

УДК 658.382

**Б.В. Ємець**

к.т.н.

**Т.О. Гринь**

к.с.-г.н.

**А.О. Ковальчук**

асистент

**О.С. Поліщук**

асистент

Житомирський національний агроєкологічний університет

*Рецензент – слен редколегії «Вісник ЖНАЕУ», д.т.н. Л.В. Лось*

## **ОСВІТЛЕНІСТЬ РОБОЧОГО МІСЦЯ ВОДІЇВ АВТОМОБІЛІВ У СКЛАДНИХ КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ ЗОНИ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ**

*Вперше саме для зони Полісся України проведено попередні дослідження освітленості робочого місця водіїв автомобілів у складних кліматичних умовах в осінньо-зимовий період 2009 та 2010 рр. Дослідження проведено з використанням люксметра виробництва ЄС «Standard» ST-1301, точність вимірювань до 5 %, відтворюваність показників 2 %. Кінцеві результати досліджень дадуть можливість розробити рекомендації щодо поліпшення стану безпеки праці на робочих місцях водіїв автомобілів.*

### **Постановка проблеми**

Понад рік в Україні триває проект ЄС-МОП «Поліпшення стану безпеки праці на робочих місцях в контексті гідної праці». Основна його мета – розробка та впровадження Національного плану дій з безпеки праці, реалізація якого дозволить підвищити рівень безпеки на виробництві та зменшити кількість нещасних випадків. Очевидно, що базуватись такі заходи мають на ґрунтовних науково-технічних розробках у галузях народного господарства України, зокрема вкрай важливо поліпшувати стан безпеки праці на робочих місцях автомобільного транспорту України, в якому з року в рік залишається високий рівень травматизму. З 2009 р. в нашому університеті тривають наукові дослідження з теми, що ідентична назві даної статті, по закінченні яких може бути синтезовано свій вклад у вирішення загальноукраїнських проблем у галузі безпеки та охорони праці.

### **Аналіз останніх досліджень та постановка завдання**

Прямий вплив на працездатність водіїв мають параметри виробничого середовища в кабіні транспортного засобу. До них належить шум, вібрація, температура, вологість повітря, освітленість, вплив сонячних променів та ін. Для захисту водія від впливу сонячних променів рекомендується дах і капот транспортного засобу фарбувати світлою фарбою, для покращання природного

освітлення кабіни використовувати скло великої площі тощо [2, 4]. Але в літературі не наводиться рекомендацій для окремих кліматичних зон України, а вони можуть суттєво різнитися. Наприклад, за статистичними даними, сонячних днів на рік на півдні України на 10 ... 45 % більше, ніж на півночі, що важливо для освітленості робочого місця водія. Тому основним завданням цього дослідження є перевірка освітленості робочого місця водіїв автомобілів у складних кліматичних умовах зони Полісся України. З метою отримання широкого спектра експериментальних даних та можливості їх порівняння за об'єкти такого дослідження взято робочі місця пасажирських автомобілів як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва різних моделей та марок.

### **Об'єкт і методика дослідження**

Вказані дослідження проведено на вітчизняних матеріалах та даних окремих зарубіжних країн. Об'єктом дослідження послугувала освітленість робочих місць водіїв пасажирських автомобілів різних моделей та марок. Дослідження виконано методом багатofакторного експерименту з наступною метрологічною обробкою експериментальних даних при прямих та непрямих вимірюваннях освітленості об'єкта.

### **Результати досліджень**

Аналітичні дослідження освітленості робочого місця водіїв автомобілів у складних кліматичних умовах зони Полісся України можливі при деяких припущеннях, зокрема про характер освітлення в різні пори року, в різних кліматичних умовах тощо. Тому виникла необхідність у попередніх експериментальних дослідженнях для уточнення базових характеристик світлового потоку, що падає на поверхні складних конфігурацій робочого місця водіїв автомобілів.

Природне освітлення, створюване денним світлом (небосхилом), найбільш благотворно діє на людину, не вимагає витрат енергії [4]. Тому природне освітлення використовують максимально, в тому числі для освітлення робочого місця водіїв. Алгоритм методики дослідження природної освітленості наочно представлено на рисунку 1.

Величини коефіцієнтів світлового клімату та сонячності відомі для кліматичних умов зони Полісся України і для попередніх досліджень освітленості робочого місця водіїв автомобілів уточнення не вимагали. Для досягнення мети та програми дослідження виконано наступне:

1. Визначено загальну освітленість робочих місць водіїв автомобілів Volkswagen Transporter (табл. 1), Skoda Octavia, ВАЗ-2104, ЗАЗ-1103 Славута у складних кліматичних умовах зони Полісся України (хмари нижнього ярусу вище 10 балів, мокрий сніг, тощо). Попередньо освітленість визначалась у зонах сидіння водія та рульової колонки (рис. 2 а).

2. Визначено освітленість тих частин робочих місць водіїв автомобілів, які мають найменший розмір об'єкта розпізнавання і для якого необхідно встановлювати найвищий розряд зорової роботи відповідно до СНиП II-4-79/85/95 (табл. 1). Таким об'єктом розпізнавання визначено щиток приладів автомобілів. Причому освітленість визначено як у ніші щитка, так і безпосередньо біля захисного скла контрольно-вимірювальних приладів (рис. 2 б).

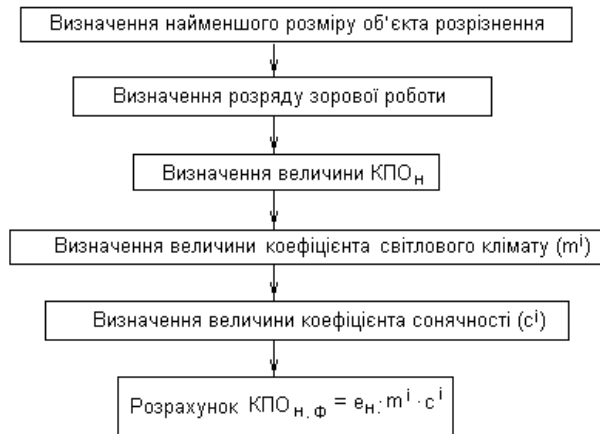


Рис. 1. Алгоритм визначення основних характеристик природної освітленості

Під час проведення експериментальних досліджень використовувався метод прямих та непрямих вимірювань освітленості об'єктів згідно з програмою досліджень, особливості статистичної обробки яких наведено нижче.

Середнє значення середнього вимірювання записано як:

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

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

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

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

де  $t_p$  – коефіцієнт Стюдента, для якого складені таблиці значень при різному числу вимірювань  $n$  [3];  $\sigma_{\langle e_{екс} \rangle}$  – середня квадратична похибка середнього арифметичного.

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

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

Отримано часткові похідні:

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

Середні квадратичні похибки середнього арифметичного значення  $\langle e_1 \rangle$  та  $\langle e_2 \rangle$  можна записати:

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

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

Підставивши формули (4–6) у формулу (3), отримаємо:

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

Відносну похибку  $\varepsilon$  для даного випадку записано як:

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



а)



б)

**Рис. 2. – Вимірювання освітленості робочого місця водія автомобіля Volkswagen Transporter люксметром «Standard» ST-1301: а) в зоні рульової колонки; б) біля захисного скла щитка приладів**

При вимірюваннях використовували люксметр «Standard» ST-1301, який має такі основні показники технічної характеристики:

- номінальний час ідентифікації показань 1,5 с;
- 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 %.

Таблиця 1. Дані освітленості робочого місця водія автомобіля

Зона вимірювань	Час вимірювань $10^{30}$					Час вимірювань $12^{00}$				
	$\langle e_{екс} \rangle$	$\sigma_{\langle e_{екс} \rangle}$	$\Delta \langle e_{екс} \rangle$	$\varepsilon$	$\varepsilon_m$	$\langle e_{екс} \rangle$	$\sigma_{\langle e_{екс} \rangle}$	$\Delta \langle e_{екс} \rangle$	$\varepsilon$	$\varepsilon_m$
Сидіння водія	180,8	0,70	1,2	1,5	5,1	203,9	0,61	1,3	0,9	7,2
Рульова колонка	380,9	0,72	1,4	1,7	7,1	394,9	0,68	1,4	1,2	8,4
Щиток приладів	75,7	0,78	1,5	1,1	3,3	89,7	0,70	1,7	0,6	4,2

Аналіз таблиці 1 показує, що з часом природна освітленість робочого місця водія покращується до опівдня, і це стосується всіх зон вимірювання. Але ця закономірність стосується близько 75 % днів зі складними кліматичними умовами зони Полісся України в осінньо-зимовий період 2009 та 2010 рр. В інші близько 25 % днів такого періоду освітленість може мати змінний характер, один з можливих варіантів представлено на графіку (рис. 3). 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 П-4-79/85/95.

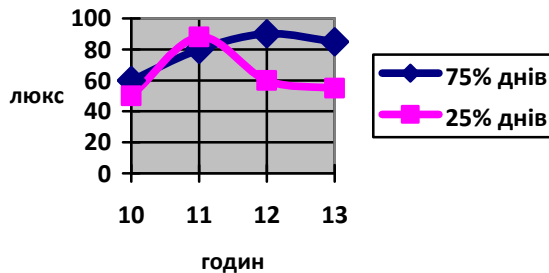


Рис. 3. Рівень освітленості щитка приладів в осінньо-зимовий період

## **Висновки та перспективи подальших досліджень**

1. Проведеними попередніми дослідженнями підтверджено ефективність використання люксметра «Standard» ST-1301 для вимірювання освітленості в умовах зони Полісся України. Досягнуті показники його роботи (номінальний час ідентифікації показань, температурний діапазон роботи, діапазон вимірювань, точність вимірювань, відтворюваність показників тощо) відповідають технічним вимогам до експериментальних досліджень.

2. Природна освітленість робочого місця водія покращується від ранку до полудня, це стосується близько 75 % днів зі складними кліматичними умовами зони Полісся України. В інші близько 25 % днів такого періоду освітленість може мати змінний характер, природного освітлення недостатньо для зчитування водієм показань контрольно-вимірювальних приладів відповідно до СНиП II-4-79/85/95.

3. В окремі дні зі складними кліматичними умовами осінньо-зимового періоду постійно має бути ввімкнено підсвічування щитка приладів. Є необхідність у розробленні пристроїв для автоматичного регулювання якості підсвічування, що покращить стан безпеки праці на робочих місцях водіїв автомобілів.

## **Література**

---

1. ДСТУ ІЕС 61547-2001. Обладнання для загального освітлення. Вимоги до несприйнятливості (ІЕС 61547:1995, ІДТ) [чинний з 13.04.2001] Офіц. вид. – К. : Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. – IV, 10 с.

2. *Жигло Ю.І.* Ергономіка робочих місць і діяльність оператора системи «людина – машина» /*Ю.І. Жигло, А.М. Гарьковець.* – К.: Арістей, 2008. – 182 с.

3. *Кэмпион П.* Практическое руководство по представлению результатов измерений: пер. с англ. /*П. Кэмпион, Д. Барнс, А. Вильямс* – М.: Атомиздат, 1979. – 72с.

4. *Рабіч О. В.* Поліпшення умов праці на постійних робочих місцях за фактором освітлення: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук: спец. 05.26.01 /*О.В.Рабіч*; Придніпровська держ. академія будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ, 2004. – 20с.

5. *Салтиков В. О.* Дослідження зорової працездатності в умовах динамічного освітлення приміщень та видимості при малих яскравостях адаптації: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня канд. техн. наук: спец. 05.09.07 / *В.О. Салтиков*; Харківська держ. акад. міського госп-ва. – Харків, 1996. – 19с.

6. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования: СНиП II-4-79/85. – М., 1985. – 84с.

7. *Dietz M. Japan Design / M. Dietz, M. Monninger.* – Köln: Benedikt TASCHEN, 1994. – 176 p.

---