

УДК 551.510.534:621.383.52

Ю.Г. Добровольський, канд. техн. наук,
Б.Г. Шабашкевич
 ТОВ Науково-виробнича фірма «Тензор»

ПРИЛАДИ НВФ «ТЕНЗОР» ДЛЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПАРАМЕТРІВ СВІТЛОВОГО СЕРЕДОВИЩА

Світлове середовище є однією з головних складових поняття навколишнє середовище [1]. З другого боку, проблеми енергозбереження [2] та впливу світла на здоров'я людини [3] викликають обґрунтоване занепокоєння по відношенню до вимог з якості засобів виміральної техніки (ЗВТ) для вимірювання світлових величин – люксометрів, яскравомірів, тощо.

Окрім того, зважаючи, що шкідливими можуть бути і слабкі світлові потоки, досить актуальною постає проблема більш точного і досконалого вимірювання характеристик параметрів світлового середовища, зокрема освітленості, яскравості, енергетичної освітленості, сили світла та інших параметрів для забезпечення як умов праці людей та технологічних процесів, так і комфортних побутових умов.

Завданням роботи є висвітлення та аналіз можливостей ЗВТ та метрологічного обладнання для контролю параметрів світлового середовища, розроблених НВФ «Тензор» [4] - головної організації Міністерства промислової політики України по науково-технічному забезпеченню напрямку «радіометрія».

Для вимірювання освітленості, створюваної джерелами природного і штучного світла та яскравості несамосвітних об'єктів створено люксметр-яскравомір ТЕС 0693, діапазон вимірювання якого складає $10^{-1} - 10^5$ лк, а яскравості $10 - 2 \cdot 10^5$ Кд/м², межі основної допустимої відносної похибки вимірювання складають $\pm 5\%$. Прилад характеризується високою точністю, завдяки застосування фотометричної головки першого класу, укомплектовану фотодіодом типу ФД-288.

Вимірювання сили світла у діапазоні $0,1 - 2 \cdot 10^5$ Кд із межею основної допустимої відносної похибки вимірювання $\pm 5\%$ забезпечує фотометр Тензор-26. Люксметр-яскравомір Тензор-25 забезпечує більш широкі діапазони вимірювання: освітленості $10^{-5} - 2 \cdot 10^4$ лк, яскравості $10^{-2} - 2 \cdot 10^4$ Кд/м² при межі основної допустимої відносної похибки вимірювання $\pm 10\%$.

Яскравомір Тензор-28 забезпечує вимірювання яскравості строк екранів комп'ютерних моніторів, екранів різноманітних відеотерміналів, обладнаних електронно-променевими трубками та інших самовипромінюючих поверхонь у діапазоні $0 - 2000$ Кд/м² з межею основної відносної припустимої похибки вимірювання $\pm 7\%$. Він здатен здійснювати вимірювання яскравості строк в умовах фонові засвітки до 200 лк.

Для контролю питомого коефіцієнта сили світла (K) матеріалів зі світлоповертаючим ефектом на відповідність ДСТУ 2586-94 та ДСТУ 4100-2002 розроблена спеціалізована установка ИДНМ4.023.000.000, яка складається з освітлювача, фотометра

ТЕС0693, люксметра низьких рівнів освітленості, кронштейна для кріплення фотометричної головки люксметра на освітлювачі, поворотного столика, блоку живлення освітлювача, амперметра, юстировочного дзеркала і ліхтарика. Переміщенням фотометричної головки люксметра в кронштейні забезпечуються вимірювання величини K зразка, що вимірюється, при кутах спостереження $0^\circ 12'$, $0^\circ 20'$ і $1^\circ 30'$. Освітленість поверхні досліджуваного зразка від джерела з кольоровою температурою $T_{\text{кол}} = (2856 \pm 100) \text{K}$ на робочій відстані 10 м від освітлювача складає від 1 до 20 лк. Діаметр освітлюваної площини зразка 30 мм. Нерівномірність освітленості, не більше 5%. Діапазон показів люксметра низьких рівнів освітленості від $1 \cdot 10^{-5}$ до $2 \cdot 10^3$ лк. Межі основної допустимої відносної похибки люксметра $\pm 10\%$. Межі основної допустимої відносної похибки вимірювань питомого коефіцієнта сили світла $\pm 15\%$.

Вимірювання коефіцієнтів пропускання та відбивання віконного скла у видимому діапазоні забезпечує вимірювач Тензор-21, який здійснює вимірювання згаданих коефіцієнтів з межею абсолютної похибки не більше 1 та 2 % відповідно, який складається з вимірювального блоку, пристрою для утримання зразка скла та набору еталонних фільтрів та дзеркал.

Для здійснення аналогічних вимірювань у ультрафіолетовому та інфрачервоному діапазонах спектру розроблені відповідні вимірювачі Тензор-22 та Тензор-21ИК.

Вимірювальні блоки згаданих приладів, виконані в однотипних портативних корпусах, мають індикацію на базі рідкокристалічних дисплеїв, комбіноване живлення (від мережі та акумулятора), характеризуються низькою споживаною потужністю.

Для атестації, первинної і періодичної повірки приладів, НВФ "Тензор" у співпраці з ДП «Буковинастандартметрологія» та Національним науковим центром "Інститут метрології" (м. Харків) створений комплекс повірочних установок

Зокрема, для метрологічного забезпечення фотометрів та яскравомірів, створено установку для вимірювання їх світлових параметрів [5] у відповідності до діючих нормативних вимог, яка укомплектована еталонними вимірювальними головками власного виробництва з основною відносною похибкою вимірювань $\pm 1,5\%$, зображення якої наведено на рисунку 1, а структурна схема на рисунку 2.

Установка створена у вигляді стенду, всередині якого встановлюється фотометрична лава з комплектом пристосувань для точного кріплення головки фо-



Рис. 1.

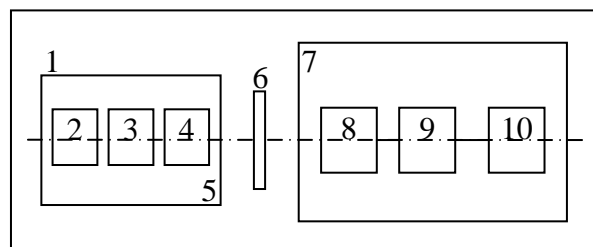


Рис. 2. Структурна схема метрологічної установки для атестації, первинної та періодичної повірки фотометрів.

1-стенд фотометричний; 2-блок живлення Б5-21; 3-ампервольтметр М2015; 4-джерело випромінювання – лампа розжарювання з кольоровою температурою $T_{\text{цв}} = (2856 \pm 100) \text{K}$; 5-джерело випромінювання; 6-молочний екран (діафрагма); 7-фотометр; 8-головка вимірювальна фотометрична; 9-прецизійний перетворювач струм-напруга ППТН-1; 10-вольтметр цифровий В7-34А.

тометричної, молочного екрану та діафрагм.

Захисна камера забезпечує відсутність конвективних потоків, сторонніх засвіток та випромінювань електричних і магнітних полів. В якості джерела випромінювання типу А при калібруванні фотометрів використовується лампа розжарювання типу РН-12-100, яка паспортизована за кольоровою температурою 2856К. Таке джерело оптичного ви-

промінювання забезпечує засвітку 100 – 1000 лк. Рівень фонові засвітки установки складає не більше $\pm 1,0\%$, нестабільність потоку випромінювання не перевищує $\pm 1,0\%$.

На базі фотометра TEC0693 створені контрольні фотометри для забезпечення регіональних метрологічних центрів. Межі основної відносної похибки вимірювань освітленості від джерел типу А таких фотометрів не перевищують $\pm 3\%$.



Рис. 3

Для аналізу спектральних характеристик чутливості приладів для вимірювання параметрів світлового середовища розроблений автоматизований вимірювальний спектральний комплекс (модернізована КСВУ-23) для вимірювань фотометричних параметрів оптоелектронних приладів, зображення якої наведено на рисунку 3, а структурна схема на рисунку 4. Установка складається з джерела випромінювання, освітлювача, монохроматора, фотоприймального блока та електрореєструючого пристрою. Перед входною щілиною монохроматора встановлюється блок освітлювача з дейтерієвою лампою ДДС30 та лампою розжарювання ОП-33-0.3. Дейтерієва лампа призначена для забезпечення вимірювань у діапазоні 200 – 500 нм.

Випромінювання із джерела (1) спрямовується за допомогою освітлювача (2) на входну щілину монохроматора (3). Монохроматичний потік випромінювання, який виділений вихідною щілиною монохроматора, проходить крізь конденсор (4) і спрямовується на фотоприймач, розташований у спектрометричній головці (5), фотосигнал з якої подається на вхід прецизійного підсилювача ППТН-1 (6). Підсилений фотосигнал обробляється, а потім відбивається. Значення параметра, або вид спектральної характеристики зразка, що досліджується, виводиться на дисплей діалого-обчислювального комплексу (7).

Керування роботою комплексу і первинна обробка інформації, одержаної про спектральну характеристику, відбувається по програмі за допомогою процесорів, які входять у склад програмного пристрою управління спектральним приладом (ППУСП) (8). Стабільність роботи джерела випромінювання забезпечується стабілізатором (9). З програмного пристрою управління спектральним приладом передбачено вихід на друкуючий пристрій (10).

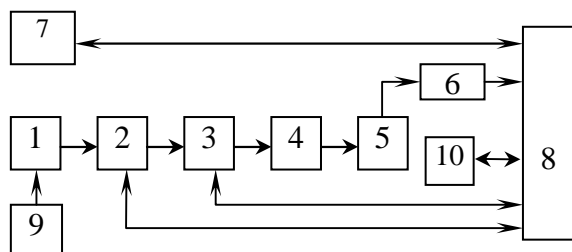


Рис. 4. Функціональна схема установки для вимірювань фотометричних параметрів оптоелектронних приладів.

1 - джерело випромінювання; 2 - освітлювач; 3 - монохроматор; 4 - конденсор; 5 - спектрометрична головка; 6 - прецизійний підсилювач; 7 - діалого-обчислювальний комплекс; 8 - програмний пристрій керування; 9 - стабілізатор; 10 - друкуючий пристрій.

Програма ППУСП, дозволяє обрати необхідний режим роботи установки, забезпечує автоматичне управління схемою комутації фотострумів та вихідних сигналів підсилювача, керує роботою приводів механізмів зміни світлофільтрів та сканування, збір та обробку спектральної інформації, її запам'ятовування та вивід в графічному або цифровому вигляді на екран монітора або друкарського пристрою. Зміна джерел випромінювання відбувається введенням дзеркала, встановленого на кронштейні освітлювача разом із блоком світлофільтрів.

Необхідно відмітити, що рівень фонового (розсіяного всередині монохроматора) потоку випромінювання досить великий, для зменшення його впливу на якість вимірю-

вання, комплекс КСВУ-23 доукомплектовано ще одним монохроматором МДР-23. Таким чином, одержано подвійний монохроматор.

Фотоприймачі, які входять до складу промислового комплексу спектрального КСВУ-23, не задовольняли вимогам до еталонних засобів вимірювання в діапазоні вимірювань 200 – 2000 нм. Тому була розроблена, виготовлена та атестована по відносній та абсолютній чутливості в спектральному діапазоні від 200 до 1100 нм спектральна фотометрична головка на основі прецизійного фотодіоду типу ФД-228В. Величина чутливості спектральної характеристики в максимумі $S_{\lambda max} = 0,34$ А/Вт; темновий струм головки спектральної при робочій напрузі $U_p = 1$ В не перевищує $I_T = 1 \cdot 10^{-9}$ А (при напрузі $U_p = 0,10$ В струм $I_m \leq 1 \cdot 10^{-11}$ А); нестабільність чутливості протягом 8 годин неперервної роботи менш 0,5 %; нелінійність енергетичної характеристики головки при зміні потоку випромінювання від $5\Phi_n$ до $10^6\Phi_n$ не перевищує ± 1 % (Φ_n – порогова чутливість головки). Технічні характеристики оптимізованого спектрального комплексу типу КСВУ-23 наведено в таблиці 1.

Таблиця 1.

Технічні характеристики оптимізованого спектрального комплексу типу КСВУ-23

Характеристика	Норма
Діапазон роботи, нм	200 - 2000
Фокусна відстань дзеркального об'єктиву, мм	600
Відносний отвір	1:6
Дифракційні ґратки - змінні: число штрихів на мм робоча область, нм	1200-I, 1200-II, 600-III 200 – 350 – 700 – 500; 1000; 2000
Область максимальної концентрації енергії, нм	250; 500; 1000
Зворотна лінійна дисперсія, нм/мм	1,3 2,6
Робочий порядок	Перший
Швидкість сканування для ґратки 1200 штр/мм, нм/с	0,2 – 80

Висновки

1. Розроблено засоби вимірювальної техніки для вимірювання параметрів світлового середовища, зокрема освітленості, яскравості, сили світла, яскравості екранів моніторів, питомого коефіцієнту сили світла матеріалів зі світлоповертаючим ефектом, коефіцієнтів пропускання та відбивання скла, які за своїми метрологічними характеристиками відповідають вимогам діючої нормативної документації.

2. Розроблено комплекс метрологічного обладнання, яке може ефективно використовуватись для атестації та періодичної перевірки засобів вимірювальної техніки для контролю параметрів світлового середовища.

Література

1. Уайт Т. Стабильность окружающей среды // Светотехника. -2004. -№5. –С.15-17.
2. Веллегас Х.Т. Вопросы энергосбережения в освещении // Светотехника. -2007. -№4. –С.45-49.
3. Гош. К., Мазубдар С. Свет и экология. Некоторые соображения // Светотехника. -2006. -№6. –С.79-80.
4. <http://www.tenzor.org.ua>
5. Боднар Л.М, Назаренко Л.А., Шульман Ю.С., Шабашкевич Б.Г. Установка для проверки фотометров. Збірник наукових праць II Міжнародної науково-технічної конференції “Метрологія та вимірювальна техніка”. Харків, 1999, с. 35-37.

ПРИБОР НВФ «ТЕНЗОР» ДЛЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ПАРАМЕТРОВ СВЕТОВОЙ СЛЕДЫ
Ю.Г. Добровольский, Б.Г. Шабашкевич

Разработан комплекс средств измерительной техники для измерения параметров световой среды, метрологические характеристики которых соответствуют требованиям действующей нормативной документации, а также комплекс метрологического оборудования для аттестации и периодической поверки разработанных приборов.

THE GEAR NVF "TENSOR" FOR METROLOGY RESEARCHES OF PARAMETERS
LIGHT TRACES

J.G. Dobrovolskij, B.G. Shabashkevich

The complex of facilities of measuring technique is developed for measuring of parameters of light environment, which after the metrology descriptions respond to request operating normative document, and also complex of metrological equipment for attestation and periodic verification of the developed devices.