

УДК 628.977

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА ТИПА И ЧИСЛА СВЕТИЛЬНИКОВ С УЧЁТОМ РАВНОМЕРНОСТИ ОСВЕЩЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРИЛОЖЕНИЯ DIALUX EVO

В. В. ПРОЗОРОВ*(Представлено: канд. техн. наук, доц. А. Л. АДАМОВИЧ)*

Основным содержанием проведенного исследования является разработка и использование методики оптимизации выбора типа и количества светильников для системы освещения промышленного цеха. Критериями оптимизации выступили обеспечение нормированной равномерности освещения (300лк, согласно СП 52.13330.2011) и минимизация совокупных экономических затрат.

Исследование базировалось на применении светотехнического проектирования в программном комплексе DIALux Evo. В рамках метода была создана точная трехмерная модель объекта, учитывающая его геометрические параметры и отражающие свойства поверхностей.

Основы и возможности программного обеспечения DIALux Evo. Приложение DIALux предназначено для светотехнического расчета, разработано Немецким институтом прикладной светотехники (Deutsche Institut für Angewandte Lichttechnik) и распространяется бесплатно. Приложение учитывает современные требования к дизайну и расчету освещения и поддерживает международные и национальные стандарты европейских стран.

DIALux позволяет рассчитать внутренне и наружное освещение и получать фотореалистичную визуализацию сцены освещения. Результатом расчета является распределение освещенности на расчетных поверхностях, значения минимально, максимальной и средней освещенности, энергопотребления и многое другое. Кроме этого, программа способна формировать подробные отчеты; проверять соответствия расчетных параметров действующим нормативным требованиям, регламентируемым СНиП, ГОСТ.

Светотехнические данные светильников могут быть загружены в приложение в виде файлов с расширением «.ies» или «.ldt» [1].

Расчет освещенности цеха. Методика исследования подразумевала формирование базовой модели т.е. создание 3D- модели цеха (типа заготовительные цехи и пекарни) с фиксированными параметрами, установка нормируемого значения освещенности для данного цеха согласно нормам – 300лк, выбор базового типа светильников – ДПП-73 «INDUSTRY-C», последующая оптимизация светильников по мощности и КСС (кривой силы света), т.е. для одного типа светильников по мощности производился перебор светильников с разным типом КСС (К – концентрированная, угол раскрытия светового потока составляет 30°, т.е. формируется узкий конус.; Г – глубокая, угол распространения излучения равен 60; Д – косинусная, излучение распространяется на 120°), причём с корректировкой их количества для выполнения нормативного значения освещенности.

Начало расчёта осуществляется путём создания в программе цеха со всеми характеристиками, необходимыми для светотехнического расчёта.

1. *Запуск DIALux Evo* производится из меню «Запуск Программы».

2. *Создание помещения.* Выбрано «Пустое прямоугольное помещение», указана длина 24,5м, ширина 61 м и высота помещения 5м, вид зоны применения помещения и нажатие «ОК».

3. *Установка коэффициентов отражения поверхностей.* Переход на вкладку «Конструкция» → «Материалы» → «Изменить коэффициенты отражения поверхностей» → «Перекрытия, стенки, полы». Данные проектируемого цеха в % соответственно 50/50/30.

4. *Задание расчётной поверхности.* Вкладка «Расчётные объекты» → «Уровни пользования» → «Создать уровень пользования для зоны» → «Свойства» → «Высота» – 0,8м, также устанавливается «Краяевая зона» – 1,5м. Значение краевой было целесообразно установить возле стен, где отсутствуют рабочие места и где уровень освещенности менее важен.

После того, как было создано помещение для расчёта произошло добавление светильников.

5. *Добавление светильников.* Вкладка «Свет» – «Активный светильник». Нажата «Выбрать» – «Папка» – «Добавить папку» выбрана папка со светильниками нужной серии. Актуальная база была найдена на официальном сайте ЗАО «БЕЛИНТЕГРА» [2].

6. *Размещение светильников.* Меню «Действия» – «Автоматическое распределение для зон». Произошло автоматическое размещение светильников на плане.

7. *Установка свеса светильников.* Выделены все светильники левой кнопкой мыши. Произошёл переход в меню «Вид монтажа». Свес светильника задается через монтажную высоту – разность между высотой помещения и свесом светильников. В данном примере: высота световых точек – 4,12м, монтажная высота – 5м.

8. *Установка коэффициент запаса.* Коэффициент запаса K_z задавалась в показателе техсодержания как $1/K_z$. Вкладка «Свет» → «Показатели техсодержания» → Выделены все светильники → Неизменный показатель техсодержания. для всего исследования было указано значение 0,63.

9. *Расчет распределения освещенности.* Произошло нажатие «Запустить расчет». А также визуальная оценка распределения освещенности по расчетной поверхности в виде изолиний одного уровня, а также в окне «Результаты».

Данные расчёты проводились для светильников ДПП 73–23–213.1, ДПП 73–39–213.1, ДПП 73–47–213.1, ДПП 73–70–213.1, ДПП 73–93–213.1.

После выполнения автоматического распределения светильников и получения итоговых результатов в некоторых случаях возникла потребность корректировки расположения светильников и связана она была с тем, что в этих случаях было зафиксировано то ли слишком большое превышение значения нормы освещенности, либо же наоборот, нормы освещенности не соблюдались.

Корректировка расположения светильников. Вкладка «Свет» – «Светильники» – Выделить светильники – «Расположение rastров». Здесь X и Y – количество светильников вдоль осей.

В случае превышения норм освещенности – происходило уменьшение светильников, в случае недостаточной освещенности – увеличение.

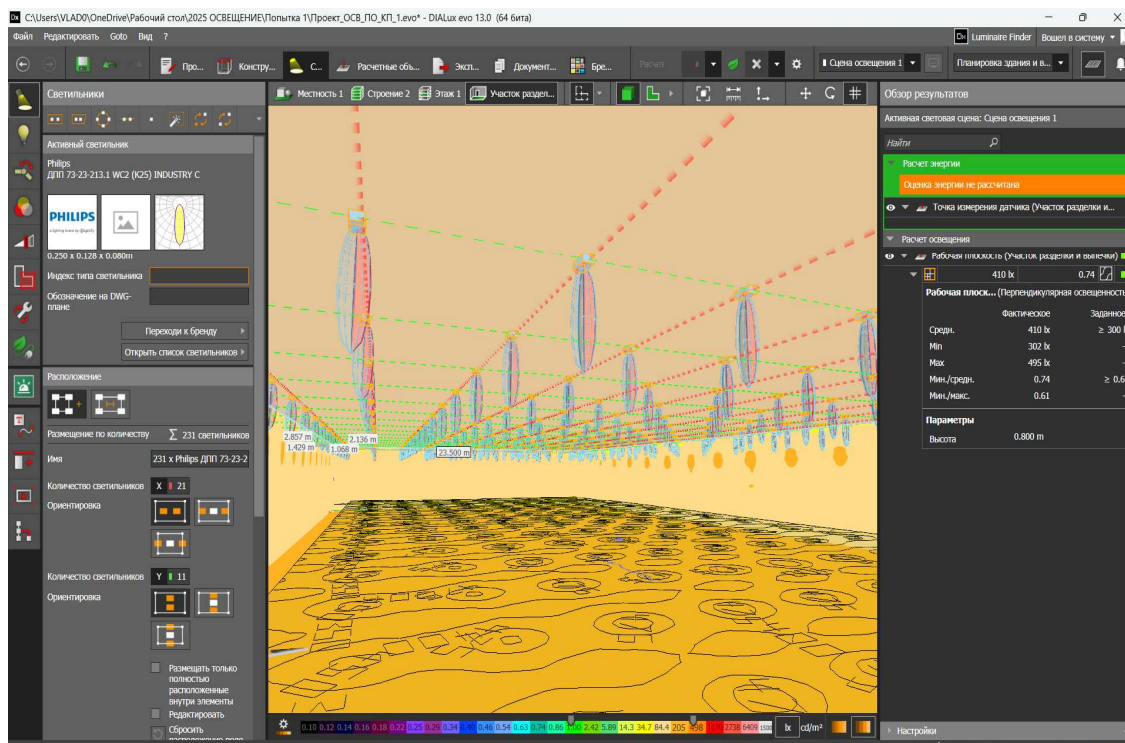


Рисунок 1. – Расчёт для светильника ДПП 73–23–213.1 (K25)

Анализ полученных данных. Результаты расчёта для различных типов светильников представлены в таблице 1. Данные, которые выделены жирным шрифтом считаются наиболее выгодными для использования для данного типа светильников, т.к. для них характерно минимальное число светильников и наибольшая равномерность распределения светового потока.

На основе приведенных данных, а также на основе постановления Совета Министров Республики Беларусь 25.01.2021 № 37 Гигиенический норматив «Показатели безопасности для человека световой среды помещений производственных, общественных и жилых зданий», а также норм СН 2.04.03–2020, был определен разряд зрительной работы для данного цеха – IV, а также нормируемая величина – значение отношения максимальной освещенности к минимальной – не более 2, был построен график (рисунок 1).

Таблица 1. – Результаты расчёта в среде DIALux Evo

Тип КСС	Ф, лм / Р, Вт	Х×У, N, количество светильников	Е _{MIN} /Е _{MAX} , лк/лк	Е _{MIN} /Е _{MAX} , о.е.	Е _{MAX} /Е _{MIN} , о.е.
ДПП 73–23–213.1					
К	3650/28	21х11, 231св.	302/495	0,61	1,64
Г	3800/28	22х10, 220св.	304/447	0,68	1,47
Д	3980/28	15х15, 225св.	306/468	0,65	1,53
ДПП 73–39–213.1					
К	6000/45	18х8, 144св.	309/580	0,53	1,88
Г	6250/45	16х8, 128св.	307/452	0,68	1,47
Д	6450/45	16х9, 144св.	302/483	0,63	1,60
ДПП 73–47–213.1					
К	7150/52	17х7, 119св.	304/616	0,49	2,03
Г	7350/52	14х8, 112св.	307/484	0,63	1,58
Д	7700/52	15х8, 120св.	304/481	0,63	1,58
ДПП 73–70–213.1					
К	10750/78	14х6, 84св.	308/787	0,39	2,55
Г	11250/78	11х7, 77св.	300/569	0,53	1,90
Д	11450/78	13х6, 78св.	303/476	0,64	1,57
ДПП 73–93–213.1					
К	14450/101	13х5, 75св.	307/953	0,32	3,10
Г	14650/101	16х4, 64св.	314/659	0,48	2,10
Д	15500/101	14х4, 56св.	300/484	0,62	1,61

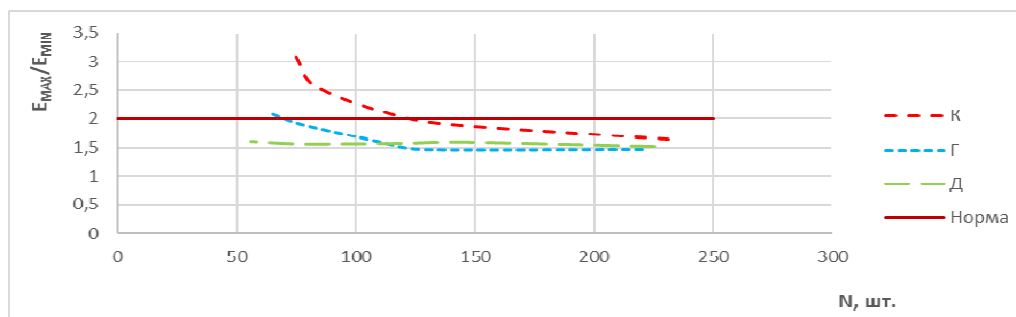


Рисунок 2. – Равномерность освещенности светильников разных типов КСС при уменьшении мощности светильников

Таким образом, наилучшая равномерность освещения при мощности светильников 28–52Вт достигается при использовании светильников с кривыми силы света типа Г, а при мощности от 77 до 101 Вт – КСС Д. В общем случае с уменьшением мощности количество необходимых светильников растёт, а равномерность освещения снижается; светильники с КСС К показывают наименьшую равномерность (0,32–0,61), особенно при увеличении мощности, что приводит к значительному перепаду освещенности. Наименьшее количество светильников при сохранении нормируемой освещенности достигается у моделей с повышенной светоотдачей, таких как ДПП 73–93–213.1 (тип Д), где для освещения цеха требуется всего 56 светильников.

ЛИТЕРАТУРА

1. [Часто задаваемые вопросы про DIALux](https://www.dialux.com/en-GB/frequently-asked-questions) [Электронный ресурс]//DIAL GmbH – Режим доступа: <https://www.dialux.com/en-GB/frequently-asked-questions> – Дата доступа: 05.10.2025
2. Скачать каталоги светильников [Электронный ресурс] //Официальный сайт ЗАО «БЕЛИНТЕГРА» – Режим доступа: <https://www.belintegra.by/skachat/> – Дата доступа: 07.10.2025