

8. Черняев В. Н. Физико-химические процессы в технологии РЭА. — М.: Высш. школа, 1987.

9. Шмаков М., Паршин В. Школа производства ГПИС. Фото-литография. Третий этап — передача рисунка на материал интегральной микросхемы // Технологии в электронной промышленности. — 2007. — №5. — С. 72—77.

10. Березина А. С., Мочалкина О. Р. Технология и конструирование интегральных микросхем. — М.: Радио и связь, 1983.

11. Кренделев А. Е. Технологические средства изготовления микрополосковых линий для ГИС КВЧ-диапазона // Технологии и конструирование в электронной аппаратуре. — 2002. — №4—5. — С. 34—39.

12. Акимов А. И. Керамические диэлектрики для высокочастотной техники // Сб. докл. междунар. науч. конф. «Актуальные проблемы физики твердого тела». — Белоруссия, г. Минск. — 2005. — С. 17—19. ([iftp.bas-net.by/files/ftt2005/1_17.pdf](http://ftp.bas-net.by/files/ftt2005/1_17.pdf))

13. Спирин В. Г. Перспективы развития тонкопленочных микросборок // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. — 2005. — № 1. — С. 3—6.

14. Спирин В. Г. Компенсация систематических погрешностей тонкопленочных элементов через элементы фотошаблона // Там же. — 2004. — № 4. — С. 9—11.

15. Спирин В. Г. сопротивление контактов тонкопленочного резистора // Там же. — 2008. — № 5. — С. 20—23.

16. Шохин А. В. Типовой технологический процесс монтажа печатных плат с применением SMD-компонентов. — С.-Пб.: RAP, 2000.

17. Попова Г. Е. Использование эпоксидных компаундов для герметизации полупроводниковых приборов и микросхем. — М.: Энергия, 1985.

В. К. БУТЕНКО, к. т. н. Ю. Г. ДОБРОВОЛЬСКИЙ,
Б. Г. ШАБАШКЕВИЧ, В. Г. ЮРЬЕВ

Украина, г. Черновцы, НПФ «Тензор»
E-mail: chtenz@chv.ukrpack.net

Дата поступления в редакцию
07.09 2009 г.

Оппонент к. ф.-м. н. Г. В. ПРОХОРОВ
(НПП «Сервис-Про», г. Черновцы)

УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УДЕЛЬНОГО КОЭФФИЦИЕНТА СИЛЫ СВЕТА МАТЕРИАЛОВ СО СВЕТОВОЗВРАЩАЮЩИМ ЭФФЕКТОМ

В промышленности, бытовой технике, в производстве дорожных знаков, при пошиве спецодежды широко используются материалы со световозвращающим эффектом [1—4]. Согласно ДСТУ 4100-2002, эффективность таких материалов определяется удельным коэффициентом силы света световозвращающего материала K . Для его измерения существуют различные приборы, однако большинство из них предназначены для измерения так называемого коэффициента световозвращения, который не нормируется украинской нормативной документацией, либо не в полной мере отвечают требованиям [4].

Требования ДСТУ 4100-2002 предусматривают, что удельный коэффициент силы света световозвращающей поверхности дорожных знаков при угле отклонения $\alpha=20^\circ$ и угле освещения $\beta=5^\circ$ должен быть не меньше чем 50 кд/(лк·м²) для белого цвета, 35 — для желтого, 20 — для оранжевого, 10 — для красного, 7 — для зеленого и 2 кд/(лк·м²) для синего.

Среди известных приборов достаточно широко применяемых в странах СНГ, можно отметить приборы КС-ТЕСТ и КС-ТЕСТ-1, которые состоят из излучателя и фотоприемника, расположенных в одном корпусе пистолетного типа. Согласно паспортным данным, эти приборы предназначены для измерения коэффициента световозвращения дорожных знаков в диапазоне соответственно 1—100 и 1—300 кд/(лк·м²) [5]. Главный же недостаток этих приборов заключается в их неспособности измерять именно коэффициент силы света световозвращающих материалов. Кроме того, указанные приборы производят измерения без

учета углов наблюдения и освещения, как этого требует ДСТУ [4].

Также можно отметить рефлектометр дорожных знаков РДЗ, предназначенный для оперативного измерения коэффициента световозвращения материалов, в частности, в условиях производства [6], который состоит из источника света типа А (с цветной температурой 2854 К), фотоприемной головки, зарегистрированной под относительную спектральную световую эффективность монохроматического излучения для дневного зрения и блока питания. Диапазон измерения коэффициента световозвращения прибора составляет 1—999 кд/(лк·м²), угол наблюдения образца — $0,33^\circ$, угол освещения — 5° . Однако этот прибор также не способен измерять удельный коэффициент K силы света световозвращающих материалов.

Недостатком перечисленных приборов является и то, что они не позволяют измерять коэффициент K в зависимости от угла падения потока излучения, что немаловажно для материалов для дорожных знаков, которые должны быть хорошо видны при боковом освещении.

И главное, исходя из данных по диапазону измеряемой величины вышерассмотренными приборами, их чувствительность составляет 1 кд/(лк·м²). Так как световозвращающие поверхности синего цвета могут иметь удельный коэффициент силы света порядка 2 кд/(лк·м²), при такой чувствительности погрешность считывания значения коэффициента силы света составит $\pm 50\%$. Основная относительная погрешность



Рис. 1. Внешний вид установки

измерений будет еще больше. Немного меньшими будут погрешности для других окрашенных (цветных) материалов.

Предлагаемая специализированная установка ИДНМ4.023.000.000 (рис. 1) позволяет проводить измерения параметров материалов со световозвращающим эффектом в полном соответствии с ДСТУ 4100-2002.

Блок-схема и взаимное расположение приборов, входящих в состав установки, приведены на рис. 2.

Осветитель 4 создает в плоскости исследуемого образца 7 освещенность от 1 до 20 лк. Изменяют освещенность посредством диафрагмы объектива осветителя. Корпус осветителя установлен на четырех регулируемых ножках. Изменение высоты и угла наклона осветителя позволяет юстировать систему «осветитель — опытный образец». Для юстирования системы используется юстировочное зеркало 9. Рабочий режим осветителя обеспечивает блок питания 2 типа СНП-40. Контроль тока лампы осветителя проводится амперметром 1 типа М2015. Угловые апертуры осветителя (δ), фотоприемника (γ) и образца (η) составляют не более $10'$ и обеспечиваются конструкцией установки. Удельный коэффициент силы света исследуемого образца определяется расчетным путем по измеренным значениям освещенности. Измерение освещенности в плоскости образца проводится фотометром 8, в плоскости наблюдения — посредством люксметра малых уровней освещенности 3.

Поворотный столик 6 имеет регулируемые ножки, что позволяет изменять его высоту и угол наклона. Столик обеспечивает измерение удельного коэффициента силы света образца при повороте образца (угол освещения β) в пределах $\pm 50^\circ$.

Перемещением фотометрической головки люксметра в кронштейне обеспечиваются измерения при углах наблюдения $12'$, $20'$ и $1^\circ 30'$.

После юстирования установки исследуемый образец устанавливают на поворотном столике и засвечивают потоком излучения, который после отражения от образца попадает на фотометрическую головку люксметра. По известным размерам освещенной

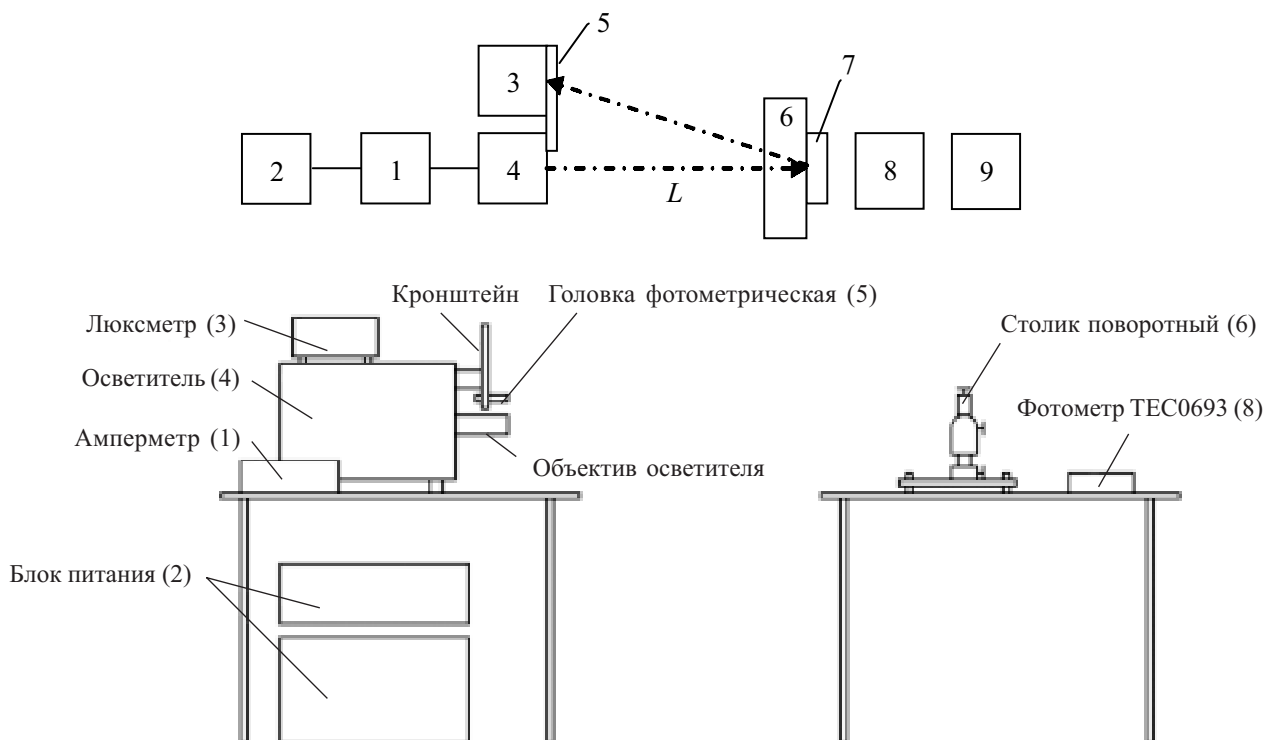


Рис. 2. Блок-схема и взаимное расположение приборов, входящих в состав установки ИДНМ4.023.000.000

площади образца (A), расстоянию между образцом и плоскостью наблюдения (L), измеренным значениям освещенности в плоскости образца (E_0) и в плоскости наблюдения (E_1) рассчитывают удельный коэффициент силы света образца по формуле

$$K = \frac{E_1 L^2}{E_0 A}. \quad (1)$$

Диапазон измерения люксметра низких уровней освещенности составляет 10^{-5} — 10^3 лк. Пределы допускаемой основной относительной погрешности — не более $\pm 10\%$. Относительная спектральная характеристика чувствительности $S_{\text{отн}}(\lambda)$ фотометрической головки воспроизводит относительную спектральную световую эффективность монохроматического излучения для дневного зрения $V(\lambda)$ с отклонением не более 5% в области длин волн от 0,4 до 0,75 мкм и не более 1% при длине волны от 0,3 до 0,4 мкм и от 0,75 до 1,2 мкм.

Согласно ДСТУ 4100-2002, расстояние от образца до люксметра составляет 10 м, освещаемая площадь опытного образца — около $7 \cdot 10^{-2}$ м². Диапазон изменения освещенности в плоскости образца состав-

ляет от 1 до 20 лк при неравномерности освещенности меньше 5%.

С учетом приведенных данных по формуле (1) можно определить, что конструкция установки обеспечивает измерение коэффициента K в пределах от 10^{-1} до 10^4 кд/(лк·м²) при величине основной допускаемой относительной погрешности не более $\pm 15\%$.

Таким образом, предложенная установка позволяет измерять удельный коэффициент силы света световозвращающих поверхностей в полном соответствии с требованиями ДСТУ 4100-2002 в более широком по сравнению с аналогами диапазоне.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. <http://www.reflector.ru/Products.htm>
2. ГОСТ Р 52290-2004 Знаки дорожные. Общие технические условия.
3. ДСТУ 078-45-003-97 Галузевий стандарт. Безпека дорожнього руху. Смуги світлоповертальні для спеціального одягу співробітників Державтоінспекції.
4. ДСТУ 4100-2002. Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування.
5. http://www.n-olivera.ru/gibdd/index.php?tb=d_sign&id=1
6. http://ns1.npkgoi.ru/itc/r_1251/developments/road_reflekt.htm
7. <http://www.tenzor.org.ua>

НОВЫЕ КНИГИ

Загидуллин Р. Ш. Multisim, LabVIEW и Signal Express. Практика автоматизированного проектирования электронных устройств.— М.: Горячая линия — Телеком, 2009.— 366 с.

Рассмотрена современная технология разработки, тестирования и изготовления электронных устройств с интегрированным использованием программы системы автоматизированного проектирования Multisim, программы моделирования и сбора данных LabVIEW и программы автоматизации эксперимента Signal Express.

Multisim при его интегрировании с LabVIEW впервые дает инженеру возможность анализа непосредственного взаимодействия реальных, физических сигналов с моделируемыми схмотехническими решениями. Multisim позволяет анализировать решения с использованием микропроцессоров, а после отладки схмотехнического решения предоставляет широкие возможности по подготовке печатных плат.

LabVIEW — открытая среда графического программирования, де-факто ставшей стандартом в области разработки контрольно-измерительных и автоматизированных систем, дает возможность решения аналитических и численных задач и приложений.

Signal Express позволяет легко разрабатывать решения для построения экспериментальных исследований и анализировать результаты решений, полученных при моделировании и экспериментальном исследовании.

Книга написана на основании педагогического опыта кафедры «Радиоэлектронные системы и устройства» МГТУ им. Н. Э. Баумана и может использоваться в качестве учебного пособия для лиц, желающих самостоятельно освоить использование программ LabVIEW, Multisim и Signal Express. Для студентов вузов, специалистов, работающих в области автоматизации проектирования электронной аппаратуры, разработчиков и исследователей устройств автоматики, измерительной техники и электронной аппаратуры.

