

МОДЕЛИРОВАНИЕ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОДИОДНЫХ МОДУЛЕЙ ПРОИЗВОЛЬНОЙ ФОРМЫ

Е. В. Соболев

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель Е. Н. Подденежный

В последнее время стремительно нарастает заинтересованность ведущих мировых производителей источников света и потребителей в замене традиционных ламп накаливания, а также люминесцентных ламп дневного света на светодиодные световые приборы (ССП), основу которых составляют полупроводниковые светодиоды (СД), объединенные в светодиодные модули (СДМ). Необходимо отметить, что при проектировании СПП существует огромное многообразие возможных конструктивных решений СДМ (сферические, полусферические, квадратные, круглые, гибкая лента), что существенно расширяет задачи поиска новых оптимальных конструкций СПП и обуславливает целесообразность моделирования светотехнических характеристик от СДМ произвольной формы. Особую актуальность данная задача приобретает при расчете СДМ для художественно-декоративных решений.

Целью данной работы является разработка алгоритма и математического аппарата для моделирования фотометрического тела и расчета освещенностей от СДМ произвольной формы.

В основе алгоритма моделирования светотехнических характеристик СДМ произвольной формы лежит идея замещения распределения излучения от группы СД эквивалентным фотометрическим телом в оптическом центре (ОЦ) СДМ. Будем считать, что для каждого СД выполняется закон квадрата расстояния (ЗКР). Алгоритм моделирования светотехнических характеристик СДМ произвольной формы представлен на рис. 1.

Исходными данными для расчета являются: в произвольном базисе координаты и углы ориентации в пространстве всех СД рассчитываемого СДМ, а также светотехнические характеристики СД (тип КСС, световой поток, осевая сила света, угол половинной яркости).

Далее производится расчет условного ОЦ СДМ. Метод расчета ОЦ СДМ использует некоторые положения теоретической механики, заключается в том, что ОЦ СДМ определяется как центр тяжести системы масс, в качестве которых выступают световые потоки отдельных СД. Координаты ОЦ СДМ определяются как средне-взвешенные по световому потоку координаты отдельных СД. ОЦ определяется как некоторая постоянная точка при заданной форме СДМ. В ОЦ СДМ принимается базис СДМ, после чего координаты всех СД выражаются в базисе СДМ. Ориентация базиса СДМ определяется в зависимости от выбранной системы фотометрирования.

Далее для выбранной системы фотометрирования рассчитывается зависимость осевой силы света от расстояния до освещаемой площадки ($I_{0\text{СДМ}} = f(h)$), после чего принимается расстояние (H_p) начиная с которого выполняется ЗКР для СДМ.

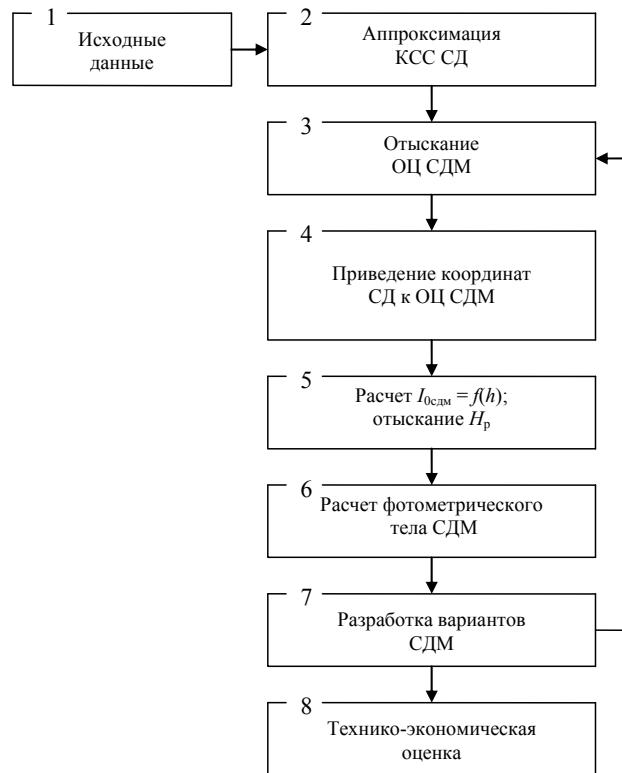


Рис. 1. Алгоритм моделирования светотехнических характеристик СДМ

Идея расчета фотометрического тела СДМ заключается в следующем (рис. 2): СДМ помещается в условный шар с радиусом H_p , центр шара совпадает с ОЦ СДМ. Для выбранной системы фотометрирования принимается количество секущих полу-плоскостей, которое определяется требуемой точностью расчета фотометрического тела. Полу-плоскости разбиваются на зоны 5° (10°). Для каждой из зон рассчитывается сила света эквивалентного фотометрического тела ($I_{эк\gamma}$, кд), определяемая как модуль векторной суммы от всех СД излучающих в точку P (пересечение H_p в данном направлении (γ) и элементарной поверхности d_p условного шара).

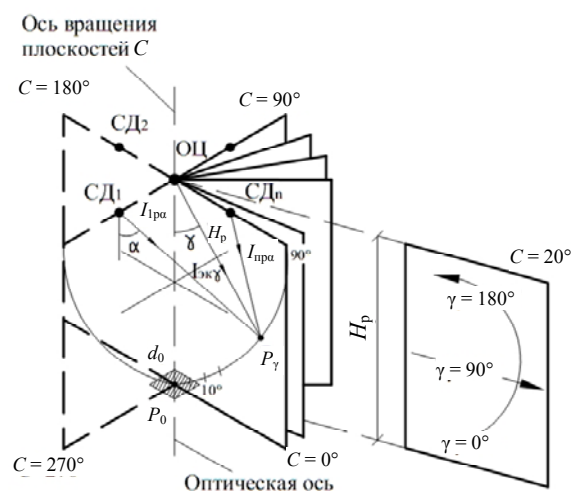


Рис. 2. К расчету фотометрического тела СДМ (система фотометрирования (C, γ))

В результате расчета проектировщик получает полное описание геометрии проектируемого СДМ с координатами и углами ориентации в пространстве всех СД относительно ОЦ СДМ, и фотометрическое тело СДМ в именованных единицах, представляющее полное описание светораспределения СДМ. Далее разрабатываются возможные варианты конструкции СДМ, вносятся изменения в расположение и ориентацию СД в пространстве с целью увеличения световой эффективности СДМ и уменьшения капитальных затрат. Окончательное решение о конструкции СДМ принимается на основе технико-экономической оценки.

Расчет освещенности в точке дальней зоны от СДМ осуществляется по ЗКР. Для моделирования освещенности от СДМ в ближней зоне необходим предварительный расчет коэффициентов отклонения от ЗКР.

Результаты моделирования КСС ($C = 0^\circ$) и расчета освещенностей от СДМ в виде линейки СД (1×3) при $d_x = 0,2$ м представлены на рис. 3, а и 3, б соответственно. Для моделирования приняты СД с КСС ламбертовского типа и световым потоком 50 лм.

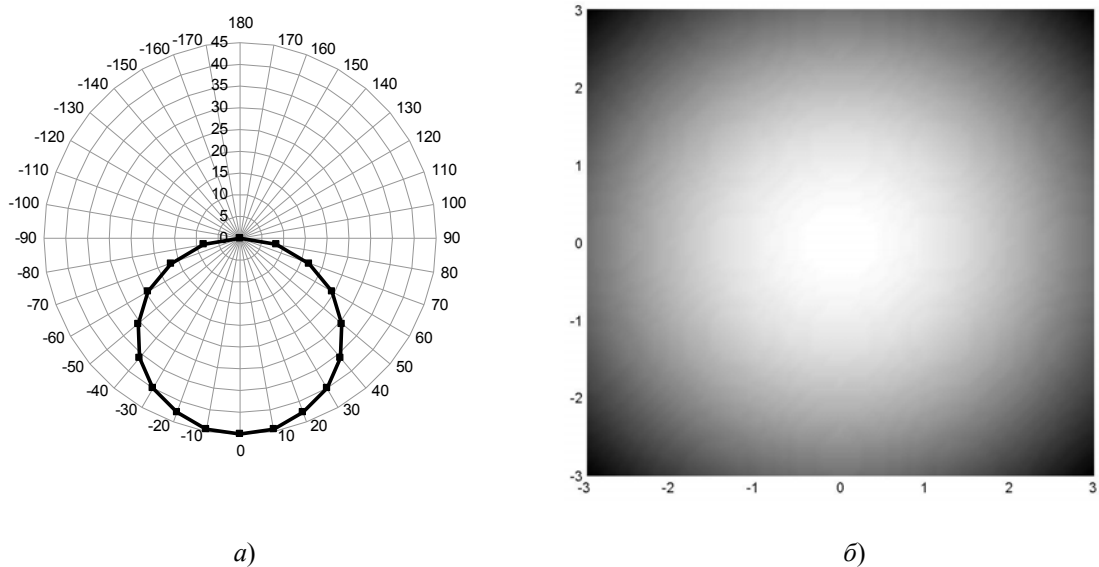


Рис. 3. КСС (а) и распределение освещенностей (б) от СДМ в виде линейки СД (1×3) при $d_x = 0,2$ м

В заключение необходимо отметить, что предлагаемый алгоритм представляет собой достаточно трудоемкую задачу моделирования светотехнических характеристик СДМ, поэтому целесообразным является его максимальная автоматизация с использованием современных средств компьютерного моделирования. Достоинством разработанного алгоритма и математического аппарата его реализации является возможность расчета СДМ произвольной формы, что особенно актуально для художественно-декоративных решений. Конечным результатом моделирования является фотометрическое тело СДМ в именованных единицах, представляющее полное описание светораспределения СДМ, что позволяет произвести расчет светового потока и освещенностей от спроектированного СДМ. Результаты работы будут способствовать более эффективному проектированию световых приборов на основе СД и представляют практический интерес для предприятий, занимающихся выпуском энерго-сберегающего осветительного оборудования.