

УДК (613.645:628.98): 628.9.03

ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ВИПРОМІНЮВАННЯ КОМПАКТНИХ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ЛАМП

Чердніченко І. М.**ДУ «Інститут медицини праці Національної академії медичних наук України», м. Київ**

Вступ. Актуальність дослідження пов'язано з розробкою та впровадженням нових енергозберігаючих джерел і систем освітлення, гігієнічні характеристики та біологічна дія яких досі висвітлені в літературі недостатньо.

Мета дослідження — дати санітарно-гігієнічну оцінку сучасних компактних люмінесцентних ламп з різними технічними та світловими характеристиками для подальшого вивчення їхньої біологічної дії в умовах експерименту.

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проведені в експериментальних умовах при застосуванні компактних люмінесцентних ламп типу КЛБ з різною потужністю (5–23 Вт) та колірною температурою (2700–6400 °К). Вимірювання проводили за допомогою наступних приладів: фотометра цифрового ТЕС 0693, дозиметра енергетичної освітленості Тензор-51, радіометра енергетичної освітленості УФР-21, радіометра енергетичної освітленості РАТ-2П, вимірювача параметрів електричного та магнітного полів ВЕ-метр-АТ-002, вимірювача рівнів електромагнітних випромінювань ПЗ-31. Гігієнічну оцінку результатів вимірювань проведено згідно з діючим санітарним законодавством України: ДСН 239-96, ДСН 3.3.6.096-2002, ДСН 3.3.6.042-99, СН 4557-88, ДСТУ Б В.2.2-6-97, ДБН В.2.5-28-2006, ГН № 472/25249.

Результати. Встановлено, що компактні люмінесцентні лампи різного типу під час роботи генерують широкий спектр електромагнітних випромінювань, як у видимому діапазоні, так і в діапазонах ультрафіолетового (УФ-А та УФ-В) та високочастотного (2–400 кГц) випромінювання. Інтенсивність спектральних складових світлового спектра визначається, насамперед, колірною температурою люмінесцентних ламп. Поряд зі спектрами, близькими до природного (сонячного) світла, можуть генеруватися інші різновиди світлового спектра, з переважанням червоної або голубої його частини. Біологічну дію таких спектрів світла вивчено недостатньо.

Висновки. Отримані вихідні дані щодо конструювання експериментальної установки для вивчення біологічної дії сучасних компактних люмінесцентних ламп з метою розробки гігієнічних вимог щодо їхнього використання у виробничих умовах.

Ключові слова: енергозбереження, компактні люмінесцентні лампи, колірна температура, яскравість, освітленість, оптичне випромінювання, високочастотне випромінювання, мелатонін

Вступ

За останні десятиріччя проблема економії електричної енергії набула надзвичайно важливого значення. Освітлення — велика й швидкозростаюча галузь енерговитрат і разом з тим джерело викидів парникових газів. Відомо, що 35 % первинних енергетичних ресурсів у промислово розвинутих країнах витрачається на отримання електроенергії, і цей процес супроводжується виділенням CO₂, питома вага якого складає до 30 % від загального забруднення атмосферного повітря вуглекислим газом. При цьому на освітлення в розвинутих країнах витрачається від 5 до 15 % загального споживання електроенергії, а в країнах, що розвиваються, ця величина може досягати 86 % [1, 2].

Міжурядовий експертний комітет зі змін клімату останнім часом дійшов висновку, що енергоекономічність освітлення є найдешевшим шляхом щодо зменшення викидів CO₂ [3]. Зокрема, йдеться про заміну ламп розжарювання (ЛР) на енергозберіга-

ючі джерела світла, до яких відносяться компактні люмінесцентні лампи (КЛЛ) [1].

Існує переконання, що забезпечити гігієнічно обґрунтований рівень освітлення без застосування люмінесцентних ламп практично неможливо [4, 5]. Тенденція росту споживання світлової енергії вказує на те, що в найближчий час обсяги виробництва таких ламп будуть зростати [1, 2, 4]. Більша частина штучного світла, яке використовується в Україні, генерується розрядними лампами низького тиску — двоцокольними люмінесцентними лампами (ЛЛ) та КЛЛ. Щорічно споживається до 24 млн шт. КЛЛ [4].

Переваги КЛЛ порівняно з іншими лампами полягають у наступному:

- 1) КЛЛ мають високу енергоефективність — до 80 %, тоді як у ЛР енергоефективність — від 4 до 7 %;
- 2) строк служби КЛЛ приблизно у 8 разів довший, ніж у ЛР;
- 3) низька температура нагріву лампи — їх можна застосовувати в закритих світильниках та світильниках з легкоплавких матеріалів;

4) вбудований пускорегулюючий апарат (ПРА) дає можливість прямої заміни ламп розжарювання на КЛЛ у будь-якій освітлювальній системі;

5) миттєве включення без мерехтіння, що вигідно відрізняє КЛЛ від звичайної ЛЛ.

До фізіологічних переваг КЛЛ слід віднести наступні: відсутність стробоскопічного ефекту при роботі лампи, рівномірний розподіл світла по колбі, високий рівень кольоропередачі (Ra не менше ніж 82), можливість регулювання спектрального складу світла (теплий, денний).

При цьому дуже мало робіт, присвячених біологічній оцінці світла, яке генерують ці лампи [5]. Разом з тим, дані літератури свідчать про те, що на формування фізіологічних реакцій організму під дією світла впливають інтенсивності світлових потоків, характеристики яскравості та спектрального складу світла, наявність блискоті та ін. Про те ці дані отримані переважно на основі досліджень ламп розжарювання та в деякій мірі лінійних люмінесцентних ламп (ЛЛ).

Добре відомо, що людське око має два канали сприйняття світла:

1. Зоровий канал, сенсорами для якого є 3 типи колбочок, які відповідають за кольоровий денний зір, та палочки, які відповідають за так званий «сутінковий» зір.

2. Відкритий у 2002 році незоровий, так званий «біологічний» канал на основі меланопсинвміщуючих гангліозних клітин сітківки, сигнали від яких поступають безпосередньо в епіфіз — нейроендокринний орган, який регулює секрецію гормону мелатоніну в кров [8, 9]. Біологічна дія світла на епіфіз полягає в тому, що сильне освітлення пригнічує секрецію мелатоніну, викликаючи стан активності, а слабка освітленість або її відсутність сприяє синтезу мелатоніну, приводячи до стану розслаблення та сну. Найсильніше пригнічує утворення мелатоніну голубе світло. Встановлено, що мелатонін має виражений антиоксидантний та імуностимулюючий ефекти, регулює кров'яний тиск та травлення, роботу клітин головного мозку. Відхилення від природних добових коливань вмісту мелатоніну в крові не вичерпуються порушеннями психічного стану (безсоння, депресія, тривога), але, накопичуючись протягом довгого часу, призводять до тяжких наслідків для загального стану здоров'я людини, таких як передчасне старіння, втрата репродуктивної функції, порушення обміну речовин, розвиток раку молочної залози та ін. [11].

Таким чином, з відкриттям нового фоторецептора в організмі людини з'явилась можливість більш глибоко осмислити біологічні ефекти видимого світла.

Особливо актуальним постає це питання в умовах застосування нових енергозберігаючих технологій освітлення та запровадження нових систем освітлення, створюваних на їхній основі.

Дослідження закономірностей біологічної дії випромінювання КЛЛ на організм людини дасть змогу розробити заходи щодо раціоналізації систем освітлення та профілактики розвитку передчасної й хронічної втоми у працюючих в умовах такого освітлення.

На нашу думку, визначення гігієнічних характеристик сучасних КЛЛ має передувати подальшому плануванню клінічних, фізіологічних, експериментальних досліджень у обраному напрямі.

Мета дослідження — визначити санітарно-гігієнічні характеристики компактних люмінесцентних ламп з різною колірною температурою та потужністю, а саме: інтенсивність потоку випромінювання в ультрафіолетовому, видимому, інфрачервоному та радіочастотному (2–400 кГц) діапазонах, а також кількісні показники світлового потоку: освітленість, яскравість. Окремим завданням було встановити параметри випромінювання в блакитній ділянці світлового спектра, що має особливе значення для впливу світла на рівень мелатоніну в організмі людини.

Матеріали та методи дослідження

Для дослідження були взяті КЛЛ, які найчастіше використовуються в системах загального та місцевого освітлення виробничих приміщень — «білого» світла типу КЛБ потужністю 5, 7, 9, 11, 13, 16, 20, 23 Вт та «денного» світла типу КЛД потужністю 16, 20, 23 Вт з вмонтованим пускорегулюючим пристроєм. Досліджували лампи виробництва ТОВ «Газотрон-Люкс», м. Рівне.

Дослідження проводили в лабораторних умовах. Лампи були вмонтовані в спеціальний стенд (з можливістю розташування п'яти джерел світла з почерговим включенням від 1 до 5 ламп), розроблений та виготовлений співробітниками лабораторії з вивчення та нормування фізичних факторів виробничого середовища ДУ «Інститут медицини праці НАМН України».

Вимірювання проводили за допомогою сучасної вимірювальної апаратури, а саме: фотометра цифрового ТЕС 0693, дозиметра енергетичної освітленості Тензор-51, радіометра енергетичної освітле-

ності УФР-21, радіометра енергетичної освітленості РАТ-2П, вимірювача параметрів електричного та магнітного полів ВЕ-метр-АТ-002, вимірювача рівнів електромагнітних випромінювань ПЗ-31. Усі прилади були атестовані та повірені ДП «Укрметр-тестстандарт».

Вимірювання та гігієнічну оцінку результатів вимірювань проведено відповідно до вимог державних Санітарних норм та правил – ДСН 239-96 «Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань», ДСН 3.3.6.096-2002 «Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів», ДСН 3.3.6.042-99 «Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», СН 4557-88 «Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях», ДСТУ Б В.2.2-6-97 «Методи вимірювання освітленості», ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення», «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» № 472/25249, затверджена наказом МОЗ України від 8 квітня 2014 року № 248.

Результати дослідження та їх обговорення

Із збільшенням колірної температури в спектрі випромінювання джерел світла починають переважати довжини хвиль у синій частині спектра. Відомо, що чутливість фоторецепторів у сітківці ока знаходиться на ділянці ока з короткою довжиною хвиль (сине світло). Відповідно більший невізуальний вплив спричиняється на зоровий аналізатор зі збільшенням колірної температури джерела світла [12].

Для проведення дослідження та розробки практичних рекомендацій щодо освітлення офісних та виробничих приміщень КЛЛ були використані

лампи з різними світлотехнічними характеристиками (табл. 1). При проведенні порівняльної світлотехнічної характеристики КЛЛ було встановлено зворотню пропційну залежність спектрів випромінювання та їхніх максимальних значень від колірної температури. Так, при збільшенні колірної температури з 2700 °К до 6400 °К або в 2,3 рази КЛЛ характеризувалися переважно безперервним спектром порівняно з більшою кількістю довжини хвиль у синій частині спектра. При цьому діапазони спектрів випромінювання з довжинами хвиль від 540–700 нм (тепло-біле світло) зменшувалися до 380–540 нм (холодно-біле світло), або в 1,2 рази. Залежностей між показниками потужності, світлового потоку, індексу кольоропередачі та спектрами випромінювань КЛЛ встановлено не було.

Для гігієнічного обґрунтування доцільності використання КЛЛ у системах загального та місцевого штучного освітлення офісних і виробничих приміщень досліджували параметри освітленості та яскравості робочої поверхні. Параметри освітленості та яскравості досліджували на відстані 0,8 м від підлоги (умовна робоча поверхня) та 0,2–1,0 м від підлоги (експериментальні робочі поверхні).

Вивчення рівнів освітленості КЛЛ потужністю від 5 Вт до 23 Вт з колірною температурою 2700 °К та КЛЛ потужністю від 16 Вт до 23 Вт з колірною температурою 6400 °К на різній відстані (табл. 2, 3) показало, що рівні освітленості знаходилися в широких діапазонах від 38 лк до 1550 лк.

Згідно з ДБН В.2.5-28-2006, яскравість робочої поверхні площею менше ніж $1 \cdot 10^{-4}$ не повинна перевищувати 2000 кд/м², від $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-3}$ – 1500 кд/м², понад $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ – 1000 кд/м², понад $1 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ 750 кд/м² і більше $1 \cdot 10^{-1}$ 500 кд/м² відповідно. Як видно з наведених у таблиці 4 даних, показники яскравості КЛЛ з колірною температурою 2700 °К складали від 11 до 134 кд/м², з колірною температурою 6400 °К – від

Таблиця 1

Світлотехнічні характеристики компактних люмінесцентних ламп

Показник	Джерело світла	
	КЛБ-ТБ-Е27	КЛБ-Д-Е27
Потужність, Вт	5-23	16–23
Світловий потік, лм	240–1500	960–1500
Колірна температура, °К	2700	6400
Індекс кольоропередачі	82	82
Спектр випромінювання у видимому діапазоні (максимальне значення), нм	540–700 (615–625)	380–540 (455–465)

Таблиця 2

Рівні освітленості, які створюють компактні люмінесцентні лампи з колірною температурою 2700 °К залежно від потужності та відстані, лк

Відстань, м	Тип лампи							
	КЛБ-5	КЛБ-7	КЛБ-9	КЛБ-11	КЛБ-13	КЛБ-16	КЛБ-20	КЛБ-23
0,6	91	107	149	166	189	214	314	378
0,8	64	78	105	125	148	159	225	260
1,0	38	50	62	81	105	101	131	145

Таблиця 3

Рівні освітленості, які створюють компактні люмінесцентні лампи з колірною температурою 6400 °К залежно від потужності та відстані, лк

Відстань, м	Тип лампи		
	КЛБ-16	КЛБ-20	КЛБ-23
0,2	840	1540	1550
0,4	230	520	530
0,6	140	300	358
0,8	70	150	185
1,0	54	110	125

28 до 1520 кд/м² і в усіх точках вимірів не перевищували нормативних значень.

У спектрі досліджуваних ламп реєструється УФ випромінювання в області УФ-А (315–400 нм) і УФ-В (280–315 нм) (табл. 5).

Як видно з даних таблиці 5, інтенсивності УФ випромінювання залежать від потужності ламп та відстані до освітлювальної поверхні. Вони досягають максимальних показників 0,028 Вт/м² в області УФ-А та 0,002 Вт/м² в області УФ-В, що не перевищувало нормативних величин згідно з СН 4557-88. Слід зазначити, що вимірювання

Таблиця 4

Параметри яскравості, які створюють компактні люмінесцентні лампи з колірною температурою 2700 °К та 6400 °К, кд/м²

Площа робочої поверхні*, м ²	Менше ніж 1 • 10 ⁻⁴		Від 1 • 10 ⁻⁴ до 1 • 10 ⁻³		Понад 1 • 10 ⁻³ до 1 • 10 ⁻²		Понад 1 • 10 ⁻² до 1 • 10 ⁻¹		Більше ніж 1 • 10 ⁻¹
	Найбільша допустима яскравість*, кд/м ²	2000		1500		1000		750	
Умовна робоча поверхня*, м	0,8								
Тип лампи	КЛБ-5	КЛБ-7	КЛБ-9	КЛБ-11	КЛБ-13	КЛБ-16	КЛБ-20	КЛБ-23	
Параметри яскравості компактною люмінесцентною лампи, 2700 °К кд/ м ²	32	51	58	63	60	91	116	134	
	експериментальна робоча поверхня 0,6 м								
	11	22	24	24	30	42	53	62	
Параметри яскравості компактною люмінесцентною лампи, 6400 °К кд/ м ²	експериментальна робоча поверхня 1,0 м								
	КЛБ-16		КЛБ-20			КЛБ-23			
	1500		1510			1520			
	експериментальна робоча поверхня 0,2 м								
	400		435			480			
	експериментальна робоча поверхня 0,4 м								
	180		195			200			
	експериментальна робоча поверхня 0,6 м								
	120		154			165			
експериментальна робоча поверхня 0,8 м									
28		32			44				
експериментальна робоча поверхня 1,0 м									

Примітка. *Нормативні значення яскравості з урахуванням площі робочої поверхні та умовної робочої поверхні; умовна робоча поверхня – умовно прийнята горизонтальна поверхня, розташована на висоті 0,8 м від підлоги (Державні будівельні норми України, ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення»).

Таблиця 5

Рівні ультрафіолетового випромінювання, які створюють компактні люмінесцентні лампи залежно від потужності та відстані, Вт/м²

Тип лампи	УФ-А, Вт/м ²		УФ-В, Вт/м ²	
	0,5 м	1,0 м	0,5 м	1,0 м
КЛБ-5	0,07	0,0025	0	0
КЛБ-7	0,006	0,0035	0	0
КЛБ-9	0,013	0,005	0	0
КЛБ-11	0,012	0,001	0	0
КЛБ-13	0,016	0,007	0,002	0,001
КЛБ-16	0,015	0,006	0,002	0,001
КЛБ-20	0,027	0,01	0,002	0,001
КЛБ-23	0,028	0,011	0,002	0,001
Нормативне значення (СН 4557-88)	10,0		0,01	

проводили лише при включенні однієї лампи, а в системах освітлення звичайно використовується певна кількість ламп для забезпечення необхідних рівнів освітленості на робочих місцях, що може приводити до сумарної ефектів по даному фактору та потребує подальших досліджень в умовах застосування систем освітлення. Крім того, дані окремих публікацій свідчать, що випромінювання в області УФ-В (до 0,002 Вт/м²) на відстані 0,5–1,0 м при використанні КЛЛ для місцевого освітлення може з часом приводити до подразнення шкіри та висипів у людини з чутливою шкірою [13]. Тому КЛЛ потужністю понад 11 Вт не рекомендується використовувати для місцевого освітлення.

Робота люмінесцентних ламп супроводжується також генерацією електромагнітного випромінювання частотою 2–400 кГц. Параметри напруженості електричного поля цього частотного спектра надано в таблицях 6 та 7.

Отже, наведені дані свідчать, що інтенсивності електромагнітного випромінювання частотою

2–400 кГц залежать від потужності ламп і відстані до освітлювальної поверхні, та не перевищують гігієнічних нормативів згідно з ДСН 239-96.

Інфрачервоне випромінювання в спектрі КЛЛ практично не реєструється.

Також були проведені окремі вимірювання рівнів електромагнітних випромінювань у блакитній області світлового спектра КЛЛ, що має значення при оцінці дії світла на рівень мелатоніну в організмі людини [7–10].

Результати вимірювань інтенсивності випромінювання блакитної області спектра при використанні компактних ламп потужністю 20 Вт на відстані 1,0–1,5 м при інтенсивності енергії 0,5 Вт/м² і різній колірній температурі надано в таблиці 8.

Як видно з таблиці 8, зі збільшенням колірної температури при однаковій інтенсивності випромінювання (0,5 Вт/м²) закономірно зростають інтенсивності випромінювання в блакитній області спектра, рівні освітленості та яскравості. На жаль, через відсутність нормативних документів оцінити гігієнічну значимість вимірюваних рівнів випромінювання неможливо.

Таким чином, вивчення гігієнічних характеристик КЛЛ показало, що експлуатація їх супроводжується генерацією не тільки видимого випромінювання, але й ультрафіолетового (УФ-А, УФ-В) та високочастотного (2–400 кГц), що необхідно в подальшому враховувати при використанні цих ламп, розміщенні їх відносно робочих місць. Різна колірна температура (2400 °К, 6400 °К) зумовлює різний спектральний склад випромінювання, так у спектрі ламп з колірною температурою 2700 °К переважає червона частина спектра, а при колірній температурі 6400 °К переважає голуба його частина. Згідно з даними літератури [6, 7], це може впливати на формування фізіологічних реакцій людини на дію світла.

Встановлені гігієнічні характеристики КЛЛ та їхні залежності від технічних параметрів ламп,

Таблиця 6

Напруженість електричного поля частотою 2–400 кГц, що створюється компактними люмінесцентними лампами з колірною температурою 2700 °К залежно від відстані, В/м

Відстань, м	Тип лампи							
	КЛБ-5	КЛБ-7	КЛБ-9	КЛБ-11	КЛБ-13	КЛБ-16	КЛБ-20	КЛБ-23
0,5	0,56	0,3	0,52	0,52	2,7	3,7	4,7	5,9
1,0	0,4	0,082	0,02	0,33	0,3	0,3	0,4	0,6
Нормативне значення (ДСН 239-96)	15							

Таблиця 7

Напруженість електричного поля частотою 2–400 кГц, що створюється компактними люмінесцентними лампами з колірною температурою 6400 °К залежно від відстані, В/м

Відстань, м	Тип лампи		
	КЛБ-16	КЛБ-20	КЛБ-23
0,2	0,6	0,6	1,2
0,4	0,2	0,2	0,3
0,5	0,15	0,15	0,2
0,6	0,1	0,1	0,1
0,8	0,04	0,06	0,1
1,0	0	0	0,08
Нормативне значення (ДСН 239-96)	15		

Таблиця 8

Параметри випромінювання компактних люмінесцентних ламп в блакитній області спектра при інтенсивності випромінювання 0,5 Вт/м² на відстані 1,0–1,5 м залежно від колірної температури

Колірна температура, °К	Інтенсивність випромінювання в блакитній області спектра, мкВт/м ²	Освітленість, лк	Яскравість, кд/м ²
2700	0,9	190	820
4000	1,4	183	5640
6400	2,4	278	5120
8650	2,7	223	7800

відстані до освітлювальних поверхонь та ін. можуть слугувати вихідними даними для розробки відповідних вимог для застосування цих ламп у різних умовах експлуатації. Отримані дані також мають значимість для планування подальших експериментальних досліджень фізіологічних реакцій організму людини на вплив світла різного спектрального складу та різної колірної температури.

Література

1. Тетри Э. Экономия электроэнергии благодаря энергосберегающему освещению / Э. Тетри, Л. Халонен // Светотехника. – 2009. – № 5. – С. 58–64.
 2. Анастасиу Б. Тенденции и политика сокращения расхода энергии на освещение в ЕС / Б. Анастасиу, П. Бертольди // Светотехника. – 2010. – № 3. – С. 25–29.
 3. Айзенберг Ю. Б. Современные проблемы энергоэффективного освещения / Ю. Б. Айзенберг // Энергосбережение. – 2009. – № 1. – С. 42–47.

Висновки

1. Сучасні енергозберігаючі КЛЛ при їхньому використанні для моделювання місцевого освітлення можуть забезпечувати рівні освітленості від 38 до 1550 лк та яскравості від 11 до 1520 кд/м² залежно від відстані, потужності та колірної температури.
2. Залежно від колірної температури та потужності КЛЛ мають у спектрі випромінювання ультрафіолетову складову, яка реєструється на відстані до 1,0 м: УФ-А до 0,28 Вт/м²; УФ-В до 0,002 Вт/м². Згідно з даними літератури, останнє свідчить про необхідність перегляду гігієнічного нормативу ультрафіолетового випромінювання в ділянці УФ-В для місцевого освітлення. Інфрачервоне випромінювання в спектрі КЛЛ практично не реєструється.
3. Робота люмінесцентних ламп супроводжується генерацією електромагнітного випромінювання частотою 2–400 кГц. Інтенсивності потоку ЕМП залежать від потужності ламп і їхньої відстані до контрольованої поверхні, та не перевищують гігієнічних нормативів згідно з ДСН 239-96.
4. Встановлені параметри освітлення різних типів КЛЛ у модельованих умовах дають можливість розробити гігієнічні вимоги щодо їхнього використання в реальних умовах виробництва, а також спланувати подальші експериментальні дослідження для вивчення фізіологічних реакцій організму при дії світла з різною колірною температурою.
5. Розвиток гігієнічних досліджень щодо комплексної оцінки впливу випромінювання компактних люмінесцентних ламп на організм людини дасть змогу розробити заходи з раціоналізації систем освітлення для профілактики пошкоджуючої дії та оптимізації функцій організму, попередити розвиток передчасної й хронічної втоми, підвищити працездатність працівників.
6. Дослідження параметрів і характеристик компактних люмінесцентних та світлодіодних ламп для прямої заміни ламп розжарювання / Г. М. Кожушко, Ю. А. Басова, В. М. Сорокін, А. В. Рибалочка // Світлолюкс. – 2013. – № 1. – С. 30–36.
 7. Ван Боммель В. Лампы для прямой замены ламп накаливания и здоровье / В. Ван Боммель // Светотехника. – 2011. – № 2. – С. 20–24.
 8. Мартиросова В. Г. Физиолого-гигиеническая характеристика компактных люминесцентных ламп и перспективы их применения / Мартиросова В. Г.,

Назаренко В. И., Галинский А. Д. // Світлолюкс. – 2009. – № 6. – С. 48–52.

7. Физиологические реакции организма при действии света энергосберегающих систем освещения / Л. А. Гвозденко, Н. С. Тихонова, И. Н. Чередниченко [та ін.] // Укр. журн. з пробл. медицини праці. – 2010. – № 4 (24). – С. 44–50.

8. Брейнард Г. К. Восприятие света как стимула незрительных реакций человека / Г. К. Брейнард, И. Провенсио // Светотехника. – 2008. – № 1. – С. 6–12.

9. Berson D. M. Phototransduction by Retinal Ganglion Cells That Set the Circadian Clock / D. M. Berson, F. A. Dunn, Motoharu Takao // Science. – 2002. – V. 295. – P. 1070.

10. Action spectrum for melatonin regulation in humans: Evidence for a novel circadian photoreceptor / G. G. Brainard, J. Hanifin, J. Greeson [et al.] // Journal of Neuroscience. – 2001. – V. 21, № 16. – P. 6405–6412.

11. Sensitivity of the human circadian system to short-wavelength (420-nm) light / G. Brainard [et al.] // J. Biol. Rhythms. – 2008. – V. 5. – P. 379.

12. Иоффе К. И. Биологическое влияние видимого света на организм человека / К. И. Иоффе // Світлотехніка та електроенергетика. – 2008. – № 3. – С. 21–29.

13. Toxic effects of UV radiation on the skin / Y. Matsumura, H. N. Ananthaswamy [et al.] // Toxicol. Appl. Pharmacol. – 2004. – V. 195 (3). – P. 298–308.

Чередниченко И. Н.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИЗЛУЧЕНИЯ КОМПАКТНЫХ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП

ГУ «Институт медицины труда НАМН Украины», г. Киев

Вступление. Актуальность исследований связана с разработкой и внедрением новых энергосберегающих источников и систем освещения, гигиенические характеристики и биологическое действие которых до сих пор отражены в литературе недостаточно.

Цель исследования – дать санитарно-гигиеническую оценку современных компактных люминесцентных ламп с разными техническими и световыми характеристиками для дальнейшего изучения их биологического действия в экспериментальных условиях.

Материалы и методы исследования. Исследование проведено в экспериментальных условиях при использовании компактных люминесцентных ламп типа КЛБ с разной мощностью (5–23 Вт) и цветовой температурой (2700–6400 °К). Измерения проводили с помощью следующих приборов: фотометра цифрового ТЕС 0693, дозиметра энергетической освещенности Тензор-51, радиометра энергетической освещенности УФР-21, радиометра энергетической освещенности РАТ-2П, измерителя параметров электрического и магнитного полей ВЕ-метр-АТ-002, измерителя уровней электромагнитных излучений ПЗ-31. Гигиеническую оценку результатов измерений проведено согласно с действующим санитарным законодательством Украины: ДСН 239-96, ДСН 3.3.6.096-2002, ДСН 3.3.6.042-99, СН 4557-88, ДСТУ Б В.2.2-6-97, ДБН В.2.5-28-2006, ГН № 472/25249.

Результаты. Установлено, что компактные люминесцентные лампы различного типа во время работы генерируют широкий спектр электромагнитных излучений как в видимом, так и в диапазонах ультрафиолетового (УФ-А и УФ-В) и высокочастотного (2–400 кГц) излучения. Интенсивность спектральных составляющих светового спектра определяется, в первую очередь, цветовой температурой люминесцентных ламп. Рядом со спектрами, близкими к природному (солнечному) свету, могут генерироваться другие разновидности светового спектра, с преобладанием красной или голубой его части. Биологическое действие таких спектров изучено недостаточно.

Выводы. Получены исходные данные для конструирования экспериментальной установки для изучения биологического действия современных компактных люминесцентных ламп с целью разработки гигиенических требований относительно их использования в производственных условиях.

Ключевые слова: энергосбережение, компактные люминесцентные лампы, цветовая температура, яркость, освещенность, оптическое излучение, высокочастотное излучение, мелатонин

Cherednichenko I. M.

HYGIENIC ASSESSMENT OF RADIATION FROM COMPACT LUMINESCENCE LAMPS

SI «Institute for Occupational Health on NAMS of Ukraine», Kyiv

Introduction. The actuality of studies is associated with elaboration and introduction of new energy saving sources and systems of illumination, as their hygienic characteristics and biological effect have not been sufficiently presented in the literature.

Purpose of the study. To give a sanitary and hygienic assessment of modern compact luminescent lamps with various technical and light characteristics for further studying their biological action in extreme conditions.

Materials and methods. The studies were conducted in experimental conditions, using compact luminescence lamps of CLW type of various power (5–23 Watt) and the color temperature (2700–6400 K). The measurements were made using such devices:

photometer digital TEC 0693, dosimeter of energy illumination Tenzor-51, radiometer of energy illumination UVR-21, radiometer of energy illumination RAT-2P, meter of parameters of electric and magnetic fields BE-meter – AT-002, meter of levels of electromagnetic radiations P 3-31. The hygienic assessment of the results of measurements was made, according to the acting sanitary legislation of Ukraine; DSN 239-96, DSN 3.3.6.096-2002, DSN 3.3.6.042-99, SN 4557-88, DSTU B.2.2.-6 -97, DBN V2.5.-28-2006, GN No 472/25249.

Results. It is established that compact luminescence lamps of various types can generate a wide spectrum of electromagnetic radiation, both in visible and ultraviolet (UV-A and UV-B) and high frequency (2–400 kHz) diapasons of radiation. The intensity of spectrum constituents of the light spectrum is determined, in the first place, by the color temperature of luminescence lamps. In addition to spectra, being near to natural (sun light) other types of the light spectrum can be generated, most of its red or blue part. The biological effect of such spectra has been studied insufficiently.

Conclusion. There have been received the initial data for the design of an experimental device in order to study a biological effect of modern compact luminescence lamps for elaboration of hygienic requirements to their use in production conditions.

Key words: energy saving, compact luminescence lamps, color temperature, brightness, illumination, optic radiation, high frequency radiation, melatonin

References

1. Tetri, E., Halonen, L. 2009, "Saving of energy due to energy-saving lighting", *Svetotekhnika*, no. 5, pp.58–64 (in Russian).
2. Anastasiu, B., Bertoldi, P. 2010, "Tendencies and policy in decreasing the energy consumption of lighting in EC", *Svetotekhnika*, no. 3, pp. 25–29 (in Russian).
3. Aisenberg, Y. B. 2009, "Modern problems of effective energy lighting", *Energoberezhniye*, no. 1, pp. 42–47 (in Russian).
4. Kozhushko, G. M., Basova, Y. A., Sorokin, V. M., Rybalochka, A. V. 2013, "Studies on parameters and characteristics of compact luminescence and LEDs for direct replacement of incandescent lamps", *Svitlolyuks*, no. 1, pp. 30–36 (in Ukrainian).
5. Van Bommel, V. 2011, "Lamps for direct replacement of incandescent lamps, and health", *Svetotekhnika*, no. 2, pp. 20–24 (in Russian).
6. Martirosova, V. G., Nazarenko, V. I., Galinsky, A. D. 2009, "Physiologo-hygienic characteristics of compact luminescence lamps and perspectives in their use", *Svitlolyuks*, no. 6, pp. 48–52 (in Russian).
7. Gvozdenko, L. A., Tikhonova, N. S., Cherednichenko, I. N. [et al.]. 2010, "Physiological reactions of the body on light from energy saving lighting systems", *Ukr J. Occup Health*, no. 4 (24), pp. 44–50 (in Russian).
8. Brainard, G. K., Provencio, I. 2008, "Perception of light as a stimulus of nonvisual human reaction", *Svetotekhnika*, no. 1, pp. 6–12 (in Russian).
9. Berson, D. M., Dunn, F. A., Motoharu Takao. 2002, "Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock", *Science*, v. 295, p. 1070.
10. Brainard, G., Hanifin, J., Greeson, J. [et al.]. 2001, "Action spectrum for melatonin regulation in humans: Evidence for a novel circadian photoreceptor", *J. of Neuroscience*, v. 21, no. 16, pp. 6405–6412.
11. Brainard, G. 2008, "Sensitivity of the human circadian system to short-wavelength (420-nm) light", *J. Biol. Rhythms*, v. 5, p. 379.
12. Ioffe, K. I. 2008, "Biological effect of visible light on the human body", *Svitlotekhnika ta elektroenergetika*, no. 3, pp. 21–29 (in Russian).
13. Matsumura, Y., Ananthaswamy, H. N. 2004, "Toxic effects of UV radiation on the skin", *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, v. 195 (3), pp. 298–308.

Надійшла: 9 вересня 2015 р.

Контактна особа: Чередніченко Інна Миколаївна, ДУ «Інституту медицини праці НАМН України», буд. 75, вул. Саксаганського, м. Київ, 01033. Тел.: + 38 0 44 289 75 42. Електронна пошта: chereda2014@ukr.net