

Список використаних джерел

1. The Insight Partners Analysis, June 2016: Smart Lighting Market to 2025 – Global Analysis and Forecasts by Lighting Types, Application and Connectivity Technology.
2. Jha, Aman. Smart Home Lighting System. Electronic Makers. (2017).
3. Sanjay Belgaonkar, E. Elavarasi, Gurjeet Singh Smart Lighting and Control using MSP430 & Power Line Communication / International Journal Of Computational Engineering Research / ISSN: 2250-3005 May-June 2012, Page 662-665.
4. Говоров П. П. Освітлювальні електричні системи та мережі / П. П. Говоров, В. О. Перепечений, В. П. Говоров // ХНАМГ. – Харків: 2009.

УДК 628.971

МЕТРИКИ ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЕННЯ З ВРАХУВАННЯМ ЦИРКАДНИХ ВІДКЛИКІВ СВІТЛА

Третьяков Олександр Юрійович,
магістр 2 курсу

Назаренко Леонід Андрійович,
Керівник роботи, доктор технічних наук, професор

Діденко Олена Михайлівна,
Керівник роботи, кандидат технічних наук,

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова
E-mail: leonnaz@ukr.net

З давних давен людина орієнтувалася і була залежна від сонячного дня в своїх справах. З першими променями людина просипалася і впродовж сонячного дня виконувала свою діяльність, з настанням темряви бурхлива діяльність зменшувалась, тобто циркадні ритми людини керувалася світловим днем. З появою електричного освітлення, діяльність людини набула нових можливостей, тому і вплив освітлення теж змінився. Особливої уваги потребує освітлення для навчальних класів. Тому:

1) Світло є найважливішим сигналом для синхронізації циркадних ритмів людини. Однак вплив штучного освітлення може скинути циркадні ритми.

2) Освітлення, яке орієнтоване на людину, фокусується на їх потребі у природному світлі. Таке освітлення може допомогти створити робоче середовище, яке імітує зміни природного денного світла з його візуальними, біологічними та емоційними ефектами, особливо для зростаючого організму дитини.

Метою роботи є виявлення циркадного впливу різних джерел світла та їх спектральний розподіл, а також порівняти значення співвідношення М/Р джерел світла які використовують для освітлення навчальних класів.

Виходячи з цього, великої уваги потребує не тільки правильно спроектовані системи освітлення, а і правильно підібрати джерела світла, які будуть допомагати підтримувати циркадні ритми та сприятимуть поліпшенню навчання дітей.

Аналітичний огляд літератури, дає розуміння особливості дитячого зору:

- зорова система закінчує формуватися приблизно к 20 рокам;
- у дітей кут між осями обох очних ямок - менший;
- око росте швидше, ніж усі інші органи, і вже до кінця чотирирічного віку досягає середньої нормальної величини. Найшвидше росте рогівка, на відміну від інших частин ока:
 - кришталик у дитини більш сприйнятливий до ультрафіолетового випромінювання, ніж у дорослого;
 - кришталик дитини пропускає до 75% ультрафіолету;

- комп'ютери, відеоігри, телевізор є додатковим навантаженням на дитячу зорову систему.

Закордонні автори S. Babilon, S. Beck, J. Kunkel, J. Klages, P. Myland та інші провели вимірювання циркадної ефективності освітлення для офісів. Вони звертають увагу, що серед інших факторів циркадна ефективність залежить від просторового розподілу світла в умовах переважного освітлення.

В медицині теж звертають увагу на важливість впливу світла на циркадні ритми. Автори C. Blume, C. Garbaza, M. Spitschan стверджують, що наш циркадний водій ритму, супрахіазматичні ядра (SCN) у гіпоталамусі, залучаються до 24-годинного сонячного дня через шлях від сітківки ока та синхронізують наші внутрішні біологічні ритми. Тобто розглядають невізуальний вплив світла.

Вітчизняні науковці одні в своїх роботах вивчали біологічну дію світла на людину, інші звертають увагу на проблему блакитного спектра, який може викликати дегенеративні порушення в сітківці.

Виявленням нового фоторецептора (photosensitive, Retinal Ganglion Cell, pRGC, містять пігменти мелатоніну (melanopsin). Як фотопігменти, що є відповідальними за спектральну чутливість фоточутливих клітин, pRGC клітини мають власну внутрішню притаманну їм специфіку спектральної чутливості.

В роботі проведено аналіз нормованих характеристик освітлення навчальних класів. Розглянуто інтер'єрні рішення облаштування класів та з'ясовано, що навчальний процес є більш направленим на учня і тому в процесі може змінюватись розташування парт в класі без прив'язування до місця у навчальному класі. Учні займаються за допомогою різних просторів з використанням інтерактивних дошок на уроці та різних інтерактивів. Тому освітлення повинно забезпечувати нормативні значення освітленості із якісним візуальним та не візуальним ефектом, захист від відблисків, можливого виникнення тіней на поверхні робочого столу та дошки.

Також в роботі проведено визначення циркадного впливу 4 досліджених ламп (рис.1). Нещодавно розроблений показник під назвою М/Р відношення набирає обертів як ефективний спосіб вимірювання кількості енергії синього світла, яке містить джерело світла. М/Р є скороченням від меланопічний люкс / фотопічний люкс, і він намагається охарактеризувати потенціал джерела світла впливати на циркадні ритми. По суті, співвідношення М/Р описує співвідношення між кількістю світлової енергії, яка сприяє *пильності* (меланопічна крива), і кількістю світлової енергії, яка створює сприйняття *яскравості* (фотопічна крива). Знаючи спектральний розподіл досліджуємої лампи або світильника і скориставшись електронною таблицею можна визначити значення М/Р (рис.1).

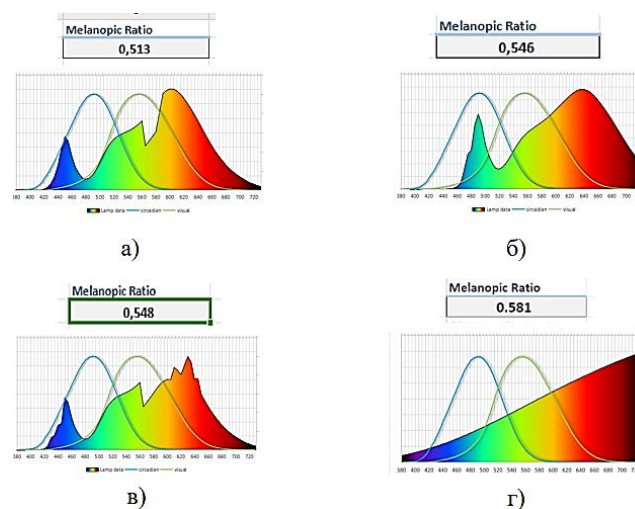


Рисунок 1 – Спектральний розподіл потужності досліджуваних ламп: а) Лампа 1 – Enerlight A60; б) Лампа 2 - LED VIDEX E-series; в) Лампа 3 – Waveform Lighting centric home A19; г) Лампа 4 – Галогенна лампа

За допомогою Калькулятора CS (2.0) були визначені значення циркадного стимулу CS, CR, GAI, CIE α -опічні опромінення показники (рис. 2).

Отримані результати показують, що зі збільшенням CRI співвідношення M/P також збільшується, що свідчить про те, що світлодіодні лампи з високим CRI можуть справді мати сильніший циркадний вплив, ніж джерела з нижчим CRI.

З дослідження виходить, що галогенові лампи мають найкращі показники по кольоропередаванню CRI = 99.9, але при цьому мають найбільший показник відношення M/P = 0.581 (що означає найбільший вплив на циркадні ритми). Із обраних зразків лампа 1 M/P = 0,513, CRI = 84,1 лампа 3: M/P = 0,513, CRI = 84,1

Засновник (засновники) закладу освіти забезпечує організацію лабораторного контролю рівня освітленості у закладах освіти не рідше двох разів на рік (не менше 4 точок у 3–5 приміщеннях), один з яких проводиться в листопаді чи грудні.

Список використаних джерел

1. Факти про дитячий зір. Люксоптика [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://luxoptica.ua/ua/articles/detskoe-zrenie/fakty-pro-detskoe-zrenie-1/>
2. S. Babilon, S. Beck, J. Kunkel, J. Klages, P. Myland, S. Benkner, T. Q. Khanh: Measurement of circadian effectiveness in lighting for office applications *Journal Applied Sciences*. 2021, 11(15), 6936; <https://doi.org/10.3390/app11156936>
3. C. Blume, C. Garbazza, M. Spitschan Effects of light on human circadian rhythms, sleep and mood *Somnologie (Berl)*. 2019; 23(3): 147–156., doi: 10.1007/s11818-019-00215-x
4. Wout J.M. van Bommel Non-visual biological effect of lighting and the practical meaning for lighting for work, *Applied ergonomics*, Volume 37, Issue 4, July 2006, - pp 461-466, <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2006.04.009>
5. X. Meng, M. Zhang, M. Wang Effects of school indoor visual environment on children's health outcomes: A systematic review, *Health & Place*, Volume 83, September 2023, <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2023.103021>
6. Іоффе К.І. Оцінка біологічного впливу світла // Л. А. Назаренко, К. І. Іоффе, Є. П. Тимофеев // Світлотехніка та електроенергетика. – Х.: ХНАМГ: 2008, № 3, – с.21-29
7. Назаренко, Л. А., Іоффе К. І., Тимофеев Є. П. Оцінка біологічного впливу світла // Л. А. Назаренко, К. І. Іоффе, Є. П. Тимофеев // Світлотехніка та електроенергетика. – Х.: ХНАМГ: 2007, № 3-4, – с.4-10
8. Blue light as an occupational health problem Martirosova V. G., Sorokin V. M., Nazarenko V. I., Cherednichenko I. N., Tikhonova N. N., Beseda O. Y. // *Український журнал гігієна праці*: 2019, Том 15, № 3, - 194-203 <https://doi.org/10.33573/ujoh2019.03.194>
9. Joshua J Gooley: Light-induced Resetting of Circadian Rhythms in Humans *Journal of Science and Technology in Lighting* Vol.41, 2017 pp. 69-76 doi: 10.2150/jstl.IEIJ160000594
10. Назаренко Л. А. Меланопічна фотометрія // Л.А. Назаренко, О.М. Діденко // *Український метрологічний журнал*. – Х.: Національний науковий центр «Інститут метрології»: 2023, № 3, – с.37-44 <https://doi.org/10.24027/2306-7039.3.2023.291952>
11. Наказ Про затвердження Санітарного регламенту для закладів загальної середньої освіти : № 2205 від 25.09.2020 : Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 10 листопада 2020 р. за № 1111/35394. - К., 2020. – 46 с.