

частоты [1], и может быть реализован в традиционном интегральном исполнении с быстродействием и стабильностью, не уступающими известным аналогам. Важным преимуществом данного генератора является возможность формирования пикосекундных оптических импульсов с частотой следования, равной 10^{11} — 10^{12} Гц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколов С. В., Бугаян И. Р. Схемотехника оптических компьютеров. Ростов-на-Дону: РГЭУ, 2009. 218 с.
2. Пат. 2050017 РФ, МПК G06E 3/00. Оптический мультивибратор / С. В. Соколов. Заявл. 14.08.1992; опубл. 10.12.1995.
3. Клэр Ж.-Ж. Введение в интегральную оптику / Пер. с франц.; Под ред. В. К. Соколова. М.: Сов.радио, 1980. 104 с.
4. Носов Ю. Р. Оптоэлектроника. М.: Радио и связь, 1989. 360 с.
5. Семенов А. С., Смирнов В. Л., Шмалько А. В. Интегральная оптика для систем передачи и обработки информации. М.: Радио и связь, 1990. 224 с.
6. Розеншер Э., Винтерн Б. Оптоэлектроника. М.: Техносфера, 2004. 592 с.

Сведения об авторах

- Михаил Александрович Аллес** — канд. техн. наук; НПП „Югпромавтоматизация“, Ростов-на-Дону; ведущий инженер-технолог; E-mail: alles@nextmail.ru
- Сергей Викторович Соколов** — д-р техн. наук, профессор; Ростовский государственный университет путей сообщения, кафедра автоматики и телемеханики на железнодорожном транспорте, Ростов-на-Дону; E-mail: s.v.s.888@yandex.ru

Рекомендована кафедрой
автоматики и телемеханики на
железнодорожном транспорте РГУПС

Поступила в редакцию
06.03.14 г.

УДК 628.984

А. Ю. ГОЛУБЕВА, А. И. ИВАНОВ, В. Т. ПРОКОПЕНКО

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СВЕТОДИОДНЫХ СВЕТИЛЬНИКОВ

Представлена компьютерная модель светодиодного светильника, созданная на основе технических параметров отдельного светодиода, а также конструктивных особенностей и энергетических характеристик светового прибора. Приведены результаты сравнительного анализа светотехнических параметров компьютерной модели и соответствующих величин, полученных экспериментально.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, сила света, световой поток, площадь равномерной освещенности.

Компьютерное проектирование светильников является одним из основных инструментов современной светотехники. Преимущества компьютерного метода моделирования, обеспечивающие эффективную экономию временных и финансовых затрат, бесспорны. Поэтому при разработке и создании осветительных приборов доминирующую роль играет достоверность результатов расчета и степень точности показателей освещенности.

Для обеспечения максимального соответствия компьютерной модели светильника и реальной необходимо правильно выбрать технические параметры отдельных источников света.

Светодиодный светильник — это световой прибор, перераспределяющий свет источников излучения (светодиодов) внутри больших телесных углов и обеспечивающий концентрацию светового потока [1, 2].

В настоящей статье представлена компьютерная модель светодиодного светильника, созданная на основе технических параметров отдельного светодиода, а также конструктивных особенностей и энергетических характеристик светового прибора, получены расчетные светотехнические характеристики готового изделия и приведены результаты сравнительного анализа светотехнических параметров, полученных с помощью компьютерного моделирования и лабораторных измерений.

В качестве источников света в светильнике были выбраны светодиоды белого свечения марки XP-G фирмы CREE (США) с характерными значениями светоотдачи и светового потока при заданных рабочих токах и напряжениях. В рассматриваемой модели светодиодной платы рабочий ток $I = 0,35$ А, напряжение $U = 2,99$ В. Оптимальное значение рабочего тока выбрано в зависимости от оптической эффективности K (рис. 1). Как видно из графика, участок, соответствующий $I = 0,3 \dots 0,4$ А, является более стабильным, чем участок при $I = 0,1 \dots 0,3$ А, при этом сохраняется достаточно высокий уровень светоотдачи. При таком рабочем токе ($0,35$ А) значения светового потока и потребляемой одним светодиодом мощности при температуре 25 °С равны 139 лм и $1,05$ Вт соответственно.

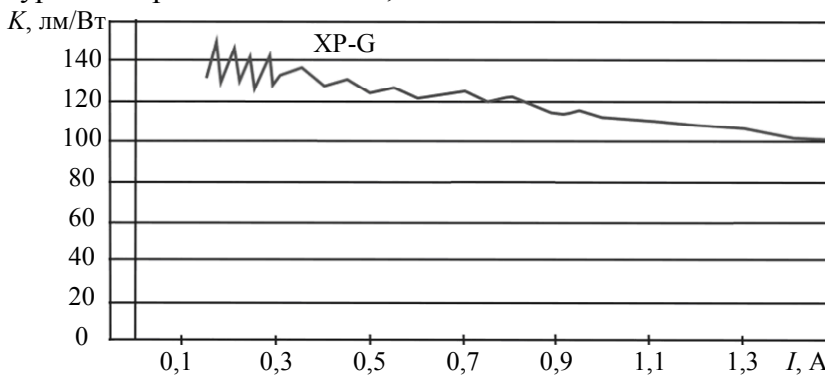


Рис. 1

В соответствии с конструкцией светильника (рис. 2) и с учетом технических характеристик светодиода при заданных значениях тока и начальной температуре 25 °С был произведен компьютерный расчет температуры светодиода в месте пайки при непрерывной работе светильника в течение 1 ч: значение данной температуры составило 95 °С. Соответственно при данном тепловом режиме значение светового потока одного светодиода, с учетом заявленных фирмой-производителем технических характеристик, составляет 108 лм.

На основе полученных расчетных характеристик было произведено компьютерное моделирование светотехнических параметров светильника в программном пакете ZEMAX, а именно, произведен расчет суммарного светопотока и сформирована диаграмма направленности суммарного светового потока светильника.

Для оценки достоверности компьютерной модели был произведен сравнительный анализ ее светотехнических характеристик и значений, полученных экспериментально.

На рис. 3 приведены угловые диаграммы силы света и светового потока светодиодного светильника, полученные экспериментально (а) и посредством компьютерного моделирования (б).

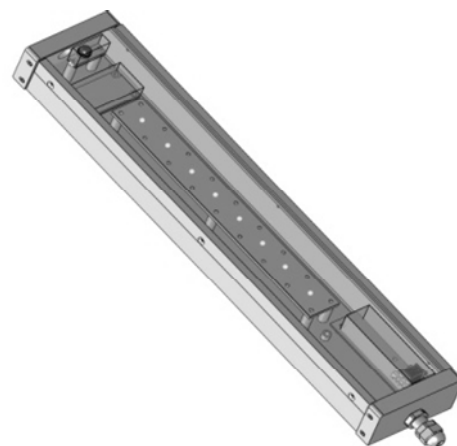


Рис. 2

Анализ диаграмм показывает, что суммарный световой поток компьютерной модели (637,59 лм) превышает значения, полученные при его измерении на фотогониометре (621 лм), на 2,5 %. Различие полученных кривых сил света обусловлено точностью каждого из методов. Так, например, при измерениях на фотогониометре шаг сканирования во взаимно-перпендикулярных плоскостях составил 5° , а при компьютерном моделировании — $1,5^\circ$.

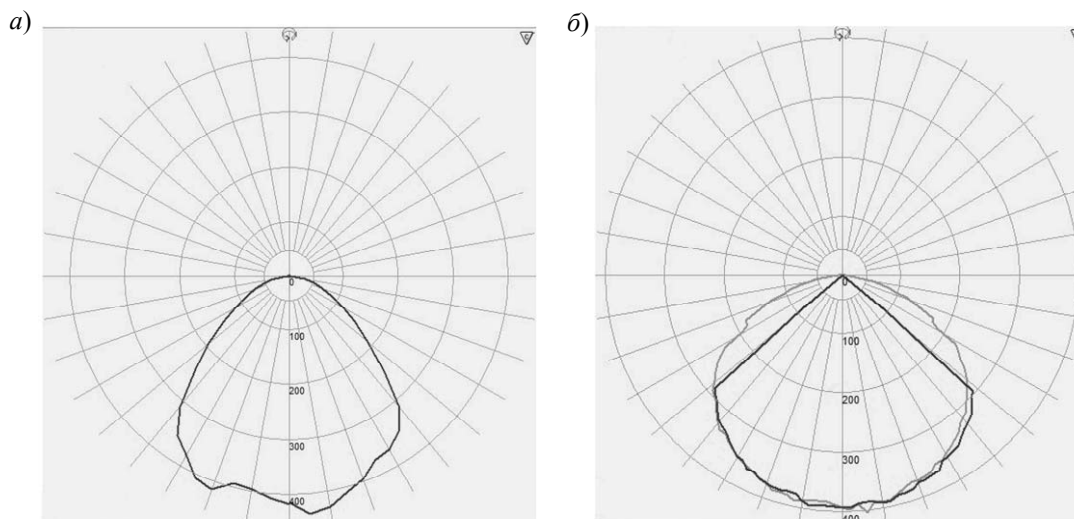


Рис. 3

На рис. 4 представлены результаты расчета освещенности одной и той же сцены в программном пакете Dialux при использовании электронной модели светильника, созданного экспериментально (а) и при компьютерном моделировании (б).

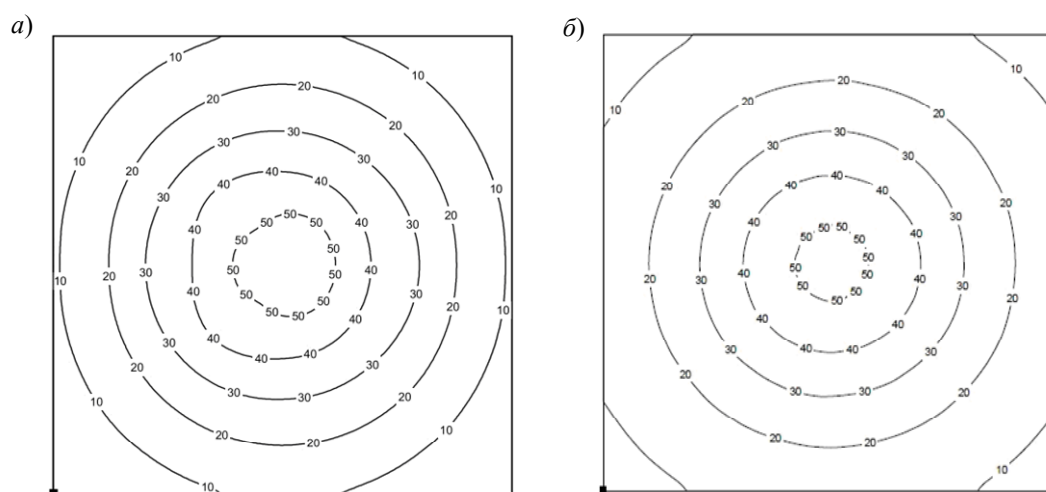


Рис. 4

Главное назначение осветительного устройства — создание равномерной освещенности на рабочей плоскости. В представленном компьютерном расчете различие площадей равной освещенности, определяемых изолиниями от 50 до 10 лк (см. рис. 4), составило 0,1—1,8 %. Различие площадей равной освещенности, полученных с использованием программы Dialux, и равномерно освещенной площади, измеренной с помощью люксметра (Ю-116) в лабораторных условиях, составило 1—5 %.

Таким образом, по результатам оценки светотехнических характеристик компьютерной модели и реального светильника можно утверждать, что эффективность компьютерного моделирования при разработке осветительного устройства довольно высока, а точность компьютерных расчетов зависит от точности определения исходных данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю. Б. Айзенберга. М.: Знак, 2006. 972 с.
2. Мешков З. В. Основы светотехники: Учеб. пособие. М.: Энергия, 1979. Ч. 1. 368 с.

Сведения об авторах

- Алёна Юрьевна Голубева** — аспирант; Университет ИТМО, кафедра твердотельной оптоэлектроники, Санкт-Петербург; E-mail: golubevaay@gmail.com
- Александр Игоревич Иванов** — аспирант; Университет ИТМО, кафедра твердотельной оптоэлектроники, Санкт-Петербург; E-mail: ale4103@gmail.com
- Виктор Трофимович Прокопенко** — д-р техн. наук, профессор; Университет ИТМО, кафедра твердотельной оптоэлектроники, Санкт-Петербург; E-mail: prokopenko@mail.ifmo.ru

Рекомендована кафедрой
твердотельной оптоэлектроники

Поступила в редакцию
21.02.14 г.

УДК 629.78

А. П. Смирнов, Т. Л. Романова

**СТАБИЛИЗАЦИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ
С ПОМОЩЬЮ ТРЕХ АВТОКОЛЛИМАТОРОВ**

Представлены результаты математического анализа возможности трехмерного позиционирования двух твердых тел по отношению к третьему и рассмотрены варианты технических решений.

Ключевые слова: автоколлиматор, призма, система координат, матрица.

Техническая задача трехмерного позиционирования твердых тел относительно базового элемента возникает, например, при стабилизации космической платформы [1]. При этом твердые тела представляют собой контрольные элементы в виде призм с двумя зеркальными гранями, а базовый элемент, также в виде призмы, удерживается в пространстве заданным образом по отношению к внешнему источнику света. Одним из технических решений данной задачи является замкнутая система из трех автоколлиматоров $K1$ — $K3$ [2], сопряженных с твердыми телами — контрольными элементами $KЭ1$, $KЭ2$ и базовым элементом $БЭ$ (рис. 1). Автоколлиматоры состоят из направленных друг на друга пар плоских зеркал, при этом коллиматоры $K1$ и $K2$ расположены между плоскими зеркальными гранями призмённых элементов и базового элемента, а коллиматор $K3$ — между призмёнными элементами (рис. 1, а).

Оптическую схему автоколлиматора рассмотрим на примере коллиматора $K3$ (рис. 1, б). Автоколлиматор $K3$ содержит оптический блок, состоящий из объектива с вынесенной передней главной плоскостью H , в исходном состоянии во внешней системе координат $OXYZ$ оптическая ось объектива совпадает с осью Y . Точка O — главная точка объектива, совпадающая с его узловой точкой. Измерительная марка A совмещается с точкой O . Марка A с увеличением $+1$ изображается в заднюю главную точку O' . На расстоянии $0,5f'$, где f' — заднее фокусное расстояние объектива, устанавливается зеркальная грань $KЭ1$. Параллельный пучок лучей, вышедших из объектива, отражается от зеркальной грани $KЭ2$ и в обратном ходе образует в плоскости H автоколлимационное изображение марки A' . Если зеркальная грань $KЭ1$ наклонена относительно оси y на угол β , то из объектива выходит параллельный пучок лучей также под углом β относительно оси y . Если автоколлимационная зеркальная грань