

УДК 621.321:613.16

**ПОРІВНЯЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ
ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ LED-ЛАМП
ЗА БІОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕЧНІСТЮ**

Дудник А.О.

e-mail: andrii.dudnyk@nure.ua

Науковий керівник – старш. викладач Бендеберя Г.М..

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МЕЕПП
м. Харків, Україна

This study investigates the level of luminous flux ripple in modern LED lighting lamps manufactured using different LED technologies and featuring different designs. The effects of the level of luminous flux pulsation and its frequency on vision and the brain are examined. The results of the research showed that these biological safety parameters depend primarily on the quality of the lamp drivers.

Метою роботи є дослідження сучасних технологічних рішень у виробництві освітлювальних LED приладів на відповідність пульсацій світлового потоку санітарним нормам біологічної безпечності.

Крім того, що світло є подразником для органів зору людини, воно безпосередній впливає на самопочуття людини.

Недостатня освітленість робочого місця може привести до втрати концентрації, погіршення зору, пригніченого стану психіки і низької працездатності. Надмірно яскраве світло призводить до дратівливості і може стати причиною неправильно виконати завдання. До факторів біологічної безпеки штучних джерел освітлення належать спектр випромінювання [1, 2, 3, 4] та глибина пульсацій світлового потоку.

Пульсації освітлення завжди були проблемою, що властива лампам розжарювання і люмінесцентним лампам і пов'язана з можливою шкідливою дією на здоров'я людей.

Зважаючи на розвиток технології і широке застосування світлодіодних ламп, необхідно досліджувати їх характеристики, від яких залежить біологічна безпека на відповідність діючим нормам та стандартам.

Оскільки пульсації можуть істотним чином впливати на здоров'я людей, подібні дослідження мають важливе значення для проектувальників освітлення і споживачів.

Величина коефіцієнта пульсації світлового потоку не наводяться в технічних характеристиках ламп. Проте негативний вплив пульсуючого освітлення доведений науково, а їх безпечні рівні нормативно закріплені стандартами.

Експериментально доведено, що світло з високочастотними пульсаціями не обробляється як візуальна інформація, а безпосередньо впливає на

функціональні відділи головного мозку. Це безпосередньо впливає на гормональне тло, на циркадні ритми і, пов'язані з ними емоційне самопочуття, працездатність, стомлюваність і тощо.

Шкідливість здоров'ю мерехтінням світла є відомим і існують санітарні норми на допустимі рівні пульсацій і частоту світлового потоку.

Пульсації світлового потоку частотою до 80Гц, що відчуває око, негативно впливає на мозок, дратують нервову систему.

Мерехтіння освітлення частотою від 80Гц до 300Гц не сприймається безпосередньо очами, проте зорові клітини сприймають їх, що провокують збій в роботі мозку, виникненню і загостренню хронічних захворювань нервової системи.

Експериментальні дослідження довели, що:

- мозок реагує на пульсації світлового потоку як по частоті, так по амплітуді, що не відчуваються візуально;
- пульсації світла вище 100Гц і глибині від 2% до 3% вже починають впливати на роботу;
- ефект дії пульсації глибиною більше 20% такий самий, що і 100% пульсації;
- при рівні світлових пульсацій, що перевищує рівень від 5% до 8% на частотах 100Гц і більше, нормальна робота мозку порушується;
- мозок не сприймає пульсації світла, частотою вище 300Гц

Встановлено, що негативна дія пульсації світла на організм людини досить незначна тільки при глибині пульсації не більше ніж від 5% до 6% на частоті 100Гц. При рівні пульсацій світла від 5% до 8% вже виникають ознаки розладу нормальної біоелектричної активності мозку.

Пульсації освітленості частоти менше 300Гц зорова не сприймаються, але не сприятливо впливають на біоелектричну активність мозку.

Основним документом, який регулює норми освітленості приміщень усіх типів і коефіцієнт пульсацій є Зведення правил СП52.13330.2011 "Природне і штучне освітлення".

Також існують санітарні норми на параметри освітлення в приміщеннях і методиках їх виміру. В Україні прийнятий і діє стандарт на основі деяких європейських, а саме: ДСТУ EN IEC 55015:2021 "Обладнання освітлювальне та аналогічне електричне. "Норми та методи вимірювання характеристик радіозавад" (EN IEC 55015:2019, A11:2020, IDT; CISPR 15:2018, IDT)

В роботі досліджувався рівень пульсацій світлового потоку трьох типів світлодіодних ламп: з SMD LED цокольної та COB конструкції і цокольна filament LED лампа (таблиця 1). Серед цокольних конструкцій тестувались лампи з цоколями E27 та E14.

Таблиця 1 – Пульсації світлового потоку $\Delta\Phi$ та відносний світловий потік Φ при різних напругах живлення зразків ламп

Зразки ламп		$\Delta\Phi$ (%) / Φ (% від Φ при $U=220V$) при напругах		
№	Зразок/ технологія	170 В	220 В	250 В
1	ЕВРОСВІТЛО А-10-3000-27 10 W, 1000 lm, 2700K E27 / SMD	0,3/ 00	0,14/ 100	0,4/ 100
2	Titanum TLFA6007272A 7 W, 700 lum, 2200K E27 / Filament	19,5/ 34	1,1/ 100	0,18/ 100
3	NANOTEX 10 W, 950 lm, 4100K GX53 / COB	2,8/ 71	2,7/ 100	0,14/ 101
4	OSRAM LEDVANCE AC32457 4W 470lm 2700K E14/ Filament	13,7/ 7,3	1,4/ 100	1,3/ 100
5	VIDEX VL-C37F-06143 6W 880lm 3000K E14 / Filament	11,6/ 38	0,08/ 100	0,08/ 100

Випробування і виміри показали, що рівень пульсацій світлового потоку LED лампи залежить, головним чином від якості драйвера живлення, особливо яскраво це проявляється в лампах що вироблені за технологією Filament з цоколем E14. Обмежений простір для розміщення драйвера живлення є важливим фактором для спрощення електричної схеми живлення світлодіодів в лампі і призводить до підвищених пульсацій випромінювання вище за рекомендовані при зниженні напруги у мережі.

Список використаних джерел

1. Bondarenko, H. Bendeberya, O. Gritsunov, O. Makovskaya. Increasing the level of photo biological safety of the emission spectrum of an led light source. Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries. 2020. No.3(13), p.138 – 144
2. Бендеберя Г.Н., Бондаренко І.М., Маковская Е.Г. Корекція спектру випромінювання штучних джерел світла. XVII Міжнародна науково-технічна конференція «Приладобудування: стан і перспективи». Зб. Тез доповідей 2018, м. Київ. с.35-36.
3. Бендеберя Г.М., Маковская О.Г. Захисні покриття для підвищення фотобіологічної безпеки штучних джерел світла. XVIII Міжнародна науково-технічна конференція «Приладобудування: стан і перспективи». Зб. Тез доповідей. – м. Київ: НТУ КПП. 2019, с.32-33
4. Стрілкова Т.О., Калмиков О.С., Бендеберя Г.М., Пятайкіна М.І., Поліщук О.В. Стохастичні моделі вихідних сигналів в оптико-електронних системах // Колективна монографія «Сучасні технології в науці та освіті». 2021. Сєверодонецьк. С. 256-259.