

УДК (613.645:628.98): 628.9.03

# ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ВИПРОМІНЮВАННЯ КОМПАКТНИХ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ЛАМП НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Чередніченко І. М.

ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», м. Київ

*Вступ.* Сьогодні актуальною в усьому світі є проблема енергозбереження. Освітлення – велика й швидкозростаюча галузь енерговитрат і викидів парникових газів. Одним із ефективних шляхів зниження споживання електроенергії на освітлення є використання компактних люмінесцентних ламп. В Україні щорічно споживається понад 20 млн штук компактних люмінесцентних ламп, і в найближчий час обсяги виробництва таких ламп будуть зростати. У зв'язку з таким широким використанням компактних люмінесцентних ламп було вирішено дослідити вплив їхнього випромінювання на організм людини.

*Мета дослідження.* Вивчення та узагальнення даних вітчизняної та світової літератури щодо впливу випромінювання компактних люмінесцентних ламп на формування фізіологічних реакцій організму людини.

*Матеріали та методи дослідження.* Аналітичний огляд наукових публікацій з використанням бази даних PubMed, Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського, Державної науково-технічної бібліотеки України, Національної наукової медичної бібліотеки України.

*Результати.* У спектрі випромінювання компактних люмінесцентних ламп присутні ультрафіолетовий, видимий та інфрачервоний діапазони оптичного спектра. Різні системи пускових пристроїв додають до оптичного спектра параметри височастотного випромінювання (2–400 кГц) і випромінювання промислової частоти (50 Гц). На формування фізіологічних реакцій організму впливають інтенсивності світлових потоків, характеристики яскравості та спектрального складу, розташування ока відносно джерела світла, наявність блискості.

*Висновки.* Виконання гігієнічних досліджень в напрямі комплексної оцінки впливу випромінювання компактних люмінесцентних ламп на організм людини дасть змогу розробити заходи щодо раціоналізації систем освітлення для профілактики пошкоджуючої дії й оптимізації функцій організму, попередити розвиток передчасної і хронічної втоми, підвищити працездатність.

**Ключові слова:** сучасні енергозберігаючі джерела освітлення, компактні люмінесцентні лампи, біологічна дія світла, оптичне випромінювання, синтез мелатоніну, працездатність

## Вступ

Сьогодні проблема економії електричної енергії набула надзвичайно важливого значення. Освітлення – велика й швидкозростаюча галузь енерговитрат і викидів парникових газів. Відомо, що 35 % первинних енергетичних ресурсів у промислово розвинутих країнах витрачається на отримання електроенергії, на що приходить 30 % загального виділення CO<sub>2</sub>. При цьому на освітлення в розвинутих країнах йде від 5 до 15 % загального споживання електроенергії, а в країнах, які розвиваються, ця величина може досягати 86 % [1–3].

Міжурядовий експертний комітет зі змін клімату дійшов висновку, що енергоекономічність освітлення є одним із заходів, який забезпечує найдешевші варіанти зменшення викидів CO<sub>2</sub> [4].

Одним із ефективних шляхів зниження споживання електроенергії на освітлення вважається

заміна ламп розжарювання (ЛР) на енергозберігаючі лампи, до яких відносяться компактні люмінесцентні (КЛЛ) та світлодіодні (СДЛ) [5].

У грудні 2008 року Єврокомісія прийняла рішення про відмову від ламп розжарювання. Згідно з прийнятою постановою, Європейський союз до 1 січня 2013 року повністю відмовився від виробництва та реалізації ламп розжарювання. Згідно з оцінками експертів, після переходу на енергозберігаючі лампи споживання електроенергії в країнах Європи знизиться на 3–4 %.

Інші країни світу також поступово відмовляються від ЛР. В Ізраїлі поетапна відмова від ламп розжарювання була реалізована з 1 січня 2012 року. США, Канада, Австралія, країни Південної та Північної Америки, країни Азії також мають програми поступового переходу на енергозберігаючі джерела освітлення. Наприклад, у Китаї до жовтня 2016 року будуть заборонені всі лампи розжарювання.

У той самий час гостро стоїть проблема, як зменшити енергоспоживання на освітлення при забезпеченні якості та безпечності освітлення?

В Україні сьогодні склалася досить несприятлива ситуація: не розроблено в достатньому обсязі нормативно-технічну базу, зокрема, у регламентах та державних будівельних нормах (ДБН) не встановлено обов'язкові вимоги до енергозберігаючих ламп (компактні люмінесцентні та світлодіодні (СДЛ)), такі як світлова віддача, індекс кольоропередачі, колірна температура, строк служби, стабільність світлових і колірних параметрів та ін.; скасовано (за відсутності ринкового нагляду) обов'язкову сертифікацію світлотехнічної продукції; практично відсутня відповідальність виробників та імпортерів за реалізацію неякісної продукції. Слід також зазначити, що в Україні немає в достатній кількості акредитованих лабораторій, які можуть об'єктивно та всебічно досліджувати параметри компактних і світлодіодних ламп. У ситуації, що склалася, внутрішній ринок України наповнюється неякісною та фальсифікованою продукцією, що значною мірою стримує розвиток цього перспективного напрямку в світлотехніці, і навіть компрометує його.

Першим кроком у напрямі часткового вирішення зазначених проблем є постанова Кабінету Міністрів України від 15 жовтня 2012 року № 992 «Про затвердження вимог до світлодіодних світлотехнічних пристроїв та електричних ламп, що використовуються в мережах змінного струму з метою освітлення», згідно з якою встановлені мінімально допустимі значення світлової ефективності, коефіцієнта потужності (PF), індексу кольоропередачі (Ra), корельованої колірної температури (Ткол), коефіцієнта корисної дії допоміжних електронних пристроїв, а також встановлено, що затверджені цією постановою вимоги обов'язкові для використання під час розроблення технічних регламентів, галузевих норм, стандартів та інших нормативних документів [6].

Сьогодні практично неможливо забезпечити гігієнічно обґрунтований рівень освітлення без застосування люмінесцентних ламп. Тенденція росту споживання світлової енергії вказує на те, що в найближчий час обсяги виробництва таких ламп будуть зростати. Більша частина штучного світла в Україні на даний час генерується розрядними лампами низького тиску — двоцокольними люмінесцентними лампами (ЛЛ) та КЛЛ. Сьогодні в Україні

щорічно споживається приблизно 13–15 млн штук двоцокольних ЛЛ та понад 20 млн штук (за різними даними 22–24 млн штук) КЛЛ.

У зв'язку з таким широким використанням КЛЛ було вирішено дослідити вплив випромінювання цих джерел освітлення на організм людини.

## Матеріали та методи дослідження

Аналітичний огляд наукових публікацій з використанням бази даних PubMed, Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського, Державної науково-технічної бібліотеки України, Національної наукової медичної бібліотеки України.

## Результати дослідження та їх обговорення

Люмінесцентне освітлення за допомогою лінійних люмінесцентних ламп на виробництві було впроваджене з 1949 року, а першу компактну люмінесцентну лампу (КЛЛ) випустила компанія Philips (Нідерланди) у 1980 році. У 1985 році фірма OSRAM (Німеччина) вперше розробила енергозберігаючу лампу побутового призначення у вигляді моделі DULUX EL. З другої половини 90-х років ХХ сторіччя масове виробництво КЛЛ розгорнулося в Китаї. У 2001 році в США з'явилися моделі таких ламп великої потужності (50–70 Вт). Це були дійсно компактні пристрої — не більше звичайної лампи розжарювання [7].

Нині у продажу є велика кількість моделей КЛЛ від різних виробників. Більша частина їх виготовляється в Китаї, Гонконзі, Тайвані, але є й українські та російські марки.

Переваги КЛЛ порівняно з іншими лампами полягають у наступному:

- 1) мають енергоефективність до 80 %, наприклад, у ЛР енергоефективність від 4 до 7 %;
- 2) строк служби в 8 разів більший, ніж у ЛР;
- 3) низька температура нагріву лампи — їх можна застосовувати в закритих світильниках і світильниках з легкоплавких матеріалів;
- 4) вбудований пускорегулюючий апарат (ПРА) дає можливість прямої заміни ламп розжарювання;
- 5) миттєве включення без мерехтіння;
- 6) відсутність стробоскопічного ефекту при роботі;
- 7) рівномірний розподіл світла по колбі;
- 8) високий рівень кольоропередачі (Ra не менше ніж 82);

- 9) можливість вибору світла різного спектрального складу (теплій, денний);
- 10) компактні розміри — можливість використовувати практично в любых світильниках, де застосовуються ЛР;
- 11) нижча вартість світлової енергії порівняно з ЛР та СДЛ.

Сучасні КЛЛ по дизайну наближаються до ламп розжарювання — це малий об'єм з можливістю мати різні конфігурації: багатоканальні, спірально-видні, у формі груші, свічки, кулі або циліндра. Лампи випускаються з цоколями різних розмірів та конфігурацій, що дозволяє використовувати їх для освітлення у різних галузях народного господарства. КЛЛ можливо експлуатувати в різних режимах генерації світла, з сенсорами (залежно від умов у приміщенні або часу дня), при великій частоті включень тощо. Світло КЛЛ має різний спектр випромінювання абсолютно чорного тіла, нагрітого до певної температури та позначається в Кельвінах (К). Найпоширені лампи з температурою 2700 К (тепле світло жовтого кольору), 4000–4200 К (денне світло), 6400–6500 К (холодне біле світло з синім відтінком). Залежно від спектра можливо підібрати лампи для приміщень різного призначення [5, 8].

Проте залишається небезпека, пов'язана з парами ртуті, яка є наповнювачем ламп. За даними Ю. Б. Айзенберга, кількість ртуті в сучасних КЛЛ складає 3–4 мг (для порівняння — ртутний термометр містить до 2 г ртуті), що не повинно створювати небезпеку, але вона є, і треба виконувати всі вимоги відносно демеркюризації [4].

В Україні нині для освітлення офісних і виробничих приміщень все більш широко використовують енергозберігаючі системи освітлення з компактними люмінесцентними лампами з різною колірною температурою. При цьому дуже мало робіт, присвячених біологічній оцінці світла, яке генерують ці лампи. Є праці відносно небезпеки, пов'язаної з наявністю ультрафіолетового випромінювання в спектрі цих ламп, наявністю ртуті в колбах, але в той самий час підкреслюється, що ці небезпеки перебільшені й КЛЛ мають значні переваги при порівнянні з лампами розжарювання.

Активізація в галузі розробки нових енергозберігаючих ламп супроводжувалася зростанням цікавості до біологічної дії світла на організм людини.

Згідно з сучасними підходами освітлення виконує три основні функції:

- зорову: виконання зорових завдань, безпечність, орієнтування;
- емоційну: хороші самопочуття й настрої;
- біологічну: так звані «non-image-forming» (NIF) ефекти; ефекти без утворення зображення, до яких відносяться: формування циркадних ритмів функціонування організму, ефекти прямого стимулювання або пригнічення активності структур мозку, пригнічення утворення мелатоніну, утворення кортизолу, вплив на серцево-судинну систему, формування таких психофізіологічних станів, як десинхронози, зимова депресія тощо.

Натепер встановлено, що людське око має два канали сприйняття світла:

- 1) зоровий канал, сенсорами для якого є добре відомі 3 типа 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 [9–13]. Біологічна дія 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. Наприклад, концентрація мелатоніну в крові дитини, яка спить, у 40 разів більша, ніж у дитини, яка не спить [14].

Слід відзначити, що канал біологічних часів у тому чи іншому вигляді існує в усіх живих організмах і є результатом довгострокової еволюції в умовах добової циклічності сонячного освітлення. Останні дослідження підтверджують, що відхилення від природних добових коливань вмісту мелатоніну в крові, які склалися в ході біологічної еволюції, не вичерпуються порушеннями психічного стану (безсоння, депресія, тривога [15, 16]), але, накопичуючись протягом довгого часу, призводять до тяжких наслідків для загального здоров'я людини, таких як передчасне старіння, втрата репродуктивної функції, порушення обміну речовин, розвиток раку молочної залози та ін. [17, 21]. Це пояснюється тим, що мелатонін має виражений антиоксидантний та імуностимулюючий ефекти, бере участь у регуляції кров'яного тиску та травлення, роботі клітин головного мозку.

Антиоксидантний ефект мелатоніну пов'язаний зі здатністю гормону зв'язувати вільні радикали, у тому числі й гідроксильні радикали, які утворюються при перекисному окисненні ліпідів. Імуностимулюючі властивості мелатоніну полягають у тому, що він бере активну участь у регуляції діяльності тимуса, щитоподібної залози, також підвищує активність Т-клітин і фагоцитів. Крім того, підтверджені й протипухлинні властивості мелатоніну. Він пригнічує клітинну проліферацію, а сила його дії не поступається низці цитостатичних препаратів.

Встановлено, що рівень мелатоніну змінюється залежно від спектрального складу світлового потоку, його інтенсивності й тривалості. Найсильніше пригнічує утворення мелатоніну голубе світло [18–20].

З відкриттям нового фоторецептора в організмі людини з'явилася можливість більш глибоко осмислити біологічні ефекти видимого світла. Різка збільшення кількості публікацій останніми роками свідчить про розвиток досліджень у цій галузі.

За кордоном дослідження впливу електромагнітних випромінювань джерел освітлення в основному направлені на вивчення спектрів дії щодо пригнічення секреції мелатоніну в людини, циркадних фотоперетворень, формування теплового стану й інших реакцій на світло. Широко застосовується світло для лікування депресивних станів («світло терапія»). Обговорюється необхідність перегляду вимог до освітлення робочих місць, які мають враховувати співвідношення світла й темряви для вільного часу робочого дня, тому що повнодобовий світлотемновий цикл обумовлює NIF-ефекти й відповідно працездатність і самопочуття людини. Світлове середовище має стимулювати працездатність і самопочуття, тому комфортність і задоволення мають бути основними принципами удосконалення систем освітлення [21–23].

Велика увага приділяється колірній температурі джерел світла в зв'язку з впливом на сприйняття простору й фізіологічні функції організму [24, 25]. Обговорюються питання пошкоджуючої дії світла на орган зору [26].

У світі лідируючі позиції з розробки проблем вивчення впливу світла на здоров'я та поведінку людини займає Університет Томаса Джефферсона в Філадельфії (США, Пенсільванія) – там працюють відомі науковці G. C. Brainard, G. L. Glickman. Міжнародна комісія з освітлення (МКО) курує міжнародні програми з вивчення світла (Society for Light Treatment and Biological Rhythms). G. C. Brai-

nard – директор програми досліджень світла (Light Research Program).

Проблемам впливу світла на здоров'я та самопочуття людини присвячені роботи таких вчених, як К. Бартенбах (Австрія), В. Ван Боммель (Нідерланди), А. В. Аладов, А. Л. Закгейм (Росія), Н. Міллер, Д. Дуе (Німеччина), В. Адріан (Канада), Д. М. Берсон, Д. Х. Слайні (США), Д. Скен (Великобританія), Л. Р. Ронкі (Італія).

Таким чином, за кордоном проблема вивчення оптичного випромінювання, джерелом якого є сучасні системи освітлення, активно опрацьовується. Питанню біологічної дії світла на організм людини був присвячений XXV Конгрес МКО, який проходив у США у 2003 році.

В Україні проблему оцінки енергії видимого випромінювання з гігієнічних позицій в основному розробляли в Інституті медицини праці НАМН України з 1988 року в лабораторії з вивчення та нормування фізичних факторів виробничого середовища під керівництвом Л. А. Гвозденко [27]. Нині проблемами сучасних джерел освітлення та їхнім впливом на організм працюючих займається В. Г. Мартиросова [7, 28]. Відомі дослідження щодо використання ультрафіолетового, видимого й інфрачервоного випромінювання для підвищення активності імунної системи людини в разі опромінення крові (М. Ф. Гамалея, Е. Д. Шишко) [29, 30]. Досліджувався вплив електромагнітних випромінювань оптичного діапазону на структуру та властивості молекули білка (Е. О. Ромоданова) [31]. Питаннями розробки та вдосконалення сучасних джерел освітлення займаються В. М. Сорокін, А. В. Рибалочка, А. Д. Галинський [32]. Є праці, присвячені раціоналізації умов освітлення при роботі з комп'ютерною технікою, динамічним режимом освітлення у виробничих умовах (І. А. Зеленков, Ю. П. Мисюк, О. М. Заспенко) [33, 34]. Проблемам оцінки біологічної дії світла присвячені роботи Л. А. Назаренко, К. І. Іоффе [35, 36].

Розробки щодо створення нових стандартів, санітарних правил і норм сучасного освітлення з урахуванням енергетичних характеристик фактора в Україні не ведуться.

Дослідження технічних характеристик КЛЛ підтвердило, що в спектрі їхнього випромінювання, окрім видимого, присутні ультрафіолетовий та інфрачервоний діапазони оптичного спектра. Різні системи пускових пристроїв додають до оптичного спектра параметри високочастотного випроміню-

вання (2–400 кГц) і випромінювання промислової частоти (50 Гц) [7, 27].

Аналіз даних сучасних досліджень енергозберігаючих систем освітлення свідчить, що на формування фізіологічних реакцій організму впливають інтенсивності світлових потоків, характеристики яскравості та спектрального складу, розташування ока відносно джерела світла, наявність блискості та інше.

Усе це свідчить про необхідність вивчення закономірностей дії цього комплексу факторів на організм людини. Виконання досліджень дасть змогу розробити заходи щодо раціоналізації систем освітлення з розробкою принципів профілактики пошкоджуючої дії й оптимізації функцій організму, а також в напрямі попередження розвитку передчасної та хронічної втоми й підвищення працездатності.

## Висновки

1. У всьому світі переходять на енергозберігаючі системи освітлення. Одним із самих популярних джерел на даний час є КЛЛ.

## Література

1. Виллегас Х. Т. Вопросы энергосбережения в освещении // Светотехника / Х. Т. Виллегас. – 2007. – № 4. – С. 45–49.
2. Тетри Э. Экономия электроэнергии благодаря энергосберегающему освещению / Э. Тетри, Л. Халонен // Светотехника. – 2009. – № 5. – С. 58–64.
3. Анастасиу Б. Тенденции и политика сокращения расхода энергии на освещение в ЕС / Б. Анастасиу, П. Бертольди // Светотехника. – 2010. – № 3. – С. 25–29.
4. Айзенберг Ю. Б. Современные проблемы энергоэффективного освещения / Ю. Б. Айзенберг // Энергосбережение. – 2009. – № 1. – С. 42–47.
5. Лебо Б. Стратегия действий по повышению качества компактных люминесцентных ламп с целью вытеснения ламп накаливания / Б. Лебо, Г. Цисис // Светотехника. – 2007. – № 4. – С. 64–69.
6. Дослідження параметрів і характеристик компактних люминесцентних 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. 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.

2. КЛЛ відрізняються по колірній температурі, мають різноманітні системи пускових і регулюючих пристроїв і формують на робочих місцях комплекс електромагнітних випромінювань, а саме: інфрачервоне, видиме (з максимумом енергії в різних діапазонах спектра), ультрафіолетове, високочастотне і випромінювання промислової частоти.
3. На формування фізіологічних реакцій організму впливають інтенсивності світлових потоків, характеристики яскравості та спектрального складу, розташування ока відносно джерела світла, наявність блискості.
4. Виконання гігієнічних досліджень у напрямі комплексної оцінки впливу випромінювання компактних люминесцентних ламп на організм людини дасть змогу розробити заходи щодо раціоналізації систем освітлення для профілактики пошкоджуючої дії та оптимізації функцій організму, попередити розвиток передчасної й хронічної втоми, підвищити працездатність.

8. Ван Боммель В. Лампы для прямой замены ламп накаливания и здоровье / В. Ван Боммель // Светотехника. – 2011. – № 2. – С. 20–24.

9. Брейнард Г. К. Биологическое влияние света на здоровье и поведение человека / Г. К. Брейнард, Г. Л. Гликман // Светотехника. – 2004. – № 1–2. – С. 4–8.

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

11. 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.

12. Action spectrum for melatonin regulation in humans: Evidence for a novel circadian photoreceptor / G. G. Brainard, Hanifin J., Greeson J. [et al.] // Journal of Neuroscience, August 15. – 2001. – V. 21, № 16. – P. 6405–6412.

13. An action spectrum for melatonin suppression: evidence for a novel non-rod, non-cone photoreceptor system in humans / K. Thapan Arendt J., Skene D. [et al.] // Journal of Physiology. – 2001. – V. 535 (pt. 1). – P. 261–267.

14. Анисимов В. Н. Хронометр жизни // Природа. – 2007. – № 7. – С. 3–10.

15. Implications of controlled shortwavelength light exposure for sleep in older adults / M. Figueiro [et al.] // BMC Research Notes. – 2011. – V. 4. – P. 334–341.

16. О биологическом эквиваленте излучения светодиодных и традиционных источников света с цветовой температурой 1800–10 000 К / А. В Аладов, А. Л. Загейм, М. Н. Мизеров, А. Е. Черняков // Светотехника. – 2012. – № 3. – С. 7–10.
17. Does the Modern Urbanized Sleeping Habitat Pose a Breast Cancer Risk? / Kloog I., Portnov B. A., Rennert H. S., Haim A. // Chronobiology International. – 2011. – V. 2, № 1. – P. 76.
18. Sensitivity of the human circadian system to short-wavelength (420-nm) light / G. Brainard [et al.] // J. Biol. Rhythms. – 2008. – V. 5. – P. 379.
19. Light at Night: The Latest Science. US Department of Energy, Solid State Lighting Program. URL: <http://apps1.eere.energy> (дата обращения: 11.05.2012).
20. Brainard G. Photoreceptor system for melatonin regulation and phototherapy / Brainard G., Glickman G. // Патент США № 7678140. – 2011.
21. Wright M. Debate continues over the impact of light on human health / Wright M. // LEDs magazine. – 2010. – V. 46. – P. 25.
22. Бартенбах К. Свет и здоровье / Бартенбах К. // Светотехника. – 2009. – № 2. – С. 4–10.
23. Слайни Д. Х. Влияние новых светотехнических приборов на здоровье и безопасность людей / Слайни Д. Х. // Светотехника. – 2010. – № 4. – С. 49–50.
24. Бедокс Л. Проблемы исследования международного стандарта по внутреннему освещению / Л. Бедокс, П. Торнс // Светотехника. – 2003. – № 6. – С. 39–41.
25. Ван Ден Бельд Г. Освещение и самочувствие человека / Г. Ван Ден Бельд // Светотехника. – № 6. – 2004. – С. 11–14.
26. Зак П. П. Потенциальная опасность освещения светодиодами для глаз детей и подростков / П. П. Зак, М. А. Островский // Светотехника. – 2012. – № 3. – С. 4–5.
27. Физиологические реакции организма при действии света энергосберегающих систем освещения / Л. А. Гвозденко, Н. С. Тихонова, И. Н. Чередниченко [и др.] // Укр. журн. з пробл. медицини праці. – 2010. – № 4 (24). – С. 44–50.
28. Мартиросова В. Г. Исследование влияния светодиодных источников света на некоторые основные системы организма / Мартиросова В. Г. // Світлолюкс. – 2011. – № 2. – С. 42–47.
29. Гамалея Н. Ф. Дифференцированная циркадианная реакция на свет, проявляемая Т клетками и большими гранулярными лимфоцитами человека in vitro / Н. Ф. Гамалея, Е. Д. Шишко // Доповіді Національної академії наук України. – 2007, № 9. – С. 131–136.
30. Шишко Е. Д. Суточный ритм, циркадианные гены и злокачественные новообразования / Е. Д. Шишко, Н. Ф. Гамалея, А. Г. Минченко // Онкология. – 2010. – Т. 12, № 4. – С. 316–320.
31. Вплив низькоенергетичного лазерного випромінювання на структуру та властивості молекули білка за умов неспецифічного поглинання енергії / Е. О. Ромоданова, Т. С. Дюбко, Т. Ф. Морозова [та ін.] // Фізіол. журн. – 2003. – Т. 49, № 2. – С. 96–99.
32. Економічна та екологічна оцінка перспектив використання енергоекономічних ламп у житловому секторі / В. М. Сорокін, А. В. Рибалочка, Г. М. Кожушко, Ю. А. Басова // Світлолюкс. – 2013. – № 3. – С. 16–21.
33. Зеленков І. А. Вплив умов освітлення на працездатність оператора під час роботи з комп'ютером / І. А. Зеленков, О. М. Заспенко // Електроніка та системи упр. – 2005. – № 1. – С. 58–64.
34. Зеленков І. А. Динамічні режими освітлення у виробничих умовах / І. А. Зеленков, Н. О. Вакула // Вісн. Нац. авіац. ун-ту. – 2005. – № 3. – С. 184–187.
35. Иоффе К. И. Влияние спектра излучения различных источников света на организм человека / К. И. Иоффе // Світлотехніка та електроенергетика. – 2010. – № 3–4. – С. 58–61.
36. Л. А. Назаренко. Оценка биологического действия света / Л. А. Назаренко, К. И. Иоффе, Е. П. Тимофеев // Світлотехніка та електроенергетика. – 2007. – № 3–4. – С. 4–10.

**Чередниченко И. Н.**

## **ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ КОМПАКТНЫХ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ЛАМП НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА**

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

*Вступление.* Сегодня актуальной во всем мире является проблема энергосбережения. Освещение – большая и быстрорастущая отрасль энергозатрат и выбросов парниковых газов. Одним из эффективных путей снижения потребления электроэнергии является использование компактных люминесцентных ламп. В Украине ежегодно потребляется более 20 млн штук компактных люминесцентных ламп и в ближайшее время объемы производства таких ламп будут увеличиваться. В связи с таким широким использованием компактных люминесцентных ламп было решено исследовать влияние их излучения на организм человека.

*Цель исследования.* Изучение и обобщение данных отечественной и мировой литературы относительно влияния излучения компактных люминесцентных ламп на формирование физиологических реакций организма человека.

*Матеріали і методи дослідження.* Аналітичний огляд наукових публікацій з використанням бази даних PubMed, Національної бібліотеки України імені В. І. Вернадського, Государственной научно-технической библиотеки Украины, Национальной научной медицинской библиотеки Украины.

*Результати.* В спектрі випромінювання компактних люмінесцентних ламп присутують ультрафіолетовий, видимий і інфрачервоний діапазони оптичного спектра. Різні системи пускових пристроїв додають до оптичного спектра параметри високочастотного випромінювання (2–400 кГц) і випромінювання промислової частоти (50 Гц). На формування фізіологічних реакцій організму впливають інтенсивності світлових потоків, характеристики яркості і спектрального складу, положення ока по відношенню до джерела світла, наявність сліпоти.

*Висновки.* Проведення гігієнічних досліджень в напрямку комплексної оцінки впливу випромінювання компактних люмінесцентних ламп на організм людини дасть можливість розробити заходи по раціоналізації систем освітлення для профілактики пошкоджуючого впливу і оптимізації функцій організму, запобігти розвитку преждевременного і хронічного виснаження, підвищити трудоспособність.

**Ключові слова:** сучасні енергозберігаючі джерела освітлення, компактні люмінесцентні лампи, біологічне діяння світла, оптичне випромінювання, синтез мелатоніну, трудоспособність

**Cherednichenko I. M.**

## **HYGIENIC ASSESSMENT OF RADIATION EFFECT OF COMPACT LUMINESCENCE LAMPS ON THE HUMAN BODY**

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

*Introduction.* A problem of energy saving is now very actual in the world. Lighting is a large and quickly developing branch of energy consumption and discharges of greenhouse gases. One of effective ways in decreasing the energy consumption for lighting is the use of compact luminescence lamps. More than 20 mln of them are used in Ukraine annually and in the nearest future volumes of production of such lamps will be increased. Due to such wide use of compact luminescence lamps it is high time to study their effect on the human body.

*Purpose of the study.* To study and ground the data of the national and foreign literature, concerning the effect of compact luminescence lamps on development of physiological reactions in the human body.

*Materials and methods.* An analytical survey of scientific publications, using the data of the PubMed, Vernadsky National library of Ukraine, National scientific and technical library of Ukraine, National scientific medical library of Ukraine was made.

*Results.* In the spectrum of radiation from compact luminescence lamps there are ultraviolet, visible and infrared ranges of the optic spectrum. Different systems of starting devices can add parameters of high frequency radiation (2–400 kHz) and radiation of industrial frequency (50 Hz) to the optic spectrum. The intensity of light flows, characteristics of brightness and spectral composition, placement of eye relatively to light source, availability of glare affect the formation of physiological reactions.

*Conclusion.* The conduct of hygienic studies on the combined assessment of the effect of compact luminescence lamps on the human health will make it possible to develop measures to rationalization of lighting systems for prophylaxis of the harmful affect and optimization of body functions, to prevent development of premature and chronic fatigue and to raise the effectiveness of work.

**Key words:** modern sources of energy saving for lighting, compact luminescence lamps, biological action of light, optical radiation, melatonin synthesis, work ability

## **References**

1. Villegas, Ch. T. 2007, «Problems of energy saving in lighting», Svetotekhnika, no. 4, pp. 45–49 (in Russian).
2. Tetri, E., Halonen, L. 2009, «Saving of energy due to energy-saving lighting», Svetotekhnika, no. 5, pp. 58–64 (in Russian).
3. 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).
4. Aisenberg, Y. B. 2009, «Modern problems of effective energy lighting», Energoberezheniye, no. 1, pp. 42–47 (in Russian).
5. Lebo, B., Tsisis, G. 2007, «Strategy of actions on increasing the quality of compact luminescence lamps for replacing incandescent lamps», Svetotekhnika, no. 4, pp. 64–69 (in Russian).
6. 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).
7. 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).
8. Van Bommel, V. 2011, «Lamps for direct replacement of incandescent lamps, and health», Svetotekhnika, no. 2, pp. 20–24 (in Russian).
9. Brainard, G. K., Glickman, G. L. 2004, «Biological effect of light on human health and behaviour», Svetotekhnika, no. 1–2, pp. 4–8 (in Russian).

10. Brainard, G. K., Provencio, I. 2008, «Perception of light as a stimulus of nonvisual human reaction», *Svetotekhnika*, no. 1, pp. 6–12 (in Russian).
11. Berson, D. M., Dunn, F.A., Motoharu, Takao. 2002, «Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock», *Science*, v. 295, pp. 1070.
12. Brainard, G., Hanifin, J., Greeson et al. 2001, «Action spectrum for melatonin regulation in humans: Evidence for a novel circadian photoreceptor», *Journal of Neuroscience*, v. 21, no. 16, pp. 6405–6412.
13. Thapan, K., Arendt, J., Skene, D. 2001, «An action spectrum for melatonin suppression: evidence for a novel non-rod, non-cone photoreceptor system in humans», *Journal of Physiology*, v. 535 (pt.1), pp. 261–267.
14. Anisimov, V. N. 2007, «Chronometer of life», *Priroda*, no. 7, pp. 3–10 (in Russian).
15. Figueiro, M. 2011, «Implications of controlled shortwavelength light exposure for sleep in older adults», *BMC Research Notes*, v. 4, pp. 334–341.
16. Aladov, A. V., Zakgeim, A. L., Mizerov, M. N., Chernyakov, A. E. 2012, «On biological equivalent in radiation of LED and traditional sources of light with color temperature 1800–10 000 K», *Svetotekhnika*, no. 3, pp. 7–10 (in Russian).
17. Kloog, I., Portnov, B. A., Rennett, H. S., Haim, A. 2011, «Does the modern urbanized sleeping habitat pose a breast cancer risk?», *Chronobiology International*, v. 28, no. p. 76.
18. Brainard, G. 2008, «Sensitivity of the human circadian system to short-wavelength (420-nm) light», *J. Biol. Rhythms*, v. 5, pp. 379.
19. Light at Night: 2012, The latest science. US Department of Energy, Solid State Lighting Program. URL: <http://apps1.eere.energy>
20. Brainard, G., Glickman, G. 2011, Photoreceptor system for melatonin regulation and phototherapy, US Patent № 7678140.
21. Wright, M. 2010, «Debate continues over the impact of light on human health», *LEDs magazine*, v. 46, p. 25.
22. Bartenbach, K. 2009, «Light and health», *Svetotekhnika*, no. 2, pp. 4–10 (in Russian).
23. Slaini, D. H. 2010, «Effect of new light technical devices on human health and safety», *Svetotekhnika*, no. 4, pp. 49–50 (in Russian).
24. Bedox, L., Torns, P. 2003, «Problems in studying of the international standard on inner lighting», *Svetotekhnika*, no. 6, pp.39–41 (in Russian).
25. Van Den Beld, G. 2004, «Lighting and human feeling», *Svetotekhnika*, no. 6, pp.11–14 (in Russian).
26. Zak, P. P., Ostrovsky, M. A. 2012, «Potential hazard of lighting from LED for eyes in children and adolescents», *Svetotekhnika*, no. 3, pp. 4–5 (in Russian).
27. 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).
28. Martirosova, V. G. 2011, «Studies on the effect of LED sources of light on some main body systems», *Svitlolyuks*, no. 2, pp. 42–47 (in Russian).
29. Gamaleya, N. F., Shishko, E. D., Minchenko, A. G. 2007, «Differentiated circadian reaction on light, manifested by T cells and large granular lymphocytes of man in vitro», *Dopovidi Natsionalnoi Akademii nauk Ukrainy*, no. 9, pp. 131–136 (in Russian).
30. Shishko, E. D., Gamaleya, N. F., Minchenko, A. G. 2010, «Daily rhythms, circadian genes and malignant neoplasm», *Onkologiya*, v. 12, no. 4, pp. 316–320 (in Russian).
31. Romodanova, E. O., Dyubko, T. S., Morozova, T. F. et al. 2003, «Effect of low energetic laser radiation on the structure and properties of protein molecules in conditions of nonspecific energy absorption», *Fiziol. Zhurnal*, v. 49, no. 2, pp. 96–99 (in Ukrainian).
32. Sorokin, V. M., Rybalochka, A. V., Kozhushko, G. M., Basova, Yu. A. 2013, «Economic and ecological assessment of perspectives in the use of energy-saving lamps in the housing sector», *Svitlolyuks*, no. 3, pp. 16–21 (in Ukrainian).
33. Zelenkov, I. A., Zaspenco, O. M. 2005, «Effect of lighting conditions on work ability of operators in their work with computers», *Elektronika i sistemy upravlenia*, pp. 58–64.
34. Zelenkov, I. A., Vakula, Y. O. 2005, «Dynamic regimens of lighting in production conditions», *Visn. Nats. Avia. University*, no. 3, pp. 184–187 (in Ukrainian).
35. Ioffe, K. I. 2010, «Effect of spectrum of different sources of light on the human body», *Svitlotekhnika ta elektroenergetika*, no. 3–4, pp. 58–61 (in Russian).
36. Nazarenko, L. A., Ioffe, K. I., Tumofeyev, E. P. 2007, «Assessment of biological effect of light», *Svitlotekhnika ta elektroenergetika*, no. 3–4, pp. 4–10 (in Russian).

Надійшла: 07.05.2015 р.

**Контактна особа:** Чередніченко Інна Миколаївна, молодший науковий співробітник, лабораторія по вивченню і нормуванню фізичних факторів виробничого середовища, ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», буд. 75, вул. Саксаганського, м. Київ, 01033. Тел.: +38 0 44 289 75 42. Електронна пошта: [chereda2014@ukr.net](mailto:chereda2014@ukr.net)