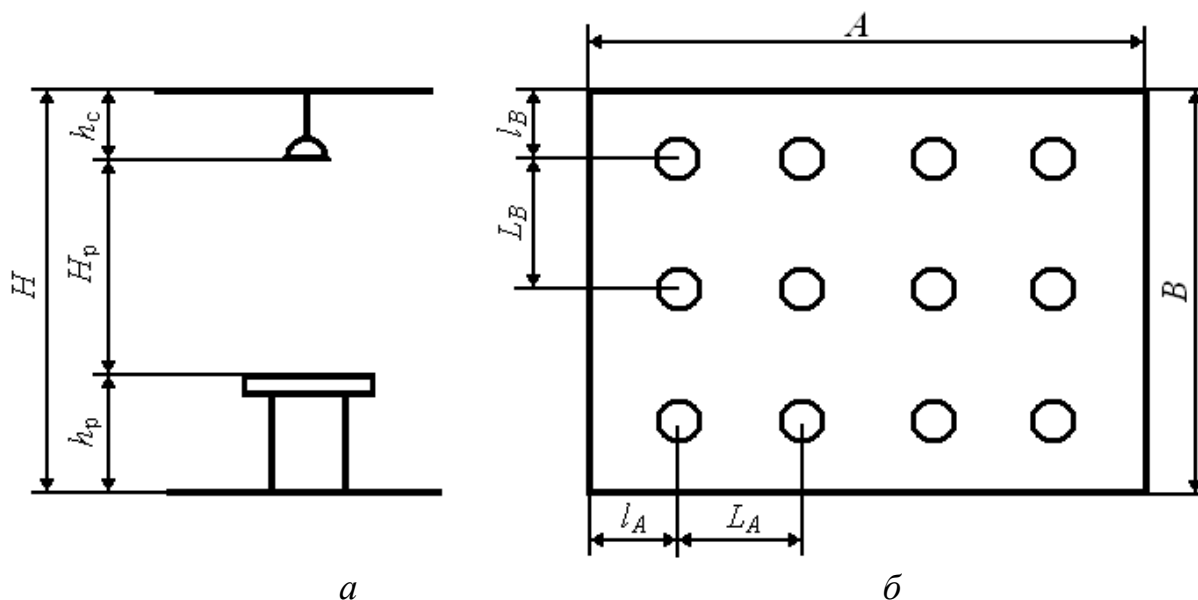


Рис. 2. Размещение светильников: *a* – вид сбоку; *б* – вид сверху

Распределение освещенности по освещаемой поверхности определяется типом КСС светильника и отношением расстояния между ними к высоте их установки над освещаемой поверхностью (L/H_p).

Согласно существующей классификации, имеются следующие типы КСС: концентрированная (К), глубокая (Г), косинусная или диффузная (Д), полуширокая (Л), широкая (Ш), синусная (С) и равномерная (М) (рис. 3). Они характеризуют форму диаграммы светораспределения светильника.

Для каждой КСС существует наиболее выгодное значение $\lambda = L/H_p$, обеспечивающее наибольшую равномерность распределения освещенности и максимальную энергетическую эффективность проектируемой осветительной установки. Рекомендуемые в литературе [1, 2] оптимальные пределы соотношения $\lambda = L/H_p$ представлены в табл. 2.

Таблица 2

Оптимальные значения λ для светильников с типовыми кривыми

L/H_p	Тип КСС				
	К	Г	Д	М	Л
	0,4–0,7	0,8–1,1	1,4–1,6	1,8–2,6	1,6–1,8

Допускается увеличение указанных в табл. 2 значений отношений L/H не более чем на 30 % для всех типов КСС, кроме типа К.

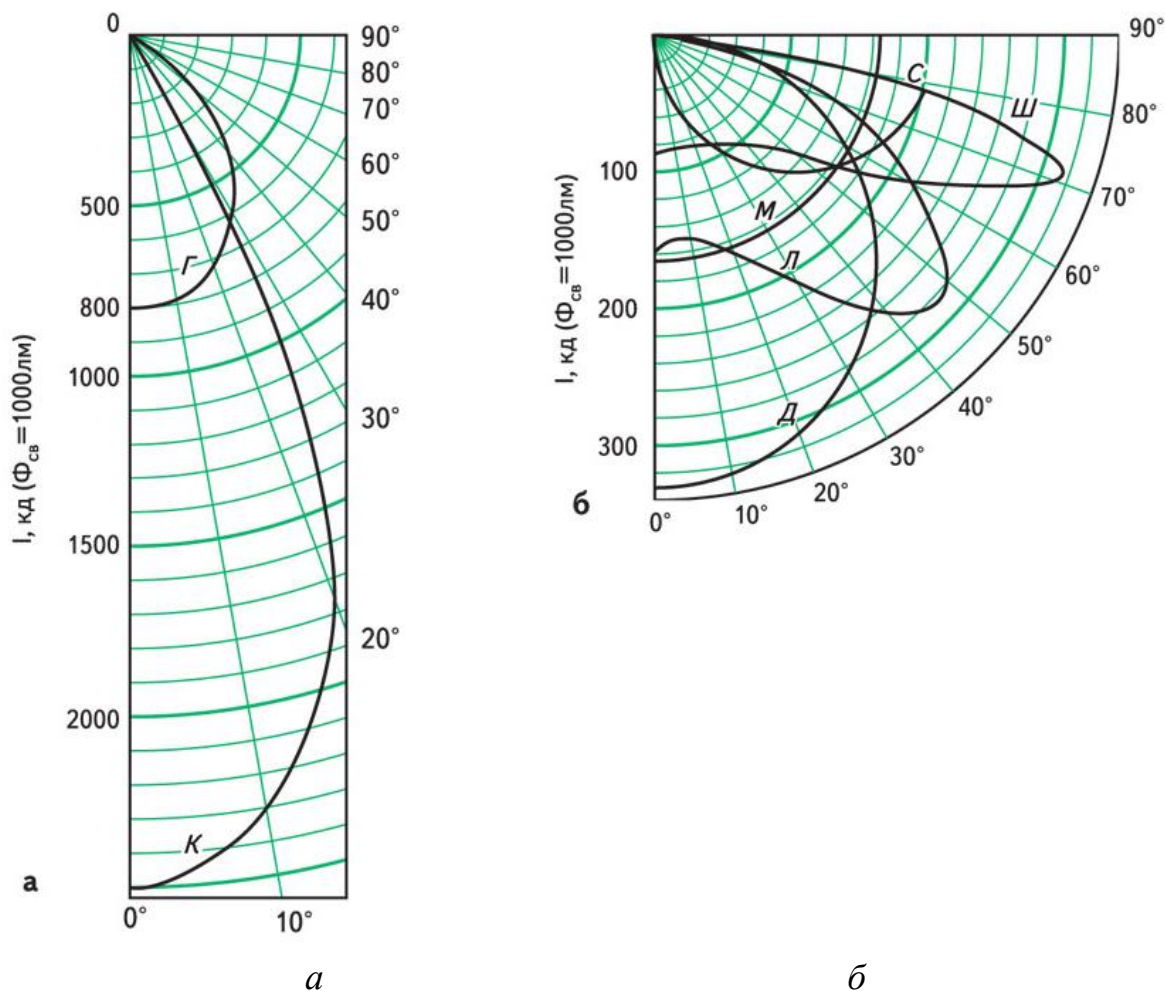


Рис. 2. Типы кривых силы света: *a* – концентрированная (К), глубокая (Г); *б* – косинусная или диффузная (Д), полуширокая (Л), широкая (Ш), синусная (С) и равномерная (М)

С учетом специфики производственного помещения и его назначения выбираются тип газоразрядной лампы и тип светильника. Пользуясь каталогами производителей, определяются тип КСС светильника и угол излучения.

Определив H_p и задавшись значением L/H_p , вычисляют расстояние L .

Число рядов светильников определяется по выражению:

$$R = \frac{B - 2 \cdot l}{L} + 1, \quad (2)$$

а число светильников в ряду из соотношения:

$$N_R = \frac{A - 2 \cdot l}{L} + 1. \quad (3)$$

Полученные результаты округляются до ближайшего целого числа, после чего пересчитываются реальные расстояния:

– между рядами светильников:

$$L_B = \frac{B - 2 \cdot l}{R - 1}; \quad (4)$$

– между центрами светильников в ряду:

$$L_A = \frac{A - 2 \cdot l}{N_R - 1}. \quad (5)$$

Для прямоугольных помещений проверяется условие

$$1 \leq L_A/L_B \leq 1,5.$$

Если $L_A/L_B < 1$, то необходимо уменьшить число светильников в ряду на один или увеличить число рядов на один.

Если $L_A/L_B > 1,5$, то необходимо увеличить число светильников в ряду на один или уменьшить число рядов на один.

Общее число точечных светильников определяем по формуле

$$N_{\text{св}} = R \cdot N_R, \quad (6)$$

где $N_{\text{св}}$ – число светильников в ряду.

Светильники с люминесцентными лампами, находясь в одном ряду, могут располагаться вплотную друг к другу либо с разрывами (не более 0,5 H_p). При их использовании сначала из светотехнического расчета определяется световой поток всего ряда люминесцентных светильников Φ_{Rp} , а затем рассчитывается число светильников в одном ряду:

$$N_R = \frac{\Phi_{Rp}}{n_{\text{св}} \cdot \Phi_{\text{л}}}, \quad (7)$$

где $n_{\text{св}}$ – число ламп в одном светильнике; $\Phi_{\text{л}}$ – световой поток одной лампы, лм.

При этом расстояние между соседними светильниками в ряду

$$L_A = \frac{A - 2 \cdot l - N_R \cdot l_c}{N_R - 1}, \quad (8)$$

где l_c – длина одного светильника.

В процессе расчетов необходимо следить, чтобы суммарная длина светильников с люминесцентными лампами в одном ряду не превышала длины помещения.

Методика расчёта освещения методом коэффициента использования

Расчет освещения по методу коэффициента использования осуществляется в следующем порядке:

1. Для освещаемого помещения определяются значения расчетной высоты H_p , нормируемой освещенности, тип и число светильников;
2. По формуле с учетом заданных параметров помещения находится значение индекса помещения i_{Π} ;
3. Для выбранного типа светильника по таблице из справочной литературы определяется его кривую силы света.
4. Коэффициент использования светового потока η_{ou} осветительной установки находится из таблицы.
5. По формуле с учетом необходимых параметров и коэффициентов определяется световой поток лампы, необходимый для обеспечения заданной минимальной освещенности.
6. По расчетному значению светового потока одной лампы выбирается лампа ближайшей стандартной мощности.

Рекомендации по расчету освещения методом коэффициента использования

Рекомендации по выбору светильников имеются в справочной литературе (например, Козловская В. Б., стр. 74-102) [3, 4].

Индекс помещения i_{Π} учитывает соотношение размеров помещения:

$$i_{\Pi} = \frac{AB}{H_p(A+B)}, \quad (12)$$

где a и b – ширина и длина освещаемого помещения, м; H_p – расчетная

высота от условной рабочей поверхности до светильника, м.

Тип кривой силы света для выбранного светильника определяется по справочной литературе (например, Козловская В. Б., табл. 6.4-6.8, стр. 80–88) [3, 4].

Коэффициент использования светового потока $\eta_{\text{оу}}$ осветительной установки показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность:

$$\eta_{\text{оу}} = \frac{\Phi_{\text{р}}}{n \cdot \Phi_{\text{л}}}, \quad (13)$$

где $\Phi_{\text{р}}$ – световой поток, падающий на рабочую поверхность; $\Phi_{\text{л}}$ – световой поток лампы; n – число источников света.

Значения коэффициента использования светового потока $\eta_{\text{оу}}$ в зависимости от типа светильника (его КПД и кривой силы света), коэффициентов отражения стен $\rho_{\text{с}}$, потолка $\rho_{\text{п}}$, рабочей поверхности $\rho_{\text{р}}$ помещения и от индекса помещения $i_{\text{п}}$ приведены в справочнике (Козловская В. Б., табл. 8.1, стр. 108-109) [4].

Расчетное значение светового потока одной лампы $\Phi_{\text{лр}}$ в каждом светильнике определяется по формуле:

$$\Phi_{\text{лр}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot K_{\text{з}} \cdot F \cdot z}{N \cdot \eta_{\text{оу}}}, \quad (11)$$

где $E_{\text{н}}$ – нормируемое значение освещенности, лк; $K_{\text{з}}$ – коэффициент запаса берется в справочной литературе (например, Козловская В. Б., табл. 2.1, стр. 20-21) [3, 4]; F – площадь рабочей поверхности помещения, м²; $\eta_{\text{оу}}$ – коэффициент использования светового потока осветительной установки; N – количество установленных светильников; z – коэффициент минимальной освещенности, равный отношению средней освещенности $E_{\text{ср}}$ к нормированной минимальной E .

Коэффициент z характеризует неравномерность освещенности и зависит от отношения $L/H_{\text{р}}$. Для ламп накаливания и ДРЛ рекомендуется $z = 1,15$, для люминесцентных ламп при равномерном расположении светильников – $z = 1,1$.

По найденному значению $\Phi_{\text{лр}}$ выбирается лампа ближайшей стандартной мощности, значение светового потока которой $\Phi_{\text{л}}$ отличается от расчетного значения $\Phi_{\text{лр}}$ не более чем на -10...+20 %.

При расчете люминесцентного освещения первоначально намечается число рядов R , которое подставляется в формулу (11) вместо N . Тогда световой поток ламп одного ряда Φ_{Rp} определяется по формуле:

$$\Phi_{Rp} = \frac{E_H \cdot K_z \cdot F \cdot z}{R \cdot \eta_{oy}}. \quad (12)$$

Далее по формуле (7) определяется количество светильников в одном ряду. При этом расстояние между соседними светильниками в ряду не должно превышать $0,5 H_p$.

Порядок работы над проектом в программе DIALux

1. Задание информации о проекте, выбор коэффициента уменьшения (коэффициента запаса) в менеджере проекта, вкладка «Проект».

2. Построение геометрии, задание размеров (ширина, длина, высота) и форм (прямоугольная, многоугольная) и конфигурации для помещения, внешней сцены, участка дороги в окне CAD. При необходимости использовать функцию импорта из чертежей в формате DWG или DXF, которые отображаются на вкладке «Вид» в плане.

3. Выбор и наполнение сцены элементами помещения, вкладка «Объекты». Можно использовать стандартные элементы, элементы из встроенных библиотек (Furniture), либо импортировать файлы объектов в формате CAD-объектов (*.m3d, *.sat). Стандартные объекты можно объединять или делать вычет одного объекта из другого. При этом использовать инструменты выравнивания и измерительную ленту (линейку).

4. Определение и задание параметров рабочей плоскости, либо добавление дополнительных контрольных точек, расчётных поверхностей или растров. Вкладка «Объекты».

5. Определение и задание текстуры, цветов и материалов поверхностей, объектов. При необходимости возможно скорректировать цвет освещения, вставить цветной светофильтр. Вкладка «Цвета».

6. Выбор светильников из каталога (необходимо предварительно установить каталог от выбранного производителя), вставка светильников в проект, используя инструмент групповой либо одиночной вставки светильников. Вкладка «Выбор светильников».

Для визуализации направления светильников и их кривых силы света необходимо использовать инструменты «Вспомогательные лучи у светильников», «Трёхмерное изображение распределения силы света». Меню «Вид».

7. При необходимости вставка сцен освещения и элементов управления. Меню «Вставить» → «Элемент управления», «Сцена освещения».

8. Запуск расчёта. Меню «Результаты» → «Запустить расчет».

9. Просмотр результатов расчёта, вывод фиктивных цветов. Визуализация проекта в окне CAD. Меню «Вид».

10. Просмотр и оценка полученных данных. Вкладка «Результаты».

11. Формирование отчёта по светотехническому проекту. Выбор и отметка необходимых страниц и разделов, таблиц, данных, видов и графической информации. Вкладка «Результаты».

12. Сохранение файла проекта. Меню «Файл» → «Сохранить» или «Сохранить как».

13. Сохранение файла отчёта (результатов расчёта). Меню «Файл» → «Экспортировать» → «Сохранить результаты в формате *PDF*».

14. При необходимости, можно сформировать дополнительный вид или изображение *CAD*. «Файл» → «Экспортировать».

15. При необходимости возможно создать видеоролик перемещения камеры по объекту, создав траекторию движения камеры. «Файл» → «Экспортировать» → «3D видеодокумент сохранить».

ПРИМЕР РАСЧЕТА ОСВЕЩЕНИЯ МЕТОДОМ КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Задание. Рассчитать освещение механического цеха, размеры которого $A \times B \times H = 28 \times 21 \times 7$ м. Принять светильник РС05/ Г03.

Решение.

1. Высоту расчетной (рабочей) поверхности над полом h_p принимаем равной 0,8 м.

2. Расстояние от светильника до перекрытия h_c (высота подвеса светильников) принимаем равной 1,2 м.

3. Определяем расчетную высоту от условной рабочей поверхности до светильника:

$$H_p = H - (h_p + h_c) = 7 - (0,8 + 1,2) = 5.$$

4. Для принятого светильника, имеющего глубокую кривую силы света, по табл. 1 находим значение: $\lambda = 1$.

5. Определяем расстояние между светильниками:

$$L = \lambda \cdot H_p = 1 \cdot 5 = 5 \text{ м.}$$

6. Расстояние от крайних светильников до стены l , м, принимается в зависимости от наличия вблизи стен рабочих мест с соблюдением условия:

$$0,3L \leq l \leq 0,5L.$$

$$l = 1,5.$$

7. Определяем число светильников в ряду:

$$N_R = \frac{A - 2l}{L} + 1 = \frac{28 - 2 \cdot 1,5}{5} + 1 = 6.$$

8. Намечаем число рядов:

$$R = \frac{B - 2l}{L} + 1 = \frac{21 - 2 \cdot 1,5}{5} + 1 = 4,6 \approx 5.$$

9. После округления пересчитаем реальные расстояния:
– между рядами светильников:

$$L_A = \frac{B - 2l}{R - 1} = \frac{21 - 2 \cdot 1,5}{5 - 1} = 4,5;$$

– между центрами светильников в ряду $L_A = 5$ м (число светильников в ряду не округляли).

10. Для прямоугольных помещений проверяем условие:

$$1 \leq L_A/L_B \leq 1,5;$$

$$L_A/L_B = 1,1.$$

Условие выполняется.

11. Определяем общее количество точечных светильников в цехе:

$$N_{\text{св}} = R \cdot N_R = 5 \cdot 6 = 30.$$

12. Определяем индекс помещения:

$$i_{\text{п}} = \frac{AB}{H_p(28 + 21)} = 2,4.$$

13. По табл. 1 (в соответствие с вариантом задания) принимаем значения коэффициентов отражения стен ρ_c , потолка $\rho_{\text{п}}$, рабочей поверхности ρ_p помещения.

14. По справочной литературе (например, Козловская В. Б., табл. 8.1, стр. 108-109) находим значение коэффициента использования светового потока $\eta_{\text{оу}} = 0,73$ [3, 4].

15. Определяем по справочнику значение коэффициента запаса K_3 , учитывающего снижение освещенности в процессе эксплуатации осветительного прибора:

$$K_3 = 1,5.$$

16. Определяем по справочной литературе [3, 4] нормируемое значение освещенности:

$$E_{\text{н}} = 250 \text{ лк.}$$

17. Определяем расчетный световой поток светильника:

$$\Phi_{\text{св}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot K_{\text{з}} \cdot F \cdot z}{N \cdot \eta_{\text{оу}}} = \frac{250 \cdot 1,5 \cdot 21 \cdot 28 \cdot 1,15}{0,73 \cdot 30} = 11578,77 \text{ лм.}$$

18. Выбираем по справочнику светильник мощностью $P_{\text{н}} = 80$ Вт со световым потоком $\Phi_{\text{ном}} = 13000$ лм. $\Phi_{\text{ном}}$ отличается от $\Phi_{\text{св}}$ на 10 %, что находится в допустимых пределах (от -10 % до +20 %).

Пример расчета в программе DIALux

После инициации запуска программы на экране монитора появляется первое диалоговое меню (рис. 4). Выбираем вкладку «новый проект интерьера».

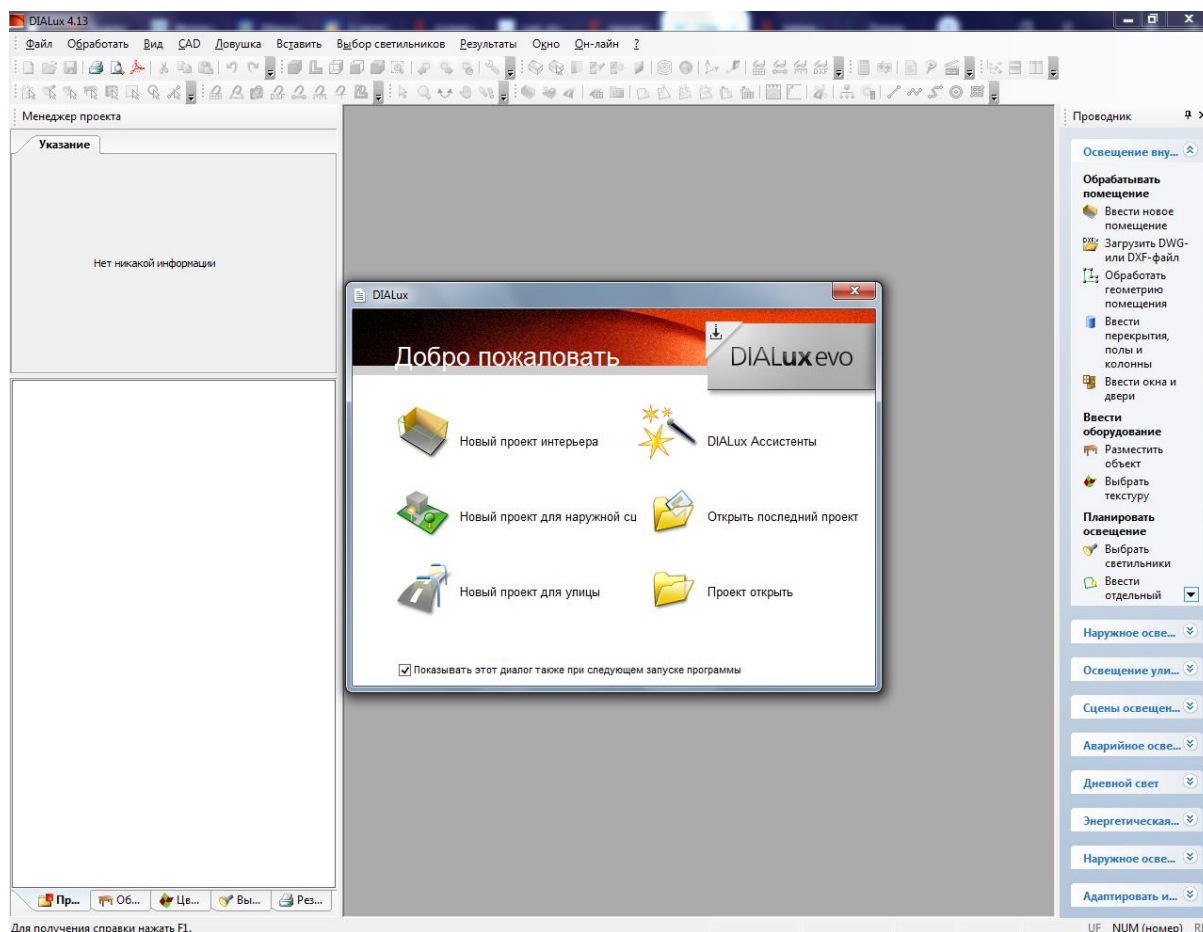


Рис. 4. Начальное меню DIALux

В окне «Проектная информация» (рис. 5) вводим данные проекта, т. е. название и назначение помещения, его описание, которое будет отображено на титульном листе.

В правой части окна вводим контактную информацию. Заполнение этих полей не является обязательным для работы непосредственно с программой. Для перехода к следующему окну нажмем на кнопку «Далее».

Рис. 5. Окно «Проектная информация»

Затем осуществляем ввод исходных данных (рис. 6).

Рис. 6. Окно «Ввод данных»

Сначала вносим данные о геометрии помещения (рис. 7).

Рис. 7. Окно «Геометрия помещения»

Значения коэффициентов отражения потолка, стен и пола либо вводим с клавиатуры, либо выбираем материал потолка, стен и пола в соответствующем выпадающем меню, и значения коэффициентов отражения определяются автоматически (рис. 8).

Рис. 8. Коэффициенты отражения потолка, стен и рабочей поверхности

Коэффициент уменьшения (эксплуатационный коэффициент в европейских нормах) – величина, обратная коэффициенту запаса.

Значение коэффициента уменьшения зависит от уровня запыленности помещения (рис. 9) и находится в диапазоне от 0,5 до 0,8. Коэффициент уменьшения можно задать самостоятельно с клавиатуры либо выбрать одно из базовых значений. Высота расположения рабочей плоскости вводится с клавиатуры. Согласно действующим нормам высота расположения условной рабочей поверхности – 0,8 м от пола. Величина краевой зоны определяет расстояние от рабочей зоны, где необходимо обеспечить норму освещенности, до стен. По умолчанию значение краевой зоны ставится 0.

Рис. 9. Параметры помещения и параметры рабочей плоскости

Затем осуществляем выбор типа светильника из собственного каталога программы или из стороннего каталога (рис. 10).

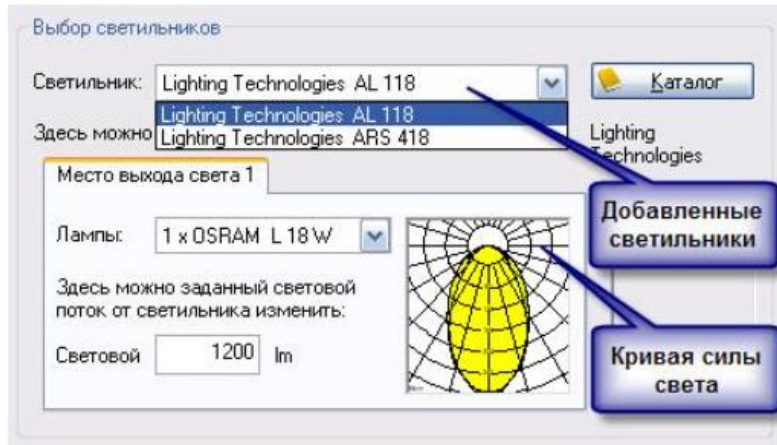


Рис. 10. Окно «Выбор светильников»

В данном шаге указываем способ установки светильника: потолочный, встроенный, подвесной. Под «пристройкой» в программе подразумевается крепление светильника на потолке или его размещение в подвесном потолке. Если светильник подвесной, то в выпадающем меню «Вид монтажа» выберем «По определению пользователя». Высота свеса светильника для потолочных и подвесных светильников равна 0. Монтажная высота – это расстояние от пола до светильника, высота световых точек – это расчетная высота подвеса светильников, т. е. высота их расположения над рабочей плоскостью.

После ввода данных переходим к окну «Расчет и результаты» (рис. 11). На этом этапе принимается решение о количестве светильников и их размещении в помещении.

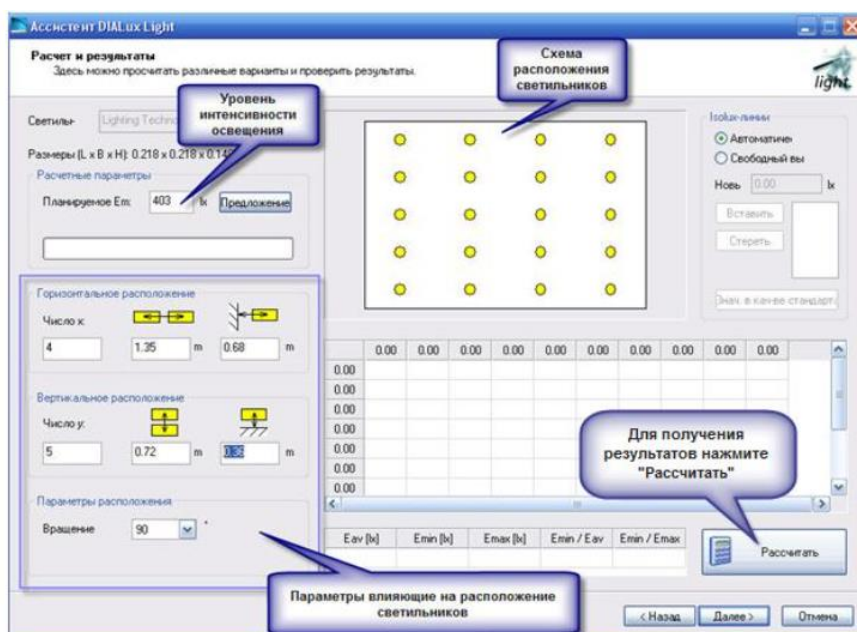


Рис. 11. Окно «Расчет и результаты»

Ввести с клавиатуры норму освещенности («Планируемое E_m ») и нажать кнопку «Предложение». В окне появится предварительное количество светильников, которое необходимо для получения заданного уровня интенсивности освещения.

Число x – количество светильников, расположенных горизонтально, число y – количество светильников, расположенных вертикально.

В программе можно задаться числом светильников и тогда расстояния между ними определяются автоматически, либо возможно произвольно задать расстояния между светильниками и расстояние от крайнего светильника до стены при заданном количестве светильников.

Используя функцию вращения, можно вращать светильник относительно горизонтальной оси.

После ввода всех параметров нажмем кнопку «Рассчитать». Через некоторое время программа выдаст результаты по распределению освещенности в помещении в графическом и табличном виде (рис. 12).

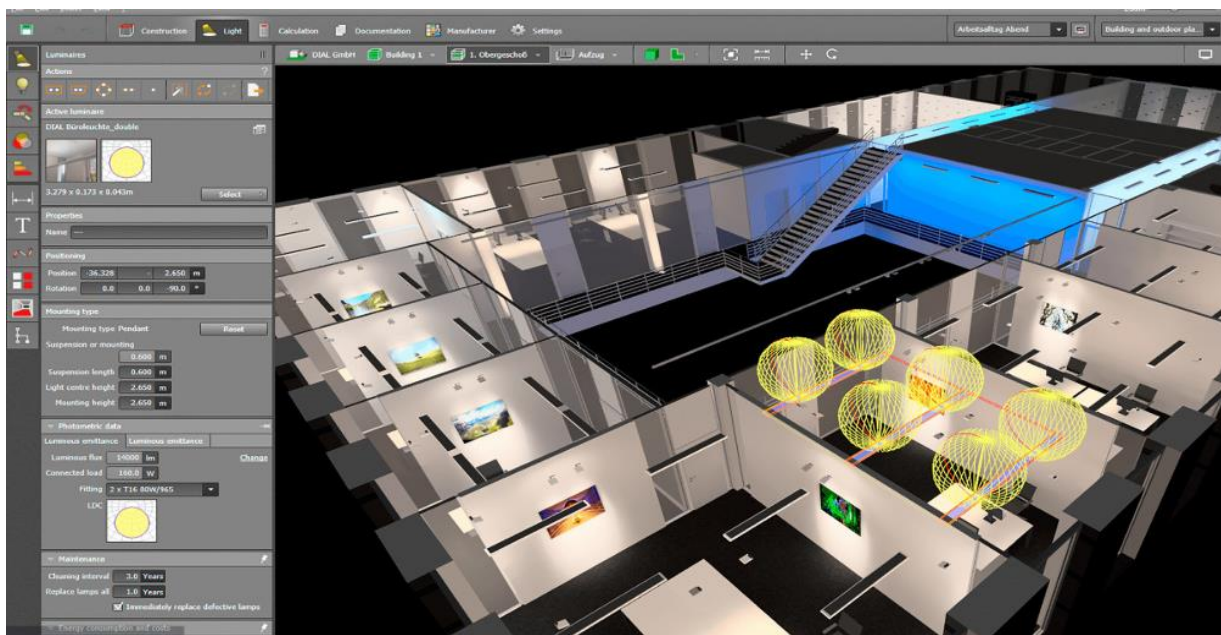


Рис. 12. Результат расчета

В графическом варианте замкнутые линии с цифрами показывают пороговую освещенность по контуру, то есть внутри линии значения освещенности выше этих чисел, за пределами линии – ниже.

Под таблицей приведены значения следующих параметров. E_{av} – значение средней освещенности в помещении. В идеале оно должно быть равно заданному значению нормированной (планируемой) освещенности (E_m). Одинаковое значение этих чисел говорит о наиболее экономичном варианте расположения светильников, так как в этом случае обеспечивается

требуемая освещенность во всем помещении с наименьшими затратами электроэнергии.

E_{min} – значение освещенности в самой плохо освещенной точке помещения. Это значение в идеале должно лежать около заданного значения нормированной освещенности.

E_{max} – значение освещенности в самой хорошо освещенной точке помещения. В идеале должно также приближаться к значению нормированной освещенности.

E_{min}/E_{av} – отношение минимальной освещенности к средней.

E_{min}/E_{max} – отношение минимальной освещенности к максимальной.

Последние два показателя характеризуют равномерность освещения.

Равномерность освещения зависит от расположения светильников, высоты их подвеса над расчетной поверхностью и светораспределения светильников. Равномерность освещения является качественным показателем освещения и влияет как на зрительный комфорт, так и на зрительную способность.

Образец оформления титульного листа

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский государственный энергетический университет»

Кафедра промышленной электроники и светотехники

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к курсовому проекту по дисциплине
«Название дисциплины»

Тема: «Название темы»

Выполнил(а) студент(ка) гр. ПЭ-1-19 Иванов И.И. «_____» _____ 202_ г.	Проверил руководитель проекта д.т.н., проф. Петров П.П. «_____» _____ 202_ г.
--	--

Казань
202_

Образец оформления библиографического списка

Книжные издания

Колтухова, И. М. Классика и современная литература : почитаем и подумаем вместе : учебно-методическое пособие / И. М. Колтухова. – Симферополь : Ариал, 2017. – 151 с.

Васильев, В. П. Аналитическая химия: учебник для химико-технологических специальностей вузов : в 2 частях / В. П. Васильев. – Москва: Высшая школа, 1989. – Ч. 2. – 384 с.

Правила

Правила обеспечения безопасности при выводе из эксплуатации ядерных установок ядерного топливного цикла : утверждены Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору от 14.06.17 : введены в действие 23.07.17. – Москва : НТЦ ЯРБ, 2017. – 32 с.

Стандарты

ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях : межгосударственный стандарт : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 июля 2012 г. № 191-ст : взамен ГОСТ 30494-96 : дата введения 2013-01-01 / разработан ОАО «СантехНИИпроект», ОАО «ЦНИИПромзданий». – Москва: Стандартинформ, 2013. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-30494-2011> (дата обращения: 24.11.2018). – Текст : электронный.

Статьи в журналах

Влияние психологических свойств личности на графическое воспроизведение зрительной информации / С. К. Быструшкин, О. Я. Созонова, Н. Г. Петрова [и др.] // Сибирский педагогический журнал. – 2017. – № 4. – С. 13–14.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 7.32-2001. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления : межгосударственный стандарт : введен в действие Постановлением Госстандарта России от 4 сентября 2001 г. № 367-ст : взамен ГОСТ 7.32-91 : дата введения 2002-07-01 / разработан ВИНТИ, ВНИИЦ, МТК по стандартизации. – Москва: Стандартинформ, 2006. – URL: <http://protect.gost.ru> (дата обращения: 07.06.2021). – Текст : электронный.

2. ГОСТ 2.001-2013. Единая система конструкторской документации : межгосударственный стандарт : введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 ноября 2013 г. № 1628-ст : взамен ГОСТ 2.001-93 : дата введения 2014-06-01 / разработан Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении» (ВНИИНМАШ), Автономной некоммерческой организацией Научно-исследовательский центр CALS-технологий «Прикладная логистика» (АНО НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика»). – Москва: Стандартинформ, 2018. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200106859> (дата обращения: 07.06.2021). – Текст : электронный.

3. Справочная книга по светотехнике / под ред. Ю. Б. Айзенберга. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Знак, 2006. – 972 с.

4. Козловская, В. Б. Электрическое освещение : справочник / В. Б. Козловская, В. Н. Радкевич, В. Н. Сацукевич. – 2-е изд. – Минск : Техноперспектива, 2008. – 271 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Список сокращений и условных обозначений	5
Задание и исходные данные для выполнения	6
Требования к содержанию и оформлению отчета.....	8
Методика светотехнического расчета	13
Пример расчета	22
Библиографический список	33

Учебное издание

Шириев Равиль Рафисович

**ИЗУЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
СИСТЕМ ФОТОНИКИ**

Учебно-методическое пособие

Кафедра промышленной электроники и светотехники КГЭУ

Редактор издательского отдела *С.Н. Чемоданова*
Компьютерная верстка *Т.И. Лунченковой*

Подписано в печать

Формат 60×84/16. Бумага «Business». Гарнитура «Times». Вид печати РОМ.
Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 2,06. Тираж 500 экз. Заказ №.

Редакционно-издательский отдел, 420066,
г. Казань, ул. Красносельская, 51