

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОРОГОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗОРУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК З РІЗНИМИ ТИПАМИ ДЖЕРЕЛ СВІТЛА

М.М.Таряник¹, О.О.Сіробаба², С.С.Овчинников³, докт.техн.наук
^{1,2,3} – Харківська національна академія міського господарства,
 вул. Революції, 12, Харків, 61002, Україна

Визначено порогові значення освітленості, яка створюється джерелами різного типу, при її коливаннях. Отримано дані, які дозволяють оцінювати стан працездатності та втомлення людини при виконанні роботи, пов'язаної з зоровим навантаженням, у різних умовах освітлення. Бібл. 4, табл. 2, рис. 5.

Ключові слова: порогові значення освітленості, зорове навантаження, освітлювальні прилади.

В освітлювальних мережах вимоги до пульсацій напруги мережі досить високі і коливання та відхилення напруги мережі, які мають місце, не повинні викликати зміни рівня освітленості вище порогового значення. Тим не менш, навіть допорогові коливання освітленості можуть призводити до небажаних ефектів таких, як зниження зорової працездатності, підвищення порогових характеристик виявлення й розрізнення та інше [1].

У ряді випадків, особливо при живленні освітлювальних мереж від спільного з технологічними лініями трансформатора, коливання і відхилення напруги в освітлювальних мережах можуть виходити за допустимі межі. У житлових приміщеннях різні електропобутові прилади підключаються до спільної з освітлювальними приладами мережі. Сьогодні існує безліч побутових електроприладів значної потужності, в результаті роботи яких коливання і відхилення напруги можуть виходити за гранично припустимі значення.

Рішення проблеми енергозбереження вимагає широкого впровадження різного типу нових енергозберігаючих джерел світла, для яких ще не накопичено достатнього досвіду тривалої експлуатації та тривалого перебування людини в світловому середовищі, яке створюється цими джерелами.

Нами була поставлена задача визначити порогові значення освітленості, що створюється джерелами різного типу, і дослідити вплив коливань освітленості на функції зору при над- і допорогових коливаннях освітленості.

Були проведені дослідження порогових значень коливання освітленості, створюваної трубчастими і компактними люмінесцентними лампами зі спіральними розрядними трубками (так званими енергозберігаючими) з різною колірною температурою, а також лампами розжарювання, які є поки що найбільш масовими джерелами світла в побутовому освітленні. Крім того, функції зору щодо ламп розжарювання добре відомі, що дозволяє порівнювати отримані результати з відомими для підтвердження достовірності досліджень.

Для проведення досліджень була створена експериментальна освітлювальна установка, що включає камеру спостереження та систему освітлення з джерелами різного типу. Живлення освітлювальної установки починалося від мережі з номінальною напругою 220 В, послідовно з лампою включалася вторинна обмотка вольтододачного трансформатора, який має ряд виводів, що дозволяло за допомогою перемикача імітувати коливання напруги різної глибини як у бік підвищення, так і у бік зниження. Первинна обмотка цього трансформатора підключалася до мережі через автотрансформатор. Це дозволяло змінювати діапазон коливання напруги і, відповідно, величину ступенів. У попередніх експериментах визначалося орієнтовне значення граничних коливань освітленості і вибирався мінімальний діапазон зміни напруги ступенями в інтервалі ймовірностей виявлення коливань освітленості приблизно від рівня 0,1 до 1.

На рис. 1 показано блок-схему експериментальної установки. Блок регулювання напруги живлення установки 1 має внутрішній опір,

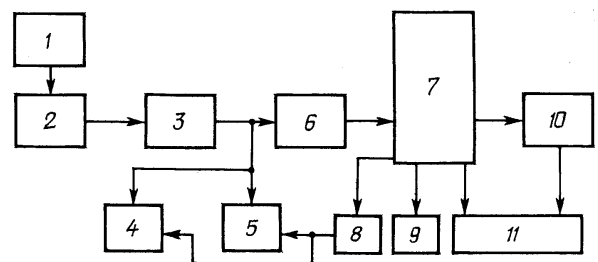


Рис. 1

який визначає діапазон регулювання напруги. За допомогою блоку встановлення величини ступенів 2 регулюється навантаження. Блок комутації ступенів 3 у вигляді кнопок дає можливість рівномірно збільшувати або зменшувати навантаження. ФЕУ з світлопроводом 8 служить для контролю динаміки освітленості у часі. Люксометр 9, вольтметр 4 і осцилограф 5 дозволяють заміряти основні світлові й електричні величини. Спостерігач 10 знаходиться біля установки. Блок реєстрації відгуку даних 11 представляє собою комп'ютер, на якому також ведеться подальша обробка й аналіз даних. Тип джерел світла 6 в макеті установки 7 може змінюватися.

Група спостерігачів складалася з 10 чоловік різної вікової категорії, які мали нормальний зір. Спостерігачеві, поле зору якого припадало на поле експериментальної установки з необхідним освітленням, давалася можливість адаптуватися до заданого рівня освітленості і потім робилися за попередньо складеною програмою у випадковому порядку включення різних ступенів вольтдодаткового трансформатора. Пред'явлення кожного ступеня проводилося не менше 10 разів за заданою серією експерименту. Спостерігач мав відзначати помітність та непомітність зміни освітленості різних ступенів.

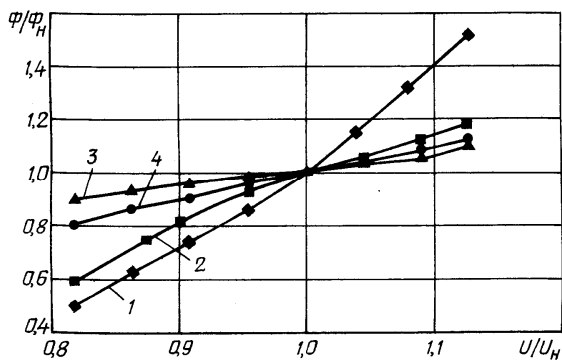


Рис. 2

За знятою раніше залежністю світлового потоку Φ від напруги живлення в гранично допустимих межах (від 0,9 до 1,1 U/U_n) для досліджуваних ламп (рис. 2) при зміні значень напруги знаходилися відповідні значення освітленості (тут 1 – ЛР; 2 – ЛЛІ PHILIPS (індуктивне ПРА); 3 – КЛЛІ PHILIPS (електронне ПРА); 4 – КЛЛІ MAXUS (електронне ПРА)).

Далі проводили статистичну обробку результатів експерименту і отримували порогові значення зміни освітленості $\Delta E_{пор}$ при ймовірності виявлення 50 і 75%.

Статистична обробка результатів експерименту дозволяє визначити поріг із заданою ймовірністю виявлення.

Для визначення порога будували залежність ймовірності виявлення стимулу від його значення. Крива будується по частотах позитивних відповідей спостерігача. Поєднавши відрізок прямої довірчі межі для кожного значення порівнювального стимулу, знаходили апроксимацію залежності у вигляді кривої нормального розподілу, що проходить через усі виділені відрізки прямих [2,4].

На рис. 3 показано залежності кількості виявлених сигналів (в.о.) від зміни напруги живлення на підвищення і, відповідно, освітленості при використанні різних типів ламп.

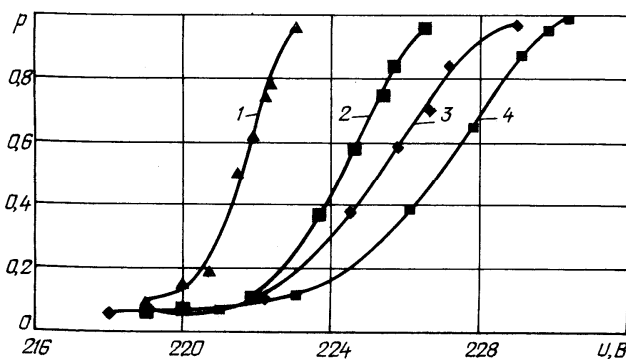


Рис. 3

На основі досліджень для ламп різного типу отримано наступні дані. В табл. 1 показано значення порогів виявлення коливань при освітленні різними типами ламп при ймовірності виявлення 50 і 75% на підвищення і зниження напруги. Середні арифметичні значення (\bar{a}) та середні квадратичні похибки (b) функцій при визначенні порогів виявлення коливань напруги живлення при освітленні лампами різного типу наведені в табл. 2.

Далі було виконано дослідження впливу коливань освітленості на зорову працездатність. Спостерігач тривалий час (близько 20 хвилин) адаптувався до заданого рівня освітленості, потім виконував зорову роботу з таблицями В.Я.Анфімова [3].

Ці таблиці розбиваються на картки, видаються спостерігачеві в різній послідовності, щоб виключити звикання. Експериментатор дає інструкцію, яку літеру і в якій послідовності спостерігач повинен викреслити (або підкреслити) при читанні кожного рядка в картці. Вибирається поєднання літер, яке важко розрізняється по зображенню. Робота з таблицями виконується протягом двох хвилин (час задається секундоміром).

Кінець роботи спостерігач відзначає ризиком після сигналу експериментатора.

Завдання змінюється при постійній складності. Оцінка стану працездатності проводиться за коефіцієнтом точності K та коефіцієнтом працездатності I , які визначали за формулами

$$K = [a - (b + c)] / (a + b), \quad I = K \cdot d.$$

Таблиця 1

Тип ламп	Поріг на підвищення, %				Поріг на зниження, %			
	$p=50$		$p=75$		$p=50$		$p=75$	
	$\Delta U/U$	$\Delta E/E$	$\Delta U/U$	$\Delta E/E$	$\Delta U/U$	$\Delta E/E$	$\Delta U/U$	$\Delta E/E$
ЛР 100 Вт, $E_n=500$ лк; $T_{ц}=2800$ К	0,68	2,63	0,84	3,48	1	3,48	1,27	4,59
ЛЛ 18 Вт, $E_n=500$ лк; $T_{ц}=4100$ К	1,73	2,59	2,18	2,64	1,36	2,33	1,77	2,92
КЛЛ 27 Вт, $E_n=500$ лк; $T_{ц}=2700$ К	2,14	2	2,73	1,85	1,78	1,3	2,27	1,7
КЛЛ 32 Вт, $E_n=500$ лк; $T_{ц}=4100$ К	2,73	1,54	3,41	1,77	1,82	1,12	2,32	1,48

Таблиця 2.

Тип ламп	$\bar{a} \pm b$							
	Поріг на підвищення, %				Поріг на зниження, %			
	$p=50$		$p=75$		$p=50$		$p=75$	
	ΔU	ΔE	ΔU	ΔE	ΔU	ΔE	ΔU	ΔE
ЛР 100 Вт	1,42±0,26	12,39±2,45	1,95±0,34	17,01±3,75	2,5±0,49	18,31±3,61	2,98±0,52	25,6±5,35
ЛЛ 18 Вт	3,83±0,37	12±2,58	5,03±0,47	15,9±3,2	3,1±0,77	11,9±2,26	4±1,14	13,79±2,15
КЛЛ 27 Вт	4,69±0,88	9,89±1,55	5,78±0,99	14,05±1,17	3,12±0,5	6,07±1,21	4,93±1,11	9,2±1,79
КЛЛ 32 Вт	5,88±0,67	7,49±0,61	7,66±0,49	11,4±0,34	3,74±1,06	4,68±1,48	5,23±1,06	8,21±1,35

Для розрахунку цих показників необхідно було визначити: d – загальну кількість усіх переглянутих літер у тексті, a – кількість правильно перевірених літер, b – кількість пропущених літер, c – кількість припущених помилок – неправильно зазначених літер. Зведені таблиці склалися по кожному коефіцієнту окремо для різних режимів живлення різних типів ламп.

На рис. 4 показано динаміку коефіцієнта працездатності при виконанні зорової роботи в різних умовах освітлення (1 – в умовах номінальної напруги мережі, 2 – в умовах коливань напруги та знову в умовах номінальної напруги мережі після коливань – 3), на рис. 5 – динаміку коефіцієнта точності (за коректурними пробами).

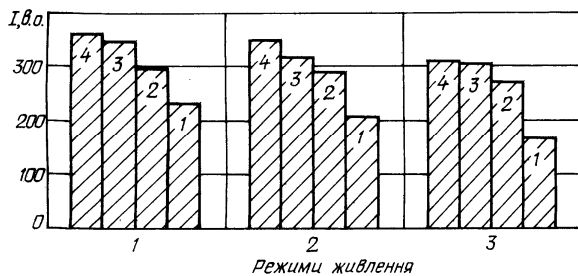


Рис. 4

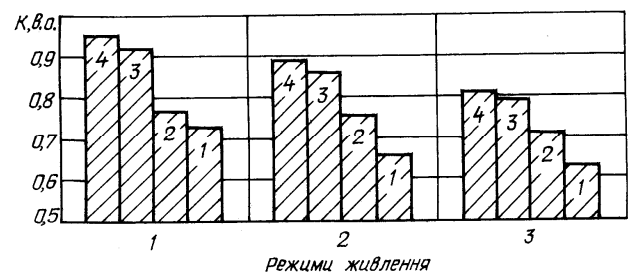


Рис. 5

Результати виконаних досліджень показали:

1. Найменші пороги зорового виявлення коливань напруги у ЛР, найбільші – у енергозберігаючих ламп MAXUS.

2. Экспериментальним шляхом отримано дані, які дозволяють оцінювати стан процесів працездатності та втомлення людини при виконанні зорової роботи в різних умовах освітлення (різні типи ламп). Встановлено, що коефіцієнт працездатності та коефіцієнт точності зменшуються після знаходження спостерігача в умовах коливань напруги живлення.

3. Результати експерименту свідчать про значне розходження порогів для джерел світла при коливаннях напруги мережі, що вказує на необхідність врахування результатів при розробці вимог при нормуванні та проектуванні освітлювальних установок.

4. В подальших дослідженнях необхідно застосовувати більше різних типів ламп для уточнення результатів аналізу та встановлення закономірностей.

1. Грив О.Г., Сапрыка А.В., Овчинников С.С., Таряник М.М. Режимы работы осветительных установок и качество электроэнергии // IV Межд. научно-практ. конф. „Город и экологическая реконструкция жилищно-коммунального комплекса XXI века”. – М. – 2006. – С. 49–51.

Grib O.G., Sapryka A.V., Ovchinnikov S.S., Tarianik M.M. Modes of lighting plant and power quality // IV Mezhdunar. nauchno-prakticheskaia konferentsiia "Gorod i ekologicheskaiia rekonstruktsiia zhilishchno-kommunalnogo kompleksa XXI veka". – Moskva. – 2006. – P. 49–51. (Rus.)

2. Мешков В.В., Матвеев А.Б. Основы светотехники, Ч.2 – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 361 с.

Meshkov V.V., Matveev A.B. Foundations of lighting technology. Part 2. – Moskva: Energoatomizdat, 1986. – 361 p. (Rus.)

3. Руководство по проектированию динамического освещения в производственных помещениях. – М.: Стройиздат, 1980. – 30 с.

Handbook for dynamic lightning design in industrial premises. – Moskva: Stroiiizdat, 1980. – 30 p. (Rus.)

4. Хастингс Н., Пикок Дж. Справочник по статистическим распределениям. – М.: Статистика, 1980. – 95 с.

Khastings N., Piko G. Guidelines for static allocations. – Moskva: Statistika, 1980. – 95 p. (Rus.)

УДК 621.327

М.М.Таряник¹, О.О.Сиробаба², С.С.Овчинников³, докт.техн.наук

1,2,3 – Харьковская национальная академия городского хозяйства,
ул.Революции, 12, Харьков, 61002, Украина/

Исследования пороговых характеристик зрения при использовании осветительных установок с разными типами источников света

Определены пороговые значения освещенности, создаваемой источниками различного типа, при ее колебаниях. Получены данные, позволяющие оценить состояние трудоспособности и утомляемости человека при выполнении работы, связанной со зрительной нагрузкой, в разных условиях освещенности. Библ. 4, табл. 2, рис. 5.

Ключевые слова: предельные значения освещенности, зрительная нагрузка, приборы освещения.

М.М.Tarianyk¹, О.О. Sirobaba², S.S.³Ovchynnykov

1,2,3 – Kharkiv National Municipal Academy, Kharkiv,
Revoliutsii, 12, Kharkiv, 61002, Ukraine.

Analysis of threshold sight characteristics in lightning plant with different light sources

Threshold values of illumination produced by different sources under illumination fluctuation and visual processes under superthreshold and before-threshold fluctuations have been defined. References 4, tables 2, figures 5.

Key words: threshold values of illumination, visual load, lighting equipment.

Надійшла 16.03.2010

Received 16.03.2010