

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ZEMAX ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ СВЕТОДИОДНЫХ ОСВЕТИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

© 2012 г. П. С. Чечуров; Г. Э. Романова, канд. техн. наук

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург

E-mail: ChechurovPS@gmail.com, romanova_g_e@mail.ru

Рассмотрен способ формирования файлов форматов IES и LDT светодиодных осветительных приборов, основанный на использовании среды моделирования ZEMAX. Рассмотрена структура файлов и средства моделирования компонентов оптической части прибора. Показан процесс формирования IES и LDT файлов на примере светильника промышленного назначения и прожектора заливающего света. Приведено сравнение результатов расчетов, выполненных в светотехнической программе DIALux, с использованием моделей, полученных фотометрическими измерениями и моделированием в ZEMAX.

Ключевые слова: файлы формата IES и LDT, светотехнические расчеты, моделирование, стандарт IESNA:LM-63-1995, EULUMDAT Photometric Data File Format, фотометрические измерения, светодиодный осветительный прибор.

Коды OCIS: 350.4600.

Поступила в редакцию 13.10.2011.

Современный рынок светотехники подвержен активному росту, благодаря появлению на нем большого числа светодиодных осветительных приборов. С ростом эффективности светодиодного освещения они получают все большее распространение в сфере архитектурного, уличного, технического и интерьерного освещения. Сегодня разработка проектов освещения невозможна без использования специализированных светотехнических программ, для расчета в которых применяют компьютерные фотометрические модели осветительных приборов.

В настоящее время эти модели создаются на основе фотометрических измерений, выполненных в специализированных лабораториях. Этот способ позволяет получить необходимую информацию с достаточно высокой степенью точности, однако он имеет и существенные недостатки: малое количество фирм, предоставляющих подобные услуги, и высокая стоимость их оказания [1].

Одними из наиболее распространенных форматов описания фотометрических характеристик являются форматы IES и LDT. Фотометрические данные осветительных приборов

записываются в виде текстового файла. Общие положения и правила заполнения регламентируются стандартами IESNA:LM-63-1995 и EULUMDAT Photometric Data File Format соответственно.

Содержание файла для описания характеристик светового прибора можно разбить на три блока. В первом указывается информация о производителе, названии, описании и назначении прибора, дополнительная и справочная информация. Во втором блоке указывается количество источников излучения в приборе, его световой поток, коэффициент умножения, число описываемых полярных и азимутальных углов, габаритные размеры излучающей поверхности, мощность прибора. Третий блок описывает распределение и значение силы света прибора. В нем указывается значение силы света для всех полярных углов при каждом азимутальном [2, 3].

Для определения значений силы света можно использовать программное обеспечение ZEMAX [5], в режиме непоследовательного расчета хода луча (Non-Sequential Mode). Этот режим является наиболее подходящим для расчетов осветительной оптики.

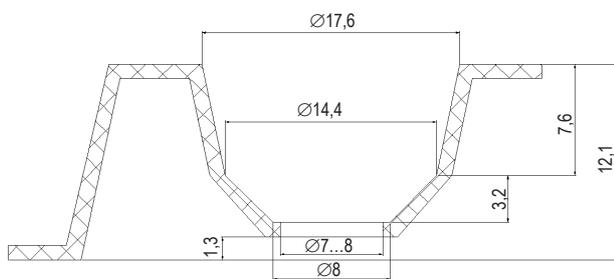


Рис. 1. Схема отражателя (размеры приведены в см.).

Очевидно, что на распределение силы света прибора будет влиять его оптическая часть, состоящая из источника света и светотехнической арматуры, применяемая для формирования требуемого светораспределения. В качестве арматуры в светодиодных приборах, как правило, используется оптика, которая представляет собой линзы, отражатели и рассеиватели. Именно их необходимо смоделировать для получения необходимой информации. Рассмотрим подробнее процесс моделирования на примере светодиодного светильника промышленного назначения (ССПН) и светодиодного прожектора заливающего света (СПЗС).

В светильнике ССПН используются две платы по 30 светодиодов Cree MX-6. Для формирования необходимого распределения силы света в светильнике используют отражатели, которые устанавливают на каждый светодиод. Схема отдельного отражателя представлена на рис. 1. Для определения светотехнических характеристик прибора необходимо смоделировать источники света, отражатели и защитное

стекло. На рис. 2 показан редактор компонентов при моделировании светильника.

Для моделирования светодиодов можно использовать модели, представленные на сайтах производителей. Как правило, они имеют форматы DAT, LDT и IES. В нашем случае используется формат DAT. При моделировании источников необходимо указать набор их параметров: координаты, количество отображаемых и анализируемых лучей, световой поток. Количество анализируемых лучей влияет на время трассировки лучей и точность результата. Заданные параметры можно увидеть на рис. 2.

Светотехническую арматуру можно моделировать различными способами. Например, если это вторичная оптика, то удобно использовать технические файлы формата STEP, IGES или использовать файлы LDT и IES, описывающие фотометрические характеристики системы светодиод-линза. Если это отражатели или рассеиватели, то можно воспользоваться стандартными средствами моделирования в ZEMAX. В светильнике ССПН светотехническая арматура образована отражателями. Конструктивно они представляют собой два усеченных конуса (рис. 1). Для его моделирования мы используем два стандартных объекта "cone" (конус). Для получения необходимой формы отражателя определяются его конструктивные параметры; в свойствах объекта задается значение его коэффициента отражения.

Защитное стекло осветительного прибора задается стандартными средствами пакета ZEMAX. Основными его параметрами являются: материал, длина, высота и толщина. Пара-

Object Type	X Position	Y Position	Z Position	Material	# X Pixels				
					X Half Width	Y Half Width	Y Half Width	Radius 2	
					Z 1	Radius 1	Z 2	Radius 2	Length
1 CREE_MX6_WHI	0,000	0,000	1,000	-	50	1000000	110,000	0	0
2 Cone	0,000	0,000	0,000		0,000	4,000	3,200	7,200	
3 Cone	0,000	0,000	3,200		0,000	7,200	7,600	8,800	
4 CREE_MX6_WHI	22,000	0,000	1,000	-	50	1000000	110,000	0	0
5 Cone	22,000	0,000	0,000		0,000	4,000	3,200	7,200	
6 Cone	22,000	0,000	3,200		0,000	7,200	7,600	8,800	
7 CREE_MX6_WHI	44,000	0,000	1,000	-	50	1000000	110,000	0	0
8 Cone	44,000	0,000	0,000		0,000	4,000	3,200	7,200	
9 Cone	44,000	0,000	3,200		0,000	7,200	7,600	8,800	
10 CREE_MX6_WHI	66,000	0,000	1,000	-	50	1000000	110,000	0	0
11 Cone	66,000	0,000	0,000		0,000	4,000	3,200	7,200	
12 Cone	66,000	0,000	3,200		0,000	7,200	7,600	8,800	
13 CREE_MX6_WHI	88,000	0,000	1,000	-	50	1000000	110,000	0	0
181 CPC Recta..	0,000	0,000	0,000	POLYCARB	115,000	0,000	70,000	0,000	2,000
182 Detector ..	0,000	0,000	1,000E+004		1,000E+004	1,000E+004	100	100	0

Рис. 2. Редактор компонентов при моделировании светильника.

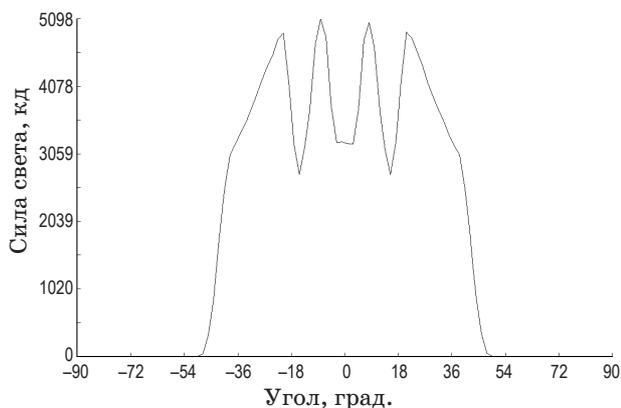


Рис. 3. График распределения силы света светильника.

метры защитного стекла показаны на рис. 2. Последним объектом моделирования является приемник излучения. Он позволяет проводить оценку распределения силы света прибора или освещенности на различном расстоянии. Для него мы задаем следующие параметры: расстояние до системы, размеры, количество пикселей (см. рис. 2). Количество пикселей влияет на точность и время трассировки.

После моделирования осветительного прибора проводится трассировка лучей. Время трассировки зависит от количества объектов в системе, количества анализируемых лучей, количества пикселей на приемнике и производительности компьютера. На рис. 3 показан график распределения силы света, полученный в результате трассировки лучей через смоделированную систему.

Программный комплекс ZEMAX поддерживает введение результатов в файлы форматов IES и LDT. Полученные результаты и необходимые данные дополняются в соответствии со стандартами IESNA:LM-63-1995 и EULUMDAT Photometric Data File Format [2–4].

Очень часто в светодиодных приборах для формирования нужного распределения излучения используются вторичные линзы. Рассмотрим моделирование такого прибора на примере прожектора.

Светодиодный прожектор заливающего света (СПЗС) предназначен для наружного освещения территорий или объектов. В нем установлен модуль светодиодов XP-G, каждый из светодиодов снабжен для формирования требуемой кривой силы света вторичной линзой CXP SQUARE SMOOTH SPOT [6]. Для определения светотехнических характеристик прожектора необходимо смоделировать источники света, вторичные линзы и защитное стекло. На рис. 4 показан редактор компонентов при моделировании прожектора.

В данном случае для моделирования светодиодов и вторичных линз были использованы технические файлы формата LDT. Эти файлы были получены у производителя линз и описывают светораспределение светодиода Cree XP-G с линзой CXP-SS. Как и при моделировании светильника, были заданы их координаты, световой поток, количество отображаемых и анализируемых лучей. Защитное стекло и приемник излучения заданы таким же способом, как и в предыдущем случае. После трассировки лучей получаем распределение силы света прожектора, показанное на рис. 5. Полученные результаты и необходимые данные дополняются в соответствии со стандартами IESNA:LM-63-1995 и EULUMDAT Photometric Data File Format [2–4].

При моделировании и формировании файлов IES и LDT светильника и прожектора возникает вопрос о точности выполненного моделирования. Для ответа на него были проведены фотометрические измерения в сертифицированной лаборатории. По этим измерениям были получены файлы IES. На рис. 6 показано сравнение расчетов, выполненных в светотехни-

Object Type	X Position	Y Position	Z Position	Material	# Layout Rays	# Analysis Rays	Power (Lumens)		# X Pixels	# Y Pixels	Length
							X Half Width	Y Half Width			
1 Source EU..	-30,000	12,000	0,000	-	100	100000	220,000	0	0	0	
2 Source EU..	0,000	12,000	0,000	-	100	100000	220,000	0	0	0	
3 Source EU..	30,000	12,000	0,000	-	100	100000	220,000	0	0	0	
4 Source EU..	-30,000	-12,000	0,000	-	100	100000	220,000	0	0	0	
5 Source EU..	0,000	-12,000	0,000	-	100	100000	220,000	0	0	0	
6 Source EU..	30,000	-12,000	0,000	-	100	0	220,000	0	0	0	
7 CPC Recta..	0,000	0,000	10,000	POLYCARB	70,000	0,000	33,000	0,000	2,000	0	
8 Detector ..	0,000	0,000	1000,000		1,000E+004	1,000E+004	100	100	0	0	

Рис. 4. Редактор компонентов при моделировании прожектора.

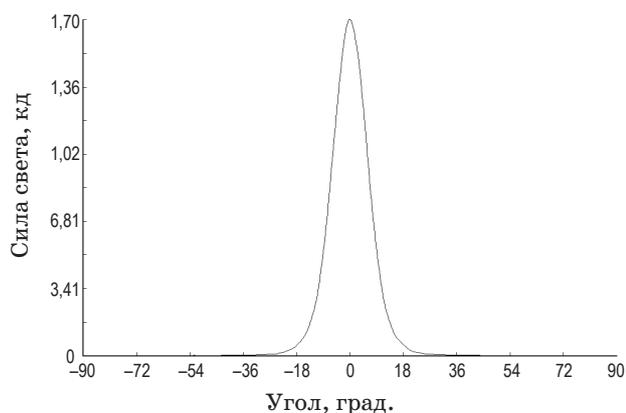


Рис. 5. График распределения силы света СПЗС.

ческой программе DiaLUX с использованием файлов IES светильника и прожектора, полученных моделированием в программе ZEMAX и фотометрическими измерениями.

Результаты расчета с использованием файлов IES, полученных моделированием в ZEMAX и фотометрическими измерениями, практически одинаковы, следовательно, погрешность метода мала.

В статье рассмотрен метод формирования компьютерных фотометрических моделей светодиодных осветительных приборов с помощью моделирования в среде ZEMAX. Он позволяет формировать файлы формата IES и LDT с описанием светотехнических характеристик при-

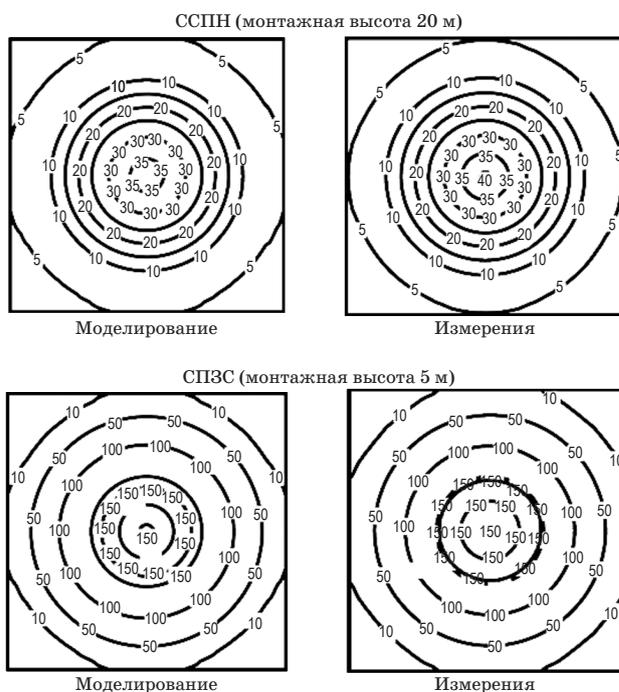


Рис. 6. Сравнение результатов расчетов (программа DIALux) и натуральных измерений для ССПН и СПЗС. Область измерений на освещаемой поверхности 10×10 м.

бора без проведения фотометрических измерений. Данный метод имеет малую погрешность и может быть использован производителями светодиодной светотехники.

* * * * *

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. М.: Знак, 2006. 972 с.
2. Стандарт IESNA:LM-63-1995.
3. ELUMDAT Photometric Data File Format.
4. ZEMAX Users' Knowledge Base [Электронный ресурс] // ZEMAX: Software For Optical System Design Downloads/Support/Knowledge Base. – Доступ к файлу: <http://www.zemax.com/kb/>.
5. ZEMAX Optical Design program: User's Guide, 2009. 766 p.
6. DataSheet_CXP-G [Электронный ресурс] / Доступ к файлу: http://ledil.com/datasheets/DataSheet_CXP-G.pdf.