

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ЛЮКСМЕТРА «STANDARD» ST-1301 У НАУКОВІЙ РОБОТІ

Ємець Б. В., к.т.н.

З 2009 року в нашому університеті тривають наукові дослідження з визначення параметрів виробничого середовища в кабіні транспортних засобів. До таких параметрів відносяться шум, вібрація, температура, вологість повітря, освітленість, вплив сонячних променів та інше [2,3]. Вказані дослідження проведено на вітчизняних матеріалах та даних окремих зарубіжних країн. Дослідження виконано методом багатofакторного експерименту з наступною метрологічною обробкою експеримент-гальних даних при прямих та непрямих вимірюваннях параметрів об'єкту.

При дослідженнях освітленості та впливу сонячних променів на робочих місцях водіїв автомобілів було використано люксметр виробництва ЄС «Standard» ST-1301 (див. рис. 1).



Рис. 1. Загальний вигляд люксметра «Standard» ST-1301

Під час проведення експериментальних досліджень використовувався метод прямих та непрямих вимірювань освітленості об'єктів згідно програми досліджень, особливості статистичної обробки яких приведено нижче. Середнє значення середнього вимірювання записано як:

$$\langle e_{\text{екс}} \rangle = \frac{\langle e_1 \rangle + \langle e_3 \rangle}{2}, \quad (1)$$

де $\langle e_1 \rangle$ – середнє арифметичне значення n -числа вимірювань в i -тій точці об'єкту, люкс; $\langle e_3 \rangle$ – середнє арифметичне значення n -числа вимірювань в точці на l -віддалі від i -тої точки об'єкту, люкс.

При невеликій кількості вимірювань ($n < 30$) записано похибку, як:

$$\Delta e_{\text{екс}} = t_p \cdot \sigma_{\langle e_{\text{екс}} \rangle}, \quad (2)$$

де t_p – коефіцієнт Стюдента, для якого складені таблиці значень при різному числі вимірювань n [4]; $\sigma_{\langle e_{\text{екс}} \rangle}$ - середня квадратична похибка середнього арифметичного.

На основі теорії посередніх вимірювань записано значення середньої квадратичної похибки середнього арифметичного значення $e_{\langle \text{екс} \rangle}$:

$$\sigma_{\langle e_{екс} \rangle} = \sqrt{\left(\frac{\partial e_{екс}}{\partial e_1} \cdot \sigma_{\langle e_1 \rangle}\right)^2 + \left(\frac{\partial e_{екс}}{\partial e_3} \cdot \sigma_{\langle e_3 \rangle}\right)^2} \quad (3)$$

Отримано часткові похідні:

$$\frac{\partial e_{екс}}{\partial e_1} = \frac{1}{2}; \quad \frac{\partial e_{екс}}{\partial e_3} = \frac{1}{2} \quad (4)$$

Середні квадратичні похибки середнього арифметичного значення $\langle e_1 \rangle$ та $\langle e_2 \rangle$ було записано:

$$\sigma_{\langle e_1 \rangle} = \sqrt{\frac{(e_{11} - \langle e_1 \rangle)^2 + (e_{12} - \langle e_1 \rangle)^2 + \dots + (e_{1n} - \langle e_1 \rangle)^2}{n \cdot (n - 1)}} \quad (5)$$

$$\sigma_{\langle e_3 \rangle} = \sqrt{\frac{(e_{31} - \langle e_3 \rangle)^2 + (e_{32} - \langle e_3 \rangle)^2 + \dots + (e_{3n} - \langle e_3 \rangle)^2}{n \cdot (n - 1)}} \quad (6)$$

Підставивши формули (4), (5), (6) у формулу (3) отримано:

$$\sigma_{\langle e_{екс} \rangle} = \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{(e_{11} - \langle e_1 \rangle)^2 + (e_{12} - \langle e_1 \rangle)^2 + \dots + (e_{1n} - \langle e_1 \rangle)^2}{n \cdot (n - 1)} \right) + \frac{1}{4} \left(\frac{(e_{31} - \langle e_3 \rangle)^2 + \dots + (e_{3n} - \langle e_3 \rangle)^2}{n \cdot (n - 1)} \right)} \quad (7)$$

Відносну похибку ε для даного випадку записано, як:

$$\varepsilon = \frac{\Delta e_{екс}}{\langle e_{екс} \rangle} \cdot 100\% \quad (8)$$

Окремі отримані дані з вимірювання освітленості та результати їх статистичної обробки приведено в таблиці 1.

Таблиця 1.

Дані освітлення робочого місця водія автомобіля

Зона вимірювань	Час вимірювань 10 ³⁰					Час вимірювань 12 ⁰⁰				
	$\langle e_{екс} \rangle$	$\sigma_{\langle e_{екс} \rangle}$	$\Delta_{\langle e_{екс} \rangle}$	ε	ε_m	$\langle e_{екс} \rangle$	$\sigma_{\langle e_{екс} \rangle}$	$\Delta_{\langle e_{екс} \rangle}$	ε	ε_m
Сидіння водія	180,8	0,70	1,2	1,5	5,1	203,9	0,61	1,3	0,9	7,2
Щиток приладів	75,7	0,78	1,5	1,1	3,3	89,7	0,70	1,7	0,6	4,2

Аналіз табл. 1 показує, що з часом природна освітленість робочого місця водія покращується до опівдня, і це стосується всіх зон вимірювання. Але ця закономірність відноситься до близько 75% днів з складними кліматичними умовами зони Полісся України в осінньо-зимовий період 2009 та 2010 років. В інші близько 25% днів такого періоду освітленість може мати змінний характер. В окремі дні осінньо-зимового періоду постійно має бути ввімкнено підсвічування щитка приладів через те, що 40...50 люкс природного освітлення недостатньо для зчитування водієм показань контрольно-вимірювальних приладів відповідно до СНиП II-4-79/85/95, що значно погіршує стан безпеки праці на робочих місцях водіїв.

Ефективність використання люксметра «Standard» ST-1301 підтверджується наступними показниками його технічної характеристики:

- номінальний час ідентифікації показань 1,5 секунди;
- температурний діапазон роботи від -10⁰С до 60⁰С;
- діапазон вимірювань до 50000 люкс;
- точність вимірювань до 5% (при діапазоні вимірювань від 0 до 200 люкс);
- відтворюваність показників 2%.

Частина показників технічної характеристики люксметра «Standard» ST-1301

(номінальний час ідентифікації показань, температурний діапазон роботи, відтворюваність показників) значно переважають технічні харак-теристики вітчизняних люксметрів, наприклад Ю-116 (див. рис. 2).



Рис. 2. Загальний вигляд люксметра Ю-116.

Висновки. Проведеними дослідженнями підтверджено ефективність вико-ристання люксметру «Standard» ST-1301 для вимірювання освітленості в умовах зони Полісся України. Досягнуті показники його роботи (номінальний час ідентифікації показань 1,5 секунди; температурний діапазон роботи від -10°C до 60°C ; діапазон вимірювань до 50000 люкс; точність вимірювань до 5% (при діапазоні вимірювань від 0 до 200 люкс); відтворюваність показників 2%, тощо) відповідають технічним вимогам до експериментальних досліджень.

Використані джерела інформації

1. ДСТУ ІЕС 61547-2001. Обладнання для загального освітлення. Вимоги до несприйнятливості (ІЕС 61547:1995, IDT) [чинний з 13.04.2001] Офіц. вид. — К. : Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. — IV, 10 с.
2. Ємець Б.В. Освітленість робочого місця водіїв автомобілів у складних кліматичних умовах зони Полісся України / Б.В. Ємець, Т.О. Гринь, А.О. Ковальчук, О.С. Поліщук // Вісн. ЖНАЕУ. - 2011. - №2. - С. 201-208.
3. Жигло Ю.І. Ергономіка робочих місць і діяльність оператора системи "людина – машина" /Ю.І. Жигло, А.М. Гарьковець - К.: Арістей, 2008. - 182 с.
4. Кэмпион П. Практическое руководство по представлению результатов измерений: пер. С англ. /П. Кэмпион, Д. Барнс, А. Вильямс – М.: Атомиздат, 1989. – 72с.