

INVESTIGATION OF PARAMETERS OF LIGHT CHARACTERISTICS OF LED VIDEO SCREENS OF DYNAMIC ADVERTISING EQUIPMENT AS FACTORS INFLUENCING THE HUMAN VISUAL ANALYZER

Yaryhin A.V., Nazarenko V.I., Semashko P.V., Cherednichenko I.N.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СВІТЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВІТЛОДІОДНИХ ВІДЕОЕКРАНІВ ДИНАМІЧНОГО РЕКЛАМНОГО УСТАТКУВАННЯ ЯК ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ЗОРОВИЙ АНАЛІЗАТОР ЛЮДИНИ

В

¹ЯРИГІН А.В.,
²НАЗАРЕНКО В.І.,
¹СЕМАШКО П.В.,
²ЧЕРЕДНИЧЕНКО І.М.
¹ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», Київ
²ДУ «Інститут медицини праці ім. Ю.І. Кундієва НАМН України», Київ

епоху глобалізації життя сучасної людини невід'ємно пов'язане з рекламою. Електронні панно є одним з найпривабливіших носіїв зовнішньої реклами. На відміну від звичайних установок (у тому числі неонових або на основі об'ємних світлових букв), щитів (білбордів), які використовуються у зовнішній рекламі, на електронних панно нового покоління зараз можна відображати відео, мультимедійну, кольорову, динамічну інформацію, а також оперативно оновлю-

вати рекламні матеріали.

За даними літератури і результатами опрацьованих скарг, отриманих від мешканців та автоводіїв великих мегаполісів, головна проблема зовнішньої світлової реклами полягає у тому, що вона у багатьох випадках миготить червоними, жовтими та зеленими кольорами. У темний час доби ці кольори можна сплутати з сигналами світлофора, що негативно впливає на безпеку дорожнього руху. Світлова реклама, в якій

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СВІТЛОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВІТЛОДІОДНИХ ВІДЕОЕКРАНІВ ДИНАМІЧНОГО РЕКЛАМНОГО УСТАТКУВАННЯ ЯК ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ЗОРОВИЙ АНАЛІЗАТОР ЛЮДИНИ

¹Яригін А.В., ²Назаренко В.І.,
¹Семашко П.В., ²Чередниченко І.М.

¹ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», Київ

²ДУ «Інститут медицини праці ім. Ю.І. Кундієва НАМН України», Київ

Мета роботи. Дослідження фізичних характеристик великих за геометричним розміром світлових відеоекранів динамічного рекламного устаткування як факторів можливого несприятливого впливу на зоровий аналізатор мешканців навколишньої житлової забудови.

Результати та їх обговорення. У зв'язку з розвитком зовнішньої реклами на електронних панно нового покоління можна відображати відео, мультимедійну, кольорову, динамічну інформацію, а також оперативно оновлювати рекламні матеріали, що може викликати перевантаження зорової системи і порушувати нормальну роботу мозку,

призводити до перевтоми.

Проведені дослідження відеоекранів за нормованими параметрами (освітленості, лк, яскравості, кд/м²) і ненормованими (енергетичної освітленості, мВт/м²), колірної температури, К, світлової пульсації, %, за даними літератури, свідчать про їхню відповідність нормативним вимогам України та не перевищують рівнів регламентованих за іншими стандартами і рекомендованих для джерел видимого випромінювання. Виняток становить кутовий розмір видимого із житлового приміщення екрана рекламного щита, що потребує подальших досліджень.

Висновки. Використання великих за геометричним розміром відеоекранів динамічного рекламного устаткування, особливо у районах щільної житлової забудови та інтенсивного транспортного руху, потребує удосконалення методичних підходів до оцінки ризиків візуального дискомфорту та впливу на здоров'я населення.

Ключові слова: відеоекрани, освітленість, яскравість, світлова пульсація, зоровий аналізатор, здоров'я населення.

© Яригін А.В., Назаренко В.І., Семашко П.В., Чередниченко І.М. СТАТТЯ, 2023.

задіяні дратівливі для очей кольори, змінюється кожні 5 секунд, що сприяє зниженню емоційного стану та може психофізіологічно шкодити мешканцям, порушуючи їхні відпочинок і сон у темні години доби [1-4].

Важливим показником якості світлового середовища є коефіцієнт пульсації освітленості, що може впливати на функціональний стан ЦНС [5]. Видимі пульсації світлового потоку викликають зоровий дискомфорт, зорове і загальне стомлення.

Невидимі пульсації світлового потоку на рівнях понад 5-8% викликають перевантаження зорової системи і порушують нормальну роботу мозку, призводять до перевтоми [6]. Сучасні світлодіодні джерела світла мають спрощені системи випрямлення електричного струму, який подається на кристал, що призводить до появи пульсації світлового потоку.

Зниження пульсації джерела світла є важливим

компонентом заходів щодо якості світлового середовища [7]. Показником пульсації є її коефіцієнт (K_p), який розраховується за формулою

$K_p = \frac{E_{MAX} - E_{MIN}}{2E_{середня}}$, де E – рівень освітленості (лк) [8].

У літературі наводяться обмеження за величинами K_p . За ДБН В.2.5-28:2018, коефіцієнт пульсації не має перевищувати 10-15% залежно від розряду та тривалості зорових робіт, а також освітленості на робочій поверхні [8].

За іншими даними, коефіцієнт пульсації освітленості робочої поверхні робочого місця не має перевищувати 10-20% (залежно від ступеня напруженості роботи), при цьому нормуються лише ті пульсації, частота яких є нижчою за 300 Гц [5, 9]. В особливих випадках, таких як робота з вимірювальними приладами або електронно-обчислювальною технікою, приділяються особливі вимоги до яскравості, контрасту яскравості, КП світлового середо-

вища, який не має перевищувати 5% [10].

У місцях тимчасового перебування (коридори, сходи, переходи тощо) рівень пульсації не нормується. Також не нормуються пульсації освітленості, частота яких перевищує 300 Гц.

За ДСТУ EN 12464-1:2016, система освітлювання має бути спроектованою таким чином, щоб запобігти пульсації та стробоскопічному ефекту [4].

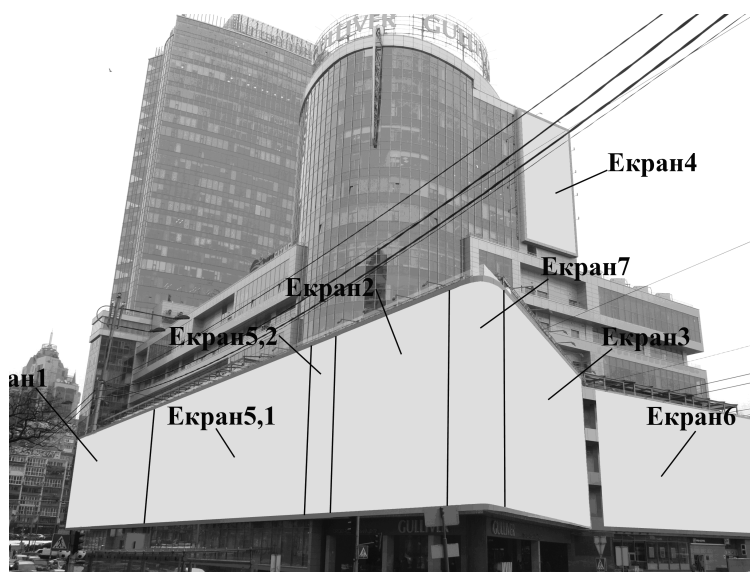
Важливою також є оцінка можливих ефектів впливу синього світла, яке присутнє у видимому випромінюванні [3, 11-12].

Нині єдиним нормативним документом, що регламентує рекламне освітлення, є ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» (пп. 8.8.1, 8.8.2, 8.8.3), де наведено лише вимоги до яскравості й освітлення [8].

Мета. Дослідження фізичних характеристик світлодіодних відеоекранів динамічного рекламного устаткування виробництва ТОВ «ЛЮКС ЛЕД» (Одеса) як факторів можливого несприятливого впливу на зоровий аналізатор мешканців житлової забудови навколо ТРЦ «Gulliver» (Київ).

Методи вимірювання. Усі вимірювання провадилися на рівні вікон першого поверху південно-східного фасаду житлового будинку № 2 по вул. Еспланадній, що було обрано за контрольну точку для вимірів освітленості (лк), яскравості (кд/м²), енергетичної освітленості (мВт/м²), колірної температури (К), світлової пульсації (%) від відеоекранів. Виміри провадилися за допомогою фотометра цифрового «ТЕС 0693», дозиметра енергетичної освітленості

Рисунок 1
Розташування екранів на «ТРЦ Gulliver» у Києві



Тензор-51, вимірювача спектра SEKONIC C-7000 SpectroMaster згідно з інструкціями на прилади.

Виміри провадились у темний час доби (22-00) під час штатного режиму роботи відеоекранів рекламних щитів, коли було задіяно усі пластини з вбудованими світлодіодними елементами – пікселями, за якого може досягатися найбільша освітленість та яскравість з різною кольоровою гаммою підсвічування. За кожним параметром представлено середні дані у п’яти вимірах. Коефіцієнт варіації виміряних значень показника не перевищував 5%.

Результати досліджень.
Технічні характеристики



ГІГІЄНА ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ

екранів. Дослідження фізичних характеристик сучасних світлових відеоекранів динамічного рекламного устаткування проведено на прикладі восьми рекламних екранів торговельно-офісного комплексу «Gulliver» у місті Київ виробництва ТОВ «ЛЮКС ЛЕД» (Одеса), які за своєю площею є одними з найбільших в Європі (рис. 1). Відеоекрани виконані у

виділі пластин з вбудованими світлодіодними елементами – пікселями. Установка цих відеоекранів передбачена Паспортами опорядження у частині розміщення рекламних засобів за адресою Спортивна площа, 1а у Печерському районі Києва, зареєстрованим Департаментом містобудування та архітектури виконавчого органу Київської міської

Таблиця 1

**Технічні характеристики відеоекранів № 1 і № 5
(за паспортними даними)**

Технічний параметр	Відеоекран №1	Відеоекран №5
Тип світлодіода	SMD 3535	
Конфігурація світлодіода	1R1G1B	
Крок пікселя	10 mm	
Розмір модуля (ширина/висота)	320x160 mm	
Роздільна здатність модуля	32x16=512 px	
Вага модуля	0.5 kg	
Щільність пікселів	10000 px/ml	
Розмір екрана (ширина/висота)	17,92x16,80 m	80,96x16,80m
Роздільна здатність екрана (ширина/висота)	1792x1680 px	8 096x1 680pxs
Вага екрана	5000 kg	34000 kg
Яскравість (після калібровки)	≥6500 Nits	
Колірна температура (регульована)	3200 K-9300 K	
Кут огляду (вертикальний/горизонтальний)	140°/160°	
Відстань перегляду	10-420 m	
Споживана потужність (сер./макс.)	65 kW/196 kW	664 kW/221 kW
Частота оновлення екрана (Refresh rate)	>1000 Hz	
Драйвер IC	MBI (Macroblock Inc./Тайвань)	
Частота кадрів	≥50 Hz- ≥60 Hz- ≥75 Hz- ≥120 Hz	
Напруга вхідна/вихідна	AC190-240 V, 50/60 Hz / DC-5 V, 40 A/60 A/80 A	
Глибина кольору	16 bit	
Регулювання яскравості	256 рівнів кольору	
Ресурс роботи світлодіодів	100000 годин	
Робоча вологість/температура	15%~85%/-30 ~+50 C	
Система керування	Nova Star	

ради 06.09.2019 за № 055-10498, № 055-6834 від 23.06.2020. Управління роботою світлодіодних елементів здійснюється за допомогою спеціального програмного продукту, розміщеного на промисловому сервері.

Відеоекрани забезпечують ефектне світлодинамічне підсвічування фасадів будівлі.

Вони здатні забезпечити статичне підсвічування фасадів і дозволяють транс-

рожний рух;

і із зазначених відеоекранів лише відеоекрани № 1 і № 5 можуть потенційно впливати на освітленість вікон південно-східного фасаду житлового будинку № 2 по вулиці Еспланадній. Нормативні показники для доріг з асфальтобетонним покриттям відповідають магістральним вулицям районного значення з щільністю руху автотранспорту на рівні 1500 шт./год (категорія В2). Інші

відеоекрани не чинять впливу на навколишню житлову забудову.

Встановлено, що відеоекрани № 1 і №5 розташовані на відстані не менше 35 м від фасаду житлового будинку № 2 по вул. Еспланадній. Їхні технічні характеристики наведено у таблиці 1.

Аналіз технічних характеристик відеоекранів та генплану свідчить, що під час їхньої роботи найбільше освітлюється саме

Таблиця 2

Світлотехнічні величини видимого випромінювання відеоекрана № 1

Основний колір фону екрана	Кутовий розмір (гориз./вертик. площа), о	Висота розташування екрана, м	Яскравість екрана, кд/м ²	Вертикальна освітленість		Колірна температура екрана, К	Коефіцієнт пульсації, %
				Фото-метрична, лк	Енергетична, мВт/м ²		
Білий	60/15	8	72	78	120	8036	121
Зелений	60/15		47	66	90	7900	53
Жовтий	60/15		36	39	66	7328	59
Чорний	60/15		25	14	72	7053	15
Нормативні параметри	<2 (на відстані 1 м від вікна)	>3	<3000** (максимальна)	<200	Не нормується	Не нормується	Не нормується

Примітка:

* – у горизонтальній площині;

** – для динамічних рекламних світлових установок.

лювати динамічні відеоряди.

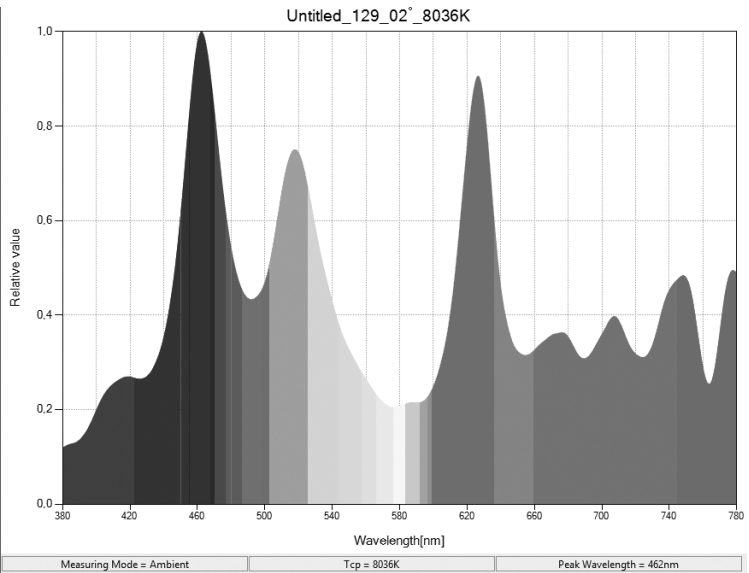
Аналіз технічних характеристик відеоекранів, їх розміщення на фасадах ТРЦ Gulliver і генплану свідчить:

і усі відеоекрани ідентичні за технічними характеристиками і відрізняються лише розмірами, загальною потужністю енергоспоживання та кроком пікселя;

і усі екрани розташовані вздовж вісі вулиць на висоті понад 8 метрів на значній відстані від дороги, тому можна очікувати, що вони не будуть чинити негативного впливу на до-

Рисунок 2а

Спектральні характеристики за кольорних температур 8036 К (білий колір екрана) і 7328 К



INVESTIGATION OF PARAMETERS
OF LIGHT CHARACTERISTICS OF LED
VIDEO SCREENS OF DYNAMIC
ADVERTISING EQUIPMENT AS FACTORS
INFLUENCING THE HUMAN VISUAL
ANALYZER

¹Yaryhin A. V., ²Nazarenko V. I.,

¹Semashko P. V.,

²Cherednichenko I. N.

¹SI «O.M. Marzieiev Institute for Public
Health of NAMS of Ukraine», Kyiv

²SI «Kundiiev Institute of Occupational
Health of NAMS of Ukraine», Kyiv

The purpose of the work: Investigation of the physical characteristics of large geometric light video screens of dynamic advertising equipment as factors of possible adverse effects on visual analyzer of inhabitants of a surrounding housing.

Results and discussion: Due to the development of outdoor advertising, the new generation of electronic panels can display video, multimedia, color, dynamic information, as well as quickly update advertising materials. This can cause an

overload of the visual system and disrupt the normal functioning of brain, lead to visual fatigue. Studies of video screens on standardized parameters (lighting, lx; brightness, cd/m²) and non-standardized (lighting energy, mW/m²; color temperature, K; light pulsation, %) indicate their compliance with regulatory requirements of Ukraine and do not exceed levels regulated by other standards and recommended by the literature for sources of visible radiation. The exception is the angular size of the screen visible from the living room, which requires further studies.

Conclusions: The use of geometrically large video screens of dynamic advertising equipment, especially in areas of dense housing and heavy traffic, requires improved methodological approaches to assessing the risks of visual discomfort and influence on public health.

Keywords: video screens, lighting, brightness, light pulsation, visual analyzer, public health.

цей будинок. Геометричні розміри відеоекрана № 1 становлять 17,92 м у довжину та 16,80 м у висоту, а відеоекрана № 5 – 80,96 м на 16,80 м. З урахуванням геометричних розмірів та розташування відеоекра-

нів, їхньої яскравості (після калібрування) 6500 нт (6500 кд/м²) можна очікувати, що найбільший вплив відеоекрани чинитимуть на вікна південно-східного фасаду будинку, які розташовані по центру

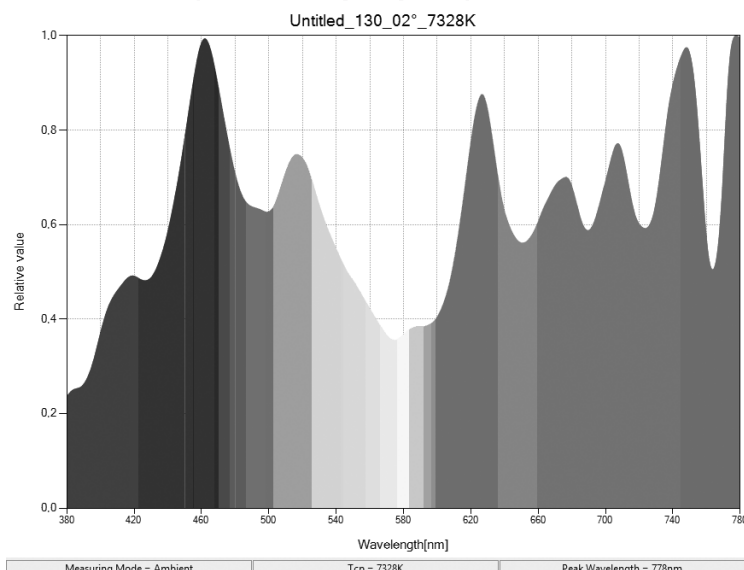
вертикальної осі відеоекранів.

У таблиці 2 наведено виміряні світлотехнічні величини видимого випромінювання відеоекрана № 1 та гігієнічні нормативи згідно з ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» [8]. Кутовий розмір видимого екрана на відстані 1 м від центральної точки вікна першого поверху будинку у горизонтальній площині становить 60°, у горизонтальній – 15°, що не відповідає нормативному значенню (не більше 2°) і може створювати зоровий дискомфорт для мешканців будинку.

Висота розташування екрана над поверхнею становить 8 м і відповідає геометричним вимогам до розташування екрана над бордюром (>3 м).

За різних кольорів основного фону яскравість екрана коливалася від 25 кд/м² (чорний) до 72 кд

Рисунок 2 б
Спектральні характеристики
за кольірних температур 8036 K
(білий колір екрана) і 7328 K



/м² (білий), що відповідає вимогам ДБН В.2.5-28:2018 для динамічних рекламних світлових установок (<3000 кд/м²).

Середня фотометрична вертикальна освітленість вікон будинку під час роботи відеоекрана коливалася у межах 14-78 лк і відповідала нормативним рівням для категорії вулиці «Б».

Серед параметрів, які не нормуються, колірні температури змінювалися від 7053 К (чорний) до 8036 К (білий), що відповідало технічним характеристикам за паспортними даними – регульована у діапазоні 3200-9300 К. Зазначені параметри залежали від яскравості і фонового кольору підсвічування відеомоніторів (чорний, білий, жовтий, зелений). Від цих параметрів особливо змінювалася пульсація світлового потоку, яка коливалася від 15% (чорний) до 121% (білий). Але з урахуванням частоти оновлення екрана (refresh rate) >1000 Гц така високочастотна пульсація світлового потоку не повинна впливати на орган зору і викликати відчуття дискомфорту і зміни функціонального стану ЦНС, за даними літератури [5, 6, 9].

Зауважимо, що колірні температури відеоекрана була значно вищою за рекомендовану для світлодіодних джерел світла відповідно до номограми Крюїтгофа [8], що потребує подальшого обговорення щодо гігієнічної регламентації світлодіодного рекламного освітлення.

Особливий інтерес становили дослідження можливого впливу на орган зору людини синього світла (400-480 нм) у спектрі

видимого випромінювання відеоекранів, створених на базі світлодіодів SMD 3535 за конфігурацією 1R1G1B. За даними літератури [11] та методичними підходами ДСТУ EN 62471:2017, цей чинник може становити певні ризики несприятливого впливу на орган зору людини [12].

На рисунку 2 представлено визначення спектрального складу видимого випромінювання рекламних відеомоніторів, які наочно свідчать про наявність у ньому значної частки синього світла, яке складає за високих колірних температур (>7000 К) максимальну за енергією довжину хвилі.

Як видно з таблиці 2, енергетична освітленість коливалася у межах 66-120 мВт/м², що значно менше допустимого рівня для точкових джерел синього світла (ГДР=1 Вт/м²), за ДСТУ EN 62471:2017 «Безпечність лампілампових систем фотобіологічна» [12].

Обговорення результатів. Таким чином, за своїми світлотехнічними характеристиками (яскравістю, рівнями середньої освітленості у вертикальній площині) відеоекрани динамічного рекламного устаткування виробництва ТОВ «ЛЮКС ЛЕД» (Одеса) відповідають вимогам ДБН В.2.5-28-2018 щодо рекламного освітлення.

Серед регламентованих параметрів геометричного характеру кутовий розмір екрана, що можна бачити із вікна житлового будинку, є більшим за нормативний показник (<2°), що може спричиняти певний зоровий дискомфорт у мешканців житлового будинку навпроти рекламного щита.

Пульсація світлового потоку рекламних екранів має частоту понад 1000 Гц, за даними літератури, не впливає на функціональний стан зорового аналізатора та ЦНС і не має викликати зорового дискомфорту.

У спектрі видимого випромінювання світлодіодних рекламних екранів встановлено наявність синього світла, що має домінуючу довжину хвилі у діапазоні 400-480 нм, проте рівні його інтенсивності не перевищують гранично допустимого значення 1 Вт/м².

Окремим питанням залишається оцінка впливу на зоровий комфорт людини колірних температур відеоекрана, які постійно змінюються у заявленому діапазоні 3200-9300 К. Існуючі методичні підходи, за ДБН В.2.5-28-2018, не стосуються рекламного освітлення, а регламентують тільки зону комфорту світлодіодних джерел освітлення у діапазоні від 2000 К до 7000 К.

Тому впровадження великих за геометричним розміром відеоекранів динамічного рекламного устаткування, особливо у районах щільної житлової забудови та інтенсивного транспортного руху, потребує удосконалення методичних підходів до оцінки ризиків візуального дискомфорту та впливу на здоров'я населення.

Висновки

1. За результатами проведених фотометричних досліджень, відеоекрани динамічного рекламного устаткування на прикладі ТМ «ЛЮКС ЛЕД» відповідають вимогам ДБН В.2.5-28-2018 щодо рекламного освітлення, за винятком кутового розміру види-

мого екрана на відстані 1 м від центральної точки вікна першого поверху житлового будинку, що може створювати зоровий дискомфорт для його мешканців і потребує подальшого технічного вирішення цього питання.

2. Ненормовані показники (пульсація світлового потоку, наявність синього світла у спектрі видимого випромінювання, динамічна зміна кольорних температур відеоекрана, які можуть впливати на зоровий комфорт людини, за даними літератури, не перевищують регламентованих за іншими стандартами та рекомендаціями рівнів для джерел видимого випромінювання.

3. Використання великих за геометричним розміром відеоекранів динамічного рекламного устаткування, особливо у районах щільної житлової забудови та інтенсивного транспортного руху, потребує удосконалення методичних підходів до оцінки ризиків візуального дискомфорту та впливу на здоров'я населення.

REFERENCES

1. Mohylnyi S.M. Obgruntuvannia hiiienichnykh kryteriiv ta pryntsyv rozmishchennia avtomobilnykh zapravnykh stantsii na selbyshchnykh terytoriiakh v suchasnykh umovakh: dys. ... kand. biol. nauk : spets. 14.02.01 – Hiiiena ta profesiina patolohiia (biolohichni nauky) [Justification of Hygienic Criteria and Principles of Placement of Car Gas Stations in Rural Areas in Modern Conditions: Abstract of the Dissertation of the Candidate of Biological Sciences: Specialty 14.02.01 – Hygiene and

Occupational Pathology (Biological Sciences)]. Kyiv ; 2020 : 225 p. (in Ukrainian).

2. Dubenko F.Ye., Reminiak I.V., Babkina Yu.A. and Reminiak Yu.K. Porushennia tsyrkadnoho rytmu snu [Violation of the Circadian Rhythm of Sleep]. *NeiroNEWS: Psykhonevrolohiia ta Neiropsykhopatii*. 2020 ; 2 (113). URL: <https://neuronews.com.ua/ua/archive/2020/2%28113%29/pages-28-33/porushennya-cirkadnogo-ritmu-snu#gsc.tab=0>. (in Ukrainian).

3. Health Effects of Large LED Screens on Local Residents. National Collaborating Centre for Environmental Health. January 2013. URL: <https://ncceh.ca/documents/field-inquiry/health-effects-large-led-screens-local-residents>

4. DSTU EN 12464-1:2016 Svitlo ta osvittleniia. Osvittleniia robochykh mist. Chastyna 1. Vnutrishni robochy mistisia [DSTU EN 12464-1:2016. Light and Illumination. Workplace Lighting. Part 1. Internal Workplaces] (EN 12464-1:2011, IDT) (in Ukrainian).

5. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines on Limits of Exposure to Broad-Band Incoherent Optical Radiation (0.38-3 μ m). *Health Physics*. 1997 ; 73 (3) : 539-54.

6. Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. Health Effects of Artificial Light. Brussels, Belgium : European Commission ; 2012.

7. Wilkins A.J., Nimmo-Smith I., Slater A.I. and Bedocs L. Fluorescent Lighting, Headaches and Eyestrain. *Light Res Technol*. 1989 ; 21 (1) : 11-18.

8. Pryrodne i shtuchne osvittleniia : DBN V.2,5-28:2018 [Natural and Artificial Lighting : State Building Regulations. B.2,5-28:2018]. Kyiv : Minrehion Ukrainy ; 2018 : 137 p. (in Ukrainian).

9. Bullough J.D., Sweater Hickcox K., Klein T.R. and Narendran N. Effects of Flicker Characteristics from Solid-State Lighting on Detection, Acceptability and Comfort. *Light Res Technol*. 2011 ; 43 (3) : 337-348.

10. Rogers S.P., Spiker V.A. and Cicinelli J. Luminance and Luminance Contrast Requirements for Legibility of Self-Luminous Displays in Aircraft Cockpits. *Appl Ergon*. 1986 ; 17 (4). P. 271-277.

11. Martirosova V.G., Sorokin V.M., Nazarenko V.I., Cherednichenko I.M., Tikhonova N.S. and Beseda O.Yu. Blue Light as an Occupational Health Problem. *Ukrainian Journal of Occupational Health*. 2019 ; 3 (15) : 194-203. <https://doi.org/10.33573/ujoh2019.03.194>

12. DSTU EN 62471:2017 Bezpechnist lamp i lampovykh system fotobiolohichna [DSTU EN 62471:2017 Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems] (EN 62471:2008, IDT; IEC 62471:2006, MOD). Kyiv ; 2018 : 33 p. URL: http://online.budstandart.com.ua/catalog/doc-page?id_doc=74817 (in Ukrainian).

Надійшло до редакції
12.02.2023