

УДК 745/749:628.9

## Концепція міждисциплінарного дослідження естетичного, психологічного і фізіологічного впливу хроматичного світлового середовища на людину

Л. М. Коваль<sup>1</sup>

<sup>1</sup>канд. мистецтвознавства, доц., докторант. Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, likocolor@gmail.com. ORCID:0000-0002-7324-0377

*Анотація.* У статті запропоновано й теоретично обґрунтовано концепцію міждисциплінарного дослідження естетичного, психологічного та фізіологічного впливу хроматичного світлового середовища на людину. Також визначено, що основними умовами практичного втілення цієї концепції є забезпечення комплексного впливу хроматичного освітлення на користувача як через органи зору, так і через шкіру, в межах середовища для проведення дослідження; організація хроматичного світлового середовища – цілісного, безперервного і позбавленого будь-яких додаткових семантичних нашарувань; усунення можливих проявів блискавості та засліплення користувача шляхом використання для дослідження простору, який складається з внутрішніх поверхонь із рівномірно розсіяним освітленням помірної яскравості; проведення одночасного комплексного аналізу естетичного, психологічного й фізіологічного впливу кольорового світла на користувача в середовищі його перебування. У майбутньому при продовженні дослідження в даному напрямку доцільно виявити та проаналізувати основні показники комфортності світлового середовища для користувача з метою визначення шляхів підвищення його енергоефективності без втрат якості освітлення.

*Ключові слова:* хроматичне світлове середовище, світлолікування, фототерапія, електричні світлові ванни.

**Вступ.** На сьогодні світловий режим вважається одним із потужних факторів, здатних викликати функціональні перебудови в організмі людини і, зокрема, в обміні речовин. Відомо, що зміна світлового режиму змінює реактивність усієї вегетативної системи організму [1]. Однак, повне науково-обґрунтоване уявлення про комплексний вплив світлового середовища на людину ще не сформовано. Відкриття гангліозних клітин (ipRGC) і механізму їх функціонування викликало поширення досліджень циркадного регулювання [2], а також актуалізувало потребу визначення детальних рекомендацій щодо можливого використання світлового впливу на побутовому рівні для покращення здоров'я та самопочуття людини.

Для об'єднання міждисциплінарних спільнот у дослідженнях з цього напрямку у 2004 та 2006 роках Міжнародною комісією з освітлення (CIE) [3] було проведено експертні симпозиуми, а в 2007 та 2011 роках скликано семінари на чотирирічних сесіях. У результаті, визначено питання, які потребують відповідей у найближчому майбутньому [2]:

- яка схема повсякденного чергування світла та темряви (щодо інтенсивності, спектру, часу, тривалості) найкраще підтримує як циркадне регулювання, так і активне функціонування індивіда (наприклад, пильність, емоції, соціальна поведінка);
- як змінюється ця схема протягом усього

життя – від дитинства до похилого віку;

- на які фізіологічні та психологічні процеси, окрім циркадного регулювання, впливає сприйняття світла оком;
- чи існують додаткові поведінкові або фізіологічні ефекти від поглинання оптичного випромінювання видимого діапазону різними системами людського організму, а не лише оком?

Пошуки відповідей на ці питання важливі для досягнення балансу між якістю штучного світлового середовища життєдіяльності людини та його енергоефективністю [2]. На сьогодні серед усіх штучних джерел світла світлодіоди вважаються найбільш енергоефективними [4], що стало причиною стрімкого поширення їх в освітлювальних системах різного призначення. Враховуючи це, на думку Кіри Ксавія (Куга Хавія), для сучасної галузі освітлення «необхідною є зміна парадигми у використанні світла, оскільки воно має такий же потужний вплив на організм людини, як і лікарські засоби [5]».

Також сучасні дослідники дизайну освітлення вважають, що використання принципово нового типу джерел світла – світлодіодів – стало важливою поворотною точкою еволюції галузі штучного освітлення [6]. Водночас, широке застосування світлодіодів зробило реальністю зорові переваги кольоровими ефектами через непрофесійне використання хроматичного червоно-зелено-синього (RGB) світла [7].

**Актуальність дослідження.** Оскільки організація гармонійного середовища життєдіяльності людини є одним з основних напрямків роботи дизайнера, професійні підходи саме цієї проектної практики можуть стати основою для формування загальної концепції міждисциплінарного дослідження комплексного впливу хроматичного світлового середовища на людину.

**Останні дослідження та публікації.** Як зазначає Г. В. Казаков, активна робота в напрямку вдосконалення взаємодії «людського фактору», світла й архітектурного середовища розпочата у 80-х роках ХХ ст. і триває до сьогодні. Це створює умови переходу від психофізіологічної до емоційно-естетичної оцінки умов освітлення та комплексного поєднання обох цих підходів [8]. Відомий представник абстракціонізму в живописі В. В. Кандинський наголошував, що «фарби таять у собі мало досліджену, але величезну силу, яка може впливати на все тіло, на весь фізичний організм людини [9]».

Ці дві думки демонструють узгодженість серед дослідників світла й кольору в межах різних наукових напрямків з приводу одночасної психофізіологічної та естетичної дії хроматичного середовища на людину за посередництва емоційного сприйняття навколишньої реальності. Тому в даній статті розглянуто широку джерельну базу медичного характеру щодо фізіологічної та психологічної дії випромінювання візуального діапазону в контексті його впливу на емоційний стан і естетичне сприйняття людини.

Окрім сучасних праць, які містять дослідження властивостей кольорового світла, опрацьовано значну кількість стародруків. Завдяки цьому сформовано хронологію ключових моментів розвитку наукових досліджень впливу випромінювання оптичного діапазону на живі організми і людину.

Людство здавна використовує для лікування хвороб різні фізичні сили природи: повітря, воду, світло, тепло і т. д. Цей напрямок називається фізіотерапією. Сонячне світло застосовувалося для лікування (геліотерапія) ще в стародавньому Єгипті [10]. Пізніше, грецькі, римські й арабські лікарі використовували його в загальній медичній практиці, хоча наукове обґрунтування світлового впливу на той час було відсутнє [11].

З появою електричних джерел штучного світла активізувався такий напрям фізіотерапії, як фототерапія [12]. Наукові дослідження впливу світла на живі організми також почалися з розвитком електротехніки, оскільки з'явилася можливість дозувати й точно вимірювати

світлову енергію [13]. Розглянемо основні історичні моменти розвитку даного напрямку.

У 1666 р. І. Ньютон відкрив просторове розкладання сонячного світла на прості кольори завдяки пропусканню його пучка крізь скляну призму. Зображення, яке з'являлося на екрані, Ньютон назвав спектром [14].

У 1771 р. Пристлей виявив, що рослини поглинають  $\text{CO}_2$  з повітря. У 1779 р. – І. Гоуз довів, що це поглинання відбувається лише при денному світлі.

У 1815 р. Лебель влаштує першу сонячну ванну, яка стала прототипом шаф для світлового лікування.

1824 р. ознаменовано початком вивчення дії сонячного світла на організм тварин.

У 1858 р. з'явилися роботи щодо кольорового світла, отриманого пропусканням звичайного світла крізь кольорове скло, забарвлені розчини або розкладанням за допомогою призми. Експериментальні умови в різних дослідників не були синхронізованими і дали суперечливі результати, переважно, з таких причин:

- не монохроматичні, а змішані тони світла після проходження через скло;
- не стандартизована товщина скла;
- не фіксовані сила світла й освітленість об'єктів дослідження [13].

Тому достовірно специфічну дію окремих кольорів спектра встановлено не було [15].

У 1853 р. Г. Г. Грассман (H. G. Grassmann), на основі експериментальних досліджень, вивів три закони оптичного або адитивного (додаванням) змішування кольорів – оптичного відчуття, яке утворюється від злиття в очі декількох монохроматичних світлових потоків [14].

У 1876 р. – Понц (Poncz) уперше застосував кольорове світло для лікування душевно хворих [16]. У 1891 р. розпочато застосування в терапії світла окремих кольорів (хромотерапія), здебільшого червоного й синього. Прикладом є рефлектор А. В. Мініна з синьою лампою [17].

У 1893 р. Б. Фрідлендер (B. Friedländer) запропонував замість сонячного світла використовувати з терапевтичною (лікувальною) метою електричне світло [18] вольтової дуги, яке містило значну кількість ультрафіолетових променів [15].

У 1894 р. американським лікарем Ж. Н. Келлогом (J. H. Kellogg) у медицину введені світлові електричні ванни з лампами розжарювання (рис. 1). Потім хімік К. А. В. Гібгардт (K. A. W. Gebhardt) заснував у Берліні перший світлолікувальний заклад [18].

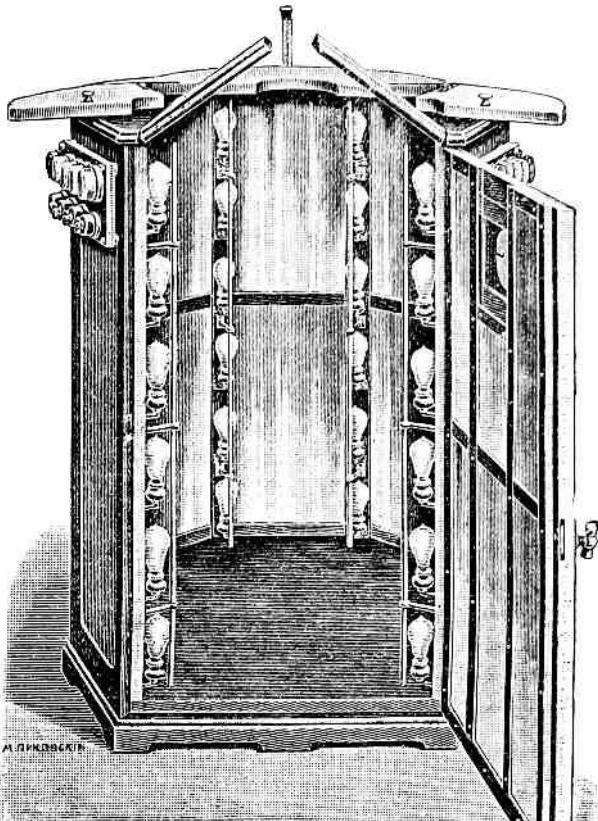


Рис. 1. Світлова електрична ванна або ящик Келлога [38]

Терапевтична дія зазначених електричних ванн полягала у впливі на потовиділення [17] через значне інфрачервоне (88...90 % [19]) випромінювання ламп розжарювання [15].

У 1895 р. – Лахман (Lahmann) і Цігельрот (Ziegelroth) звернули увагу на можливість світлового лікування поверхневих бактеріальних інфекцій. Однак, потужності застосовуваного ними світла вольтової дуги, яке направлялося шляхом відбиття, було недостатньо для лікувального ефекту [15].

У 1895 р. на базі дослідження Г. Бахнера (H. Buchner) та Гейслера щодо бактерицидної дії сонячного світла Н. Р. Фінсен (N. R. Finsen) використовував для опромінення хворої шкіри концентроване світло: сонячне або електричне вольтової дуги (багате на ультрафіолетове випромінювання). За допомогою спеціального обладнання (рис. 2) він вилучав через поглинання інфрачервоні теплові промені і концентрував ультрафіолетові [15].

У 1896 р. в Копенгагені на приватні пожертвування було засновано публічний науковий інститут «Медичний світлолікувальний інститут Фінсена», який мав два відділення: науково-експериментальне та практичне.

У дослідженнях, виконаних у цьому інституті, автори прийшли до наступних висновків:

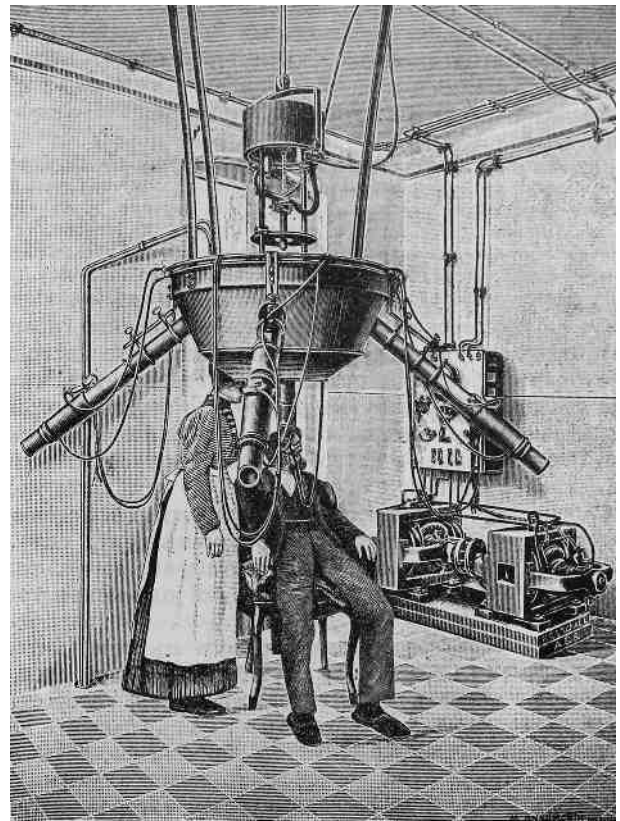


Рис. 2. Фінзенівський апарат для лікування «холодним» світлом [38]

- усі частини спектра затримують розвиток бактерій;
- дія окремих частин спектра на затримку росту і знищення бактерій зростає помірно до фіолетових променів, а починаючи з них – зростає різко;
- найсильніший вплив мають фіолетові й ультрафіолетові промені.

Н. Р. Фінсен був представлений до Стокгольмської Нобелівської премії в галузі наукової медицини [18, 20, 21].

У 1900 р. В. В. Филипович вивчав пропускну здатність кольорових середовищ. Він використовував анілінові фарби, нанесені на скляну пластинку, ситець, різнокольорові скло й папір. Він прийшов до висновку, що для ультрафіолетового випромінювання сонця зелений колір є найбільш непроникним, а синій – найбільш проникним [22].

У 1904 р. у світлолікувальному кабінеті клініки В. М. Бехтерева в межах свого дисертаційного дослідження А. П. Розен створив і випробував першу (і на той час єдину) світлову ванну загальної дії. Використано світло ламп розжарювання з вилученими поглинанням тепловими променями. Таким чином, застосовувалося світло переважно видимого діапазону [13].

У 40-ві рр. XX ст. С. Краков встановив, що



червоне світло стимулює симпатичний відділ вегетативної нервової системи, а синє світло – парасимпатичний. Пізніше, Р. Джерард виявив феномен підвищення артеріального тиску під дією червоного світла і його зниження під дією синього [23].

У 1960 р. Т. Майманом продемонстровано перший лазер (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, що в перекладі означає: посилення світла за допомогою вимушеного випромінювання) [24, 25]. Лазерне випромінювання відрізняється від природного світла важливими характеристиками, серед яких:

- монохроматичність;
- високий рівень когерентності (високий рівень упорядкованості світлового поля) [24];
- паралельність світлового пучка;
- висока інтенсивність [25].

На сьогодні лазер активно застосовується в різноманітних галузях, зокрема, у медицині [26].

У 80-ті рр. ХХ ст. у фізіотерапії з'явилися фототерапевтичні апарати, переважно лазери, які випромінювали поляризоване світло у вузькому хвильовому діапазоні. Подальший розвиток цього напрямку привів до створення пристроїв, які генерують поляризоване некогерентне та низькоенергетичне світло видимого й інфрачервоного діапазону (наприклад, БЮ-ПТРОН з лінійно-поляризованим світлом) [27].

У 1983 р. з використанням сучасної виміральної техніки Ріманн оновив дані щодо абсорбційних властивостей і характеристик світлопроникності крові та її складових частин. Вони підтвердили матеріали Шуберта і Коллата-Зурманна. Ці результати вплинули на розвиток і виробництво нових приладів для опромінення крові. Наприклад, для лікування дітей, уражених жовтяницею (гіпербілірубінемією), було розроблено спеціальні прилади і методики. За основу взято те [28], що видиме (блакитне) світло впливає на шкіру новонароджених і перетворює білірубін плазми з токсичної в нетоксичну форму [27].

На сьогодні дослідження специфіки психофізіологічного впливу й використання світла людиною продовжується як закордоном, так і в Україні в межах різноманітних наукових напрямків. Сучасні роботи характеризуються більшою зосередженістю на видимій частині оптичного діапазону електромагнітного випромінювання, порівняно з дослідженнями кінця ХІХ – першої половини ХХ століття, увага в яких концентрувалася переважно на властивостях ультрафіолетової й інфрачервоної ча-

стин спектру. Для даної статті серед таких робіт найбільш важливими є ті, що стосуються хроматичного світлового випромінювання.

Так, О. П. Мельниченко встановив, що використання опромінення інкубаційного яйця (курячого та перепелиного) монохроматичним червоним світлом (довжина хвилі  $\lambda=630$  нм, інтенсивність  $I=0,01$  мВт/см<sup>2</sup>) протягом 180 с на початку терміну зберігання дозволяє прискорити темпи раннього ембріонального розвитку птаці, знизити ембріональну смертність і підвищити виводимість молодняку [29]. Для лікування усіх видів амбліопії Л. В. Венгер рекомендує метод фотостимуляції центральної зони сітківки низькоенергетичним монохроматичним імпульсним світлом при оптимальному режимі світлового впливу в жовтій частині спектра ( $\lambda=550...580$  нм) [30].

О. Г. Селезньов розробив метод латерально-стрессового кольоропрограмування на основі засвічування сітківки очей (червоно-фіолетовим або помаранчево-фіолетовим світлом з частотою мерехтіння 10 Гц). Його пропонується застосовувати в наркологічних диспансерах для лікування хворих із І–ІІ стадіями хронічного алкоголізму без явних ознак алкогольної деградації особистості [31].

Ю. О. Васильєва створила нову конструкцію освітлювача волоконних ендоскопів зі світлодіодами. Вона дозволяє істотно підвищити ефективність використання ендоскопів при дослідженні й лікуванні органів вуха-горла-носа [32]. І. В. Прокопенко виявив, що лімфоцити периферичної крові здорових донорів виявляють спектрально-залежну чутливість до когерентного і некогерентного світла [33].

В. В. Пантьо зі співавторами встановлено, що світлодіодне випромінювання червоно-інфрачервоного та синьо-інфрачервоного діапазонів, яке генерують апарати Medolight, може використовуватися для комплексної терапії поверхневих гнійно-запальних процесів, зумовлених *Staphylococcus aureus* [34]. А. Л. Косаковський зі співавторами виявили, що використання як червоного монохроматичного, так і синього монохроматичного світла в комбінації з інфрачервоним випромінюванням при лікуванні пацієнтів з гострими вірусними та бактеріальними захворюваннями вуха, горла та носа пришвидшує зменшення симптомів захворювання і покращує функції ЛОР-органів [35].

С. А. Гуляр характеризує ефективне застосування поляризованого поліхроматичного світла із ближнім інфрачервоним компонентом ( $\lambda=480...3400$  нм) у хірургії [36]. Наведено

позитивні результати клінічних досліджень можливості зменшення больового, запального, набрякового, алергійного та інших синдромів.

Окрім наукових праць досить поширеними є філософські роботи метафізичного характеру, наприклад [37]. У них досліджуються різні аспекти взаємодії світла і людської свідомості.

Залежність людської діяльності та людського життя від світла стає помітною з його впливу на психологічний стан людини. Як правило, яскраві сонячні дні супроводжуються підвищенням працездатності, енергійності і життєрадісності, похмурі ж – емоційно пригнічують [15].

Так, Ф. Ніцше у листах до своєї сестри, говорив: «При похмурому небі я в буквальному сенсі інша людина: я жовчний, злий на себе, а іноді і на інших» [38]. Н. Тесла у своїй автобіографії зазначав, що більшість людей «відчують раптову хвилю смутку й ламають собі голову над поясненням, хоч могли б зауважити, що це спричинила хмара, яка затулила собою сонце» [39]. У багатій на сонячні дні Італії, взагалі, існує приказка «Dove va il sole, non va il medico» – куди доходить сонце, туди не приходять лікарі [17].

Усі ці приклади, однак, стосуються природного освітлення, яке, як відомо, значно відрізняється за спектральним складом від штучних джерел світла. Тому, якщо узагальнити історію застосування штучного світла з метою лікування, то можна констатувати використання в медичному світловому обладнанні джерел з електромагнітним випромінюванням переважно одного з основних проміжків оптичного діапазону:

- інфрачервоного,
- ультрафіолетового,
- видимого.

Хоча кожен з цих проміжків має декілька напрямків фізіологічного впливу, але їх можна охарактеризувати за основною дією на організм людини:

- інфрачервоне випромінювання – тепловою;
- ультрафіолетове – гігієнічною;
- видиме – забезпеченням зорової функції.

На початку ХХ століття коротко називали:

- червоні та інфрачервоні – тепловими променями;
- ультрафіолетові разом з синіми і фіолетовими – хімічними променями;
- жовті і зелені – світловими променями [15].

Серед сучасного обладнання із застосуванням переважно одного з цих трьох видів ви-

промінювання можна навести основні приклади. Інфрачервоні сауни використовують інфрачервоне випромінювання. У саунах вживаються ультрафіолетові промені. Устаткування для нормалізації циркадного ритму [40] використовує видиме світло з колірною температурою близько 6500 К, аналогічною до колірної температури денного світла опівдні.

Окрім обумовленості фізіологічного впливу спектральним складом випромінювання, сучасне штучне світло може специфічно впливати на людину залежно від таких його властивостей як, наприклад, монохроматичність, наявність і вид поляризації (лінійна чи кругова [25]) або когерентність.

У межах даного дослідження більш детального розгляду потребує поняття монохроматичності. Монохроматичність – це наявність у світловому потоці випромінювання практично тільки однієї довжини хвилі, нм [25] (точніше, випромінювання, в якому довжина хвилі, що його складають, відрізняється не більше, ніж на десяти частки нанометра [19]). Грецькою мовою моно (μόνο) означає одно, хрома (χρῶμα) – колір. Монохроматичний значить однокольоровий [14].

Тривалий час отримання чистого монохроматичного світлового випромінювання було технологічно не простим завданням. Так, кольорові водні розчини, як і кольорове скло, загалом пропускають суміш променів, серед яких, у переважній більшості, містяться промені певної довжини хвилі [41]. І, хоча сучасні виробники обладнання для світлового лікування (наприклад, Zepter-Biopton AG [27]) використовують кольорові фільтри зі скла інтенсивного і стабільного кольору [23], все ж, застосування джерел світла, які безпосередньо випромінюють монохроматичне світло є більш перспективним.

Першими джерелами подібного світла стали лазери, випромінювання яких характеризується як монохроматичністю [25], так і когерентністю [42]. Поява сучасних світлодіодів з високою світловою ефективністю привнесла як у галузь світлового лікування, так і у галузь повсякденного штучного освітлення, джерело некогерентного монохроматичного світла.

Особливістю кольорового світлодіодного освітлення є переважне використання для його утворення світлодіодів з монохроматичним випромінюванням трьох основних кольорів: червоного, зеленого, і синього. Завдяки імітації специфіки сприйняття кольору червоно-, зелено- і синьо-чутливими рецепторами (колбочками) сітківки ока людини, RGB-техноло-

гія забезпечує значну кількість кольорових відтінків і недоступний раніше рівень чистоти хроматичного (кольорового) світла. У цьому контексті, необхідно детальніше розглянути поняття кольору.

Загалом, усі кольори, які зустрічаються у природі, діляться на [14]:

- ахроматичні – білий, чорний і відтінки сірого;
- хроматичні – усі кольори, крім ахроматичних.

Хроматичні кольори відрізняються один від одного кольоровим тоном, який залежить від довжини хвилі:

- червоний – 760–620 нм;
- помаранчевий – 620–585 нм;
- жовтий – 585–575 нм;
- жовто-зелений – 575–550 нм;
- зелений – 550–510 нм;
- блакитний – 510–480 нм;
- синій – 480–450 нм;
- фіолетовий – 450–380 нм [43].

Будь-який колір для ока характеризується трьома основними параметрами: кольоровістю, яскравістю й насиченістю (чистотою). Кольоровість дає якісну характеристику кольору, яка залежить від ступеня розбавлення спектрального кольору білим світлом, а яскравість – кількісну характеристику. Спектральні (монохроматичні) кольори є найбільш насиченими (найчистішими).

Кількість кольорових тонів, які розрізняються оком людини, – близько 180. Оптичне відчуття, яке утворюється від злиття в оці декількох монохроматичних світлових потоків, носить назву оптичне або адитивне (додавання) змішування кольорів. Г. Г. Грассманом, на основі експериментальних досліджень, було виведено три закони оптичного змішування кольорів, які експериментально підтверджені Д. К. Максвелом, Г. Л. Ф. Гельмгольцем та ін. [14]:

- для будь-якого кольору є такий інший колір, від змішування з яким отримується колір ахроматичний: білий або сірий. Такі два кольори називають додатковими. Для променів зеленої ділянки спектра немає монохроматичних додаткових променів. Додатковими до зеленого є пурпурні, які самі виникають в результаті змішування червоних і фіолетових променів;
- якщо в оці змішуються кольори не додаткові, а розміщені в кольоровому колі близько один до одного, а це усі кольори, окрім додаткових, то виникає від-

чуття нового хроматичного кольору, кольоровий тон якого лежить між змішаними кольорами;

- кольори, які виглядають однаково, дають суміші, які теж виглядають однаково, незалежно від відмінностей у фізичному складі кольорових подразників, які змішуються.

На сьогодні, вже є певний експериментально-клінічний досвід, який говорить про помітний психофізіологічний вплив кольорового монохроматичного світла і підтверджує можливість отримання лікувальних ефектів за допомогою його застосування [23]. Далі, наводиться узагальнення відомої щодо цього питання інформації.

Дослідження впливу кольорового світла на нервову систему проводив А. Ф. Акопенко при клініці проф. В. М. Бехтерева, вивчаючи швидкість сприйняття окремих звуків та проведення числових розрахунків під час перебування піддослідного в кімнаті з різним кольоровим склом. Він дійшов до таких висновків [16]:

- чим ближче до червоної межі спектра, тим більше прискорення психічних процесів;
- під впливом жовтого світла ні настроїв, ні швидкість сприйняття не змінюються;
- зелене світло пригнічує, уповільнюючи хід психічних процесів;
- пригнічення зростає у напрямку до фіолетового світла, яке при тривалій дії може викликати головні болі;
- промені всіх кольорів справляють найбільший вплив протягом першої години своєї дії;
- дія всіх кольорів продовжується і після припинення кольорового освітлення, коли піддослідний знаходиться в денному світлі;
- дія всіх кольорів є найбільш сильною в перші дні, коли ще не утворилася звичка.

Таким чином, забарвлення навколишнього середовища так чи інакше впливає на психіку людини, а при сприйнятті кольору в чуттєвості відбувається якась «активна» робота, яка викликає симпатію чи антипатію та позначається на розумовій діяльності [38].

І. І. Шиманко зазначає, що різні кольори видимого спектра неоднаково впливають на нервово-психічну сферу. Він наводить такі данні щодо їхнього впливу [44]:

- промені, які лежать ближче до червоної частини спектра, діють з поживленням і збудженням;
- промені середньої частини спектра –

жовті і зелені – заспокоюють;

- сині і фіолетові промені пригнічують.

Стосовно впливу на настрій людини усі кольори найчастіше поділять на дві групи [45]:

- такі, що підбадьорюють, пожвавлюють, збуджують – червоно-жовті;
- такі, що пригнічують – синьо-фіолетові.

Відтінки зеленого вважаються індиферентними.

Отже, на сьогодні встановлено, що світло та колір впливають і на функціонування організму людини, і на її емоції [46].

Для подальшого розвитку концепції даного дослідження необхідно визначитися з тим, які основні емоції можна ідентифікувати опитуванням осіб під час їхнього перебування у світловому середовищі певного кольору. Відомо [47], що емоції мають відповідні фізіологічні прояви. Вони виражаються фізично (через жести, вираз обличчя тощо) та є результатом конкретних подій і часто призводять до дій. П. Екман (P. Ekman) виокремлює сім універсальних емоцій [48, 49]:

- радість;
- сум;
- презирство;
- страх;
- відраза;
- подив;
- гнів.

Ж. Леду (J. LeDoux), який вивчав біологічні основи пам'яті й емоцій, встановив [50], що коли люди відчувають певні емоції, активуються відповідні ділянки мозку. Для встановлення того, яку саме емоцію відчував індивід у хроматичному світловому середовищі, можна застосовувати не лише психологічне опитування,

а й певні фізіологічні заміри та фіксацію наявної в цей період мозкової активності.

Стосовно фізіологічного впливу кольорового (хроматичного) світла на людину, то перше слід звернути увагу на те, що шкіра й тканини під нею поглинають видиме випромінювання по-різному. Це залежить від властивостей самої шкіри і тканин, а також від довжини хвилі випромінювання.

Так, фіолетові, сині і майже усі зелені промені поглинаються шкірою (лише 5% зелених променів досягають підшкірної клітковини). Промені червоного кольору, до 30% від загального потоку, проникають у підшкірну клітковину й глибші тканини. Найбільш глибоко (більше 1 см від поверхні шкіри) проникають довгохвильові червоні промені (700–760 нм) [19].

Як відомо, механізм взаємодії світла з речовиною проявляється в його електричній, хімічній, тепловій і механічній діях [14]. Тому при поглинанні енергії світлового потоку атомами й молекулами тканин організму відбувається її перетворення в інші види енергії – теплову та хімічну [19].

За сучасними уявленнями світло має властивості як електромагнітної хвилі, так і потоку часток – фотонів (хвильова і корпускулярна теорії). Характеристикою хвильових властивостей світла є частота коливань і пов'язана з нею довжина хвилі у вакуумі. Чим коротшою є довжина світлової хвилі, тим більшою є енергія її кванта (табл. 1) [19]. Ця характеристика багато в чому визначає дію світлового випромінювання при поглинанні організмом світлової енергії.

Таблиця 1

Довжина хвилі і величина енергії квантів світла (за [19]).

Довжина хвилі, нм	Вид випромінювання	Енергія кванта, кДж
1000	Короткі інфрачервоні промені	118,9
760	Межа видимого світла	157,0
700	Червоні промені	170,4
580	Жовті промені	205,2
530	Зелені промені	225,7
420	Фіолетові промені	283,4
400	Межа видимого світла	300,2
300	Ультрафіолетові промені	396,9
200	Короткі ультрафіолетові промені	595,8



Адже відомо, що основним базисом для світлолікування слугують:

- закон Гротус-Дрепера (Grothus-Dräper), за яким хімічну дію може справляти тільки поглинутий промінь;
- дослідження Бунзена і Роско, за якими всі промені можуть діяти хімічно за умови їхнього поглинання.

Ці висновки підтверджуються у подальших наукових роботах. К. А. Тімірязєв так формулює основні закони фотохімії:

- всі світлові хвилі, незалежно від їхньої довжини, можуть діяти хімічно;
- діють тільки поглинуті тілами хвилі;
- хімічна дія хвиль залежить від їхньої енергії [16].

Сучасними дослідженнями встановлено, що під впливом світла в організмі людини:

- збільшується енергетична активність кліткових мембран;
- приводяться в дію регенераційні процеси;
- відбувається позитивний вплив на імунну захисну систему і нервові закінчення [51].

Історично, коли в фізіології виникло питання про світловий вплив на організм людини, мова йшла про дію усього оптичного спектра без явного диференціювання на видиме, ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання. Після того, як була з'ясована особлива біологічна активність ультрафіолетових променів та їхня здатність синтезувати вітамін D, майже уся увага приділялася їхньому вивченню [1].

З іншого боку, на сьогодні відомо, що видиме світло пов'язане не лише з зоровими відчуттями. Сітківка ока містить, окрім колбочок і паличок, інші світлочутливі (гангліозні) клітини. Вони слугують для сприйняття сигналів і їхньої подальшої передачі шишкоподібній залозі.

Виявилось, що видиме випромінювання впливає на гормональну діяльність людини. Воно запускає її внутрішній годинник [28] та добові ритми активності цілого ряду фізіологічних процесів [45]. Встановлено, що недоотримання світла вранці і його велика кількість вночі, особливо в блакитному діапазоні 460...500 нм, можуть призвести до порушень циркадного ритму людини та проблем із засинанням. Це стимулювало активні дослідження щодо впливу на живі організми синього монохроматичного світла.

Наприклад, нещодавнє вивчення впливу синього світлодіодного освітлення на звичайних плодових мушок *Drosophila melanogaster*

показало, що воно пришвидшує процеси старіння [52]. Також було виявлено, що опромінення блакитним світлом усього тіла людини (450 нм протягом 30 хв) знижує артеріальний тиск та ризик розвитку серцево-судинних захворювань [53].

Важливою подією стало опублікування нової позиції Міжнародної комісії з освітлення (CIE) щодо невізуального впливу світла у другому виданні «Рекомендацій щодо належного світла в належний час» [54].

Разом з тим, широких і комплексних досліджень психофізіологічного впливу на людину монохроматичного світла різних кольорів, а також складного кольорового RGB-світла, поки що не проводилося. На необхідності проведення міждисциплінарних науково-дослідних робіт щодо впливу оптичного випромінювання на життя й здоров'я людини наголошував І. Фіш (J. Fisch) [28]. На його думку, техніки, фізики, біохіміки й медики повинні об'єднати зусилля для вивчення взаємодії оптичного випромінювання з людиною в цілому і з її окремими органами з урахуванням умов навколишнього середовища.

Загалом, світло впливає на організм такими шляхами [55]:

- переважно через зоровий аналізатор;
- через шкіру;
- безпосередньо на органи;
- комбіновано.

Відповідно, зміни, викликані світлом, розділяються на дві головні групи [17]:

- прямі – безпосередні;
- непрямі – опосередковані, тобто реагують частини тіла чи системи органів, які безпосередньо не піддавалися опроміненню.

З усього сказаного можна узагальнити, що у повсякденному житті світло впливає на людину як через локальну дію, так і через навколишнє середовище [16]. З терапевтичною метою світло застосовується [15]:

- у вигляді сонячної чи штучної світлової ванни, яка діє на весь організм;
- у вигляді місцевої дії світлових променів.

**Формулювання цілей статті.** Метою статті є формування і викладення концепції міждисциплінарного дослідження впливу хроматичного світлового середовища на людину.

**Основна частина.** Задля створення концепції дослідження впливу випромінювання виключно видимого діапазону необхідно обрати її прототип для подальшого розвитку. Таким є світлова ванна (рис. 3), спроектована і випробувана А. П. Розеном.



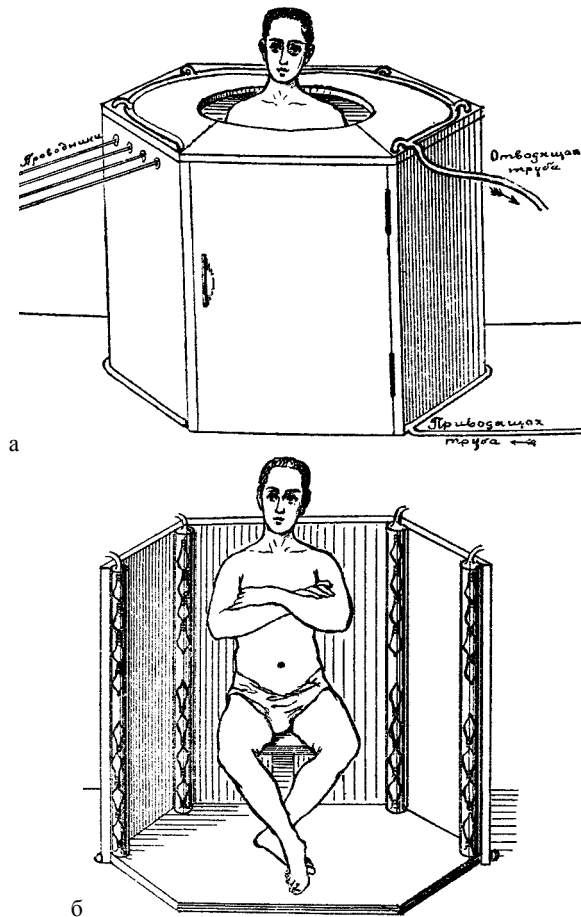


Рис. 3. Світлова ванна А. П. Розена з виключеним тепловим впливом ламп розжарювання [13]: а – у закритому стані; б – вид зсередини

Основою цього наукового дослідження стало порівняння впливу світла ламп розжарювання з наявним і усунутим тепловим випромінюванням на морфологічний склад крові, пульс, температуру й масу тіла здорових людей. Для вилучення теплового випромінювання використовувалось охолодження ламп водою з водопроводу. Завдяки цьому температура всередині ванни не підвищувалася.

У результаті дослідження А. П. Розен встановив [13], що дія світлових ванн (з виключеним тепловим впливом) покращує загальний стан піддослідних:

- самопочуття було відмінним, відчувалася легкість рухів;
- знижувалася втомлюваність;
- сон був міцним і підбадьорював;
- настрої ставав гарним.

Усі піддослідні після завершення експерименту виявили бажання продовжувати застосування світлових ванн з метою покращення свого загального самопочуття.

Цікавим є те, що А. П. Розен проводив процедуру для учасників експерименту зранку в проміжку з сьомої до дев'ятої години ранку

[13]. Це відповідає вимогам сучасної світлової терапії для підтримки біологічного годинника людини, сеанси якої проводяться зранку і припиняються ввечері.

Висновки А. П. Розена щодо позитивного впливу його світлових ванн на загальне самопочуття, якість сну і працездатність піддослідних, збігаються з ефектом від сучасної методики коригування циркадного ритму. Однак, у його досліді світло впливало лише через тіло людини (рис. 3 а) без подразнення зорового аналізатора з його невізуальними рецепторами.

При використанні ультрафіолетового випромінювання, навіть у терапевтичних дозах, необхідно враховувати близькість лікувальних і руйнівних впливів для унеможливлення віддалених негативних наслідків [27]. При використанні випромінювання видимого діапазону подібної небезпеки немає, але питання дозування залишається важливим. Адже застосування випромінювання недостатньої потужності може завадити виявленню його помітного фізіологічного впливу. Тому для визначення орієнтовних параметрів кольорового світла можна скористатися вже відомими даними щодо білого освітлення, достатнього для фізіологічного впливу з метою корекції циркадного ритму людини [40]:

- яскравість світної поверхні повинна бути близько  $8000 \text{ кд/м}^2$ ;
- площа світної поверхні має бути якомога більшою з максимально рівномірним розподілом яскравості;
- залежно від відстані до приладу освітленість повинна становити від 2000 до 10000 лк.

У звичайних умовах середовища життєдіяльності сприйняття людиною світла носить складний характер і не обмежується світловим впливом лише через очі або лише через шкіру чи будь-яку локальну частину тіла. Тому для комплексного дослідження впливу кольорового світла на людину необхідне створення хроматичного світлового середовища, яке б сприймалося усім організмом одночасно, аналогічно до того як сприймається світлове середовище у повсякденному житті. За таких умов, буде забезпечено:

- невізуальний вплив:
  - через шкіру;
  - невізуальні рецептори ока;
- візуальний вплив – через зоровий аналізатор.

При дії на зоровий аналізатор світло формує візуальне сприйняття, яке усвідомлює-

ться людиною. З одного боку, це відкриває додаткові можливості щодо психологічного опитування учасників експерименту. З іншого боку це створює додаткові складності щодо чистоти сприйняття кольору через семантичні нашарування й впливи форми простору та його елементів на те, що саме усвідомлюється людиною. Адже довготривалий культурний розвиток сформував у людській свідомості стійкі смислові зв'язки не лише між звичними об'єктами навколишньої реальності і їх кольором, але, навіть, між абстрактними геометричними формами й кольором. Виходом з цієї ситуації є забезпечення хроматичного середовища, вільного від будь-яких семантичних нашарувань, за допомогою створення простору без меж, які б могли візуально сприйматися.

В. В. Кандинський зазначав, що «Колір не допускає безмежного поширення. Безмежне червоне можна лише мислити або духовно споглядати» [9]. Проте сучасне мистецтво на сьогодні має низку прикладів різних творчих експериментів з формування «безмежних» світлових середовищ, що змінюють сприйняття простору і не обтяжують свідомість глядача семантичним значенням жодної з форм. Це окремі проекти Дж. Таррелла і О. Еліассона, які були проаналізовані у попередніх роботах автора [56].

У межах даної статті найближчою до необхідного конструктивного рішення є робота «D-N SF 12 PG VI», 2012 р., відомого світлодизайнера Д. Вілера (D. Wheeler), яка експонувалася як частина виставки «The illusion of light» в галереї Палаццо Грасці (Palazzo Grassi, м. Венеція, Італія) з 13 квітня по 31 грудня 2014 р. Цей світловий простір сприймається при перебуванні в ньому як безперервне та нескінченне середовище без кутів і стін. Такий ефект досягається тим, що представлена конструкція складається з півсфери, внутрішня частина якої вистелена цільним (без швів і стиків) матовим покриттям білого кольору, яке освітлюється яскравим білим світлом таким чином, що об'єкти в утвореному світловому середовищі (відповідно і глядач, який в це середовище потрапляє) не відкидають тіней.

У контексті даного дослідження, незважаючи на свою концептуальну і конструктивну близькість до необхідного рішення, інсталяція «D-N SF 12 PG VI» все ж не може бути абсолютним аналогом через принципову невідповідність світлових властивостей. Адже її світлове середовище створюється світлом, рівномірно відбитим від поверхонь навколишнього оточення. А для вирішення поставлених у за-

пропонованому дослідженні завдань, світлове середовище шуканого простору повинно створюватися світлом, яке рівномірно випромінюється поверхнями, які оточують піддослідного.

Прикладом простору з такими світловими властивостями може слугувати Маррагіум (Marraquium) у Бостонській бібліотеці Меррі Бейкер Едді (Mary Baker Eddy Library). Це – своєрідна сфероподібна конструкція у формі глобуса з освітлених вітражів, спроектована архітектором Ч. Л. Черчиллем (Ch. L. Churchill) і відкрита для публіки в 1935 р. (рис. 4). З самого початку Marraquium освітлювався звичайними електричними лампами, розміщеними поза сферою (з її зовнішнього боку). Потім освітлення змінилося на світлодіодні світильники з можливістю програмування змін кольору освітлення [57].



Рис. 4. Маррагіум у бібліотеці Меррі Бейкер Едді: а – внутрішня частина для відвідувань; б – тильна частина з освітлювальними конструкціями (за [57])

Конструкція простору для проведення дослідження впливу хроматичного світлового середовища на людину не повинна повторювати рішення, використані у наведених вище прикладах. Але обов'язковою є рівномірна цілісність (без швів і стиків) внутрішньої поверхні простору – аналогічно до роботи Д. Вілера та рівномірна світлимість цієї внутрішньої поверхні – аналогічно до вітражів з Marraquium. Форма простору не повинна повторювати сферу. Для створення ілюзії безмежності середовища зі світловою внутрішньою поверхнею може бути доречним застосування паралелепіпеда чи куба

з кутами і ребрами із значним заокругленням. Таке рішення форми простору більш прийнятне для забезпечення високого рівня освітленості об'єкта (людини) залежно від відстані до світлової поверхні.

Тривалість перебування учасників досліду в хроматичному середовищі можна визначити на основі відомих даних стосовно тривалості світлових ванн.

Так, за С. Б. Вермелем тривалість світлової ванни коливається від 10 до 25...30 хвилин [16], а ванни А. П. Розена тривали по 20 хв [13]. Таким чином, період від 10 до 20 хв. залежно від індивідуального самопочуття людини є оптимальним для її перебування в хроматичному світловому середовищі під час проведення досліду.

Будь-який витвір візуального мистецтва (окрім концептуального) в першу чергу апелює до емоцій глядача. Колір давно визнаний мистцями як найбільш потужний інструмент емоційного впливу. Тому емоції є тією ланкою, що пов'язує естетичне враження з психологічним сприйняттям і можливим фізіологічним впливом кольорового світла.

Відкриття світлової залежності секреції мелатоніну, особливо від блакитної частини спектра, звертає увагу на можливості різноманітного впливу світла різних кольорів на гормональну систему людини. Тому психологічно встановлене естетично-емоційне враження від перебування у хроматичному середовищі може стати підґрунтям для визначення медиками переліку гормонів і фізіологічних реакцій, зміни в яких доречно визначати після або під час перебування людини під комплексною дією кольорового світла.

У межах світлодіодної RGB-системи серед досліджуваних кольорів можуть бути:

- монохроматичні:
  - червоний;
  - зелений;
  - синій;
- їхні прості суміші:

- жовтий – червоний і зелений;
- блакитний – синій і зелений;
- пурпурний – червоний і синій.

Обов'язковою умовою є однаковість яскравості світлової поверхні простору й освітленості від неї як при різних монохроматичних кольорах, так і при їхніх сумішах.

**Висновки.** Запропонована і теоретично обґрунтована концепція міждисциплінарного дослідження естетичного, психологічного й фізіологічного впливу хроматичного світлового середовища на людину дозволяє отримувати результати для розробки як методик світлолікування, так і рекомендацій щодо створення комфортного світлового середовища приміщень. У процесі дослідження виявлено, що основними умовами практичного втілення цієї концепції є:

- забезпечення в межах середовища для проведення дослідження комплексного впливу хроматичного освітлення на користувача як через органи зору, так і через шкіру;
- організація цілісного, безперервного і позбавленого будь-яких додаткових семантичних нашарувань хроматичного світлового середовища;
- унеможливлення проявів блискавості та засліплення користувача шляхом використання для дослідження простору, який складається з внутрішніх поверхонь із рівномірно розсіяним освітленням помірно яскравості;
- одночасний комплексний аналіз естетичного, психологічного і фізіологічного впливу кольорового світла на користувача в середовищі його перебування.

**Перспективи подальших досліджень.** У майбутньому доцільно виявити та проаналізувати основні показники комфортності для користувача світлового середовища з метою визначення шляхів підвищення його енергоефективності без втрат якості освітлення.

## Література

1. Попов Н. А. О физиологическом действии физических агентов. I. Ультрафиолетовые лучи, лучи видимого спектра, частотеренные токи и высокочастотное поле / Н. А. Попов. – МЕДГИЗ, 1940. – 228 с.
2. Luger Research e.U. CIE Calls for Focused Research Efforts to Support Healthful Lighting Recommendations // LED professional (The Global Information Hub for Lighting Technologies) [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.led-professional.com/resources-1/articles/cie-calls-for-focused-research-efforts-to-support-healthful-lighting-recommendations>. - Дата публікації 25.09.2017.
3. Офіційний сайт CIE (International Commission on Illumination) Міжнародної комісії з освітлення [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.cie.co.at/>. - Дата звернення 06.02.2020.
4. Світлодіоди: Новинки. Практика. Перспективи. Офіційний каталог виставки світлодіодного освітлення LED expo. Матеріали конференції LED Progress. 13-15 вересня 2017 р. - 128 с.
5. Care, Caution & Awareness Are Needed When Using LED Lights // LED professional (The Global Information



- Hub for Lighting Technologies) [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.led-professional.com/resources-1/articles/care-caution-awareness-are-needed-when-using-led-lights>. - Дата публікації 16.12.2019.
6. Charlotte & Peter Fiell. 1000 Lights / С. Fiell, P. Fiell. - Köln: TASCHEN GmbH, 2013. – 639 p.
7. Oksanen J. Design Concepts in Architectural Outdoor Lighting Design Based on Metaphors as a Heuristic Tool / Julle Oksanen // Aalto University publication series Doctoral Dissertations 73/2017 - Helsinki, Finland : Aalto University School of Arts, Design and Architecture Department of Architecture Printed by Unigrafia, 2017. - 294 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://shop.aalto.fi/media/filer\\_public/8b/25/8b253f49-c052-4249-b518-5f754dd199b5/oksanen\\_verkkoversio.pdf](https://shop.aalto.fi/media/filer_public/8b/25/8b253f49-c052-4249-b518-5f754dd199b5/oksanen_verkkoversio.pdf). – Дата звернення 06.02.2020.
8. Казаков Г. В. Сучасна світлова архітектура: підручник / Г. В. Казаков. – Львів: Видавництво «Растр-7», 2010. – 620 с.
9. Кандинский В. В. О духовном в искусстве / Василий Васильевич Кандинский. - Москва: Издательство «Э», 2016. – 160 с.
10. Чернявский Е. А. Жалюзийные экраны и способы их использования при солнцелечении (геофизические основы гелиоаэротерапии) / Е. А. Чернявский // Узбекский государственный научно-исследовательский институт курортологии и физиотерапии им. Н. А. Семашко. – Ташкент: Типография Объед. изд-ва «Правда Востока» и «Кзыл Узбекистан», 1949. – 60 с.
11. Застосування БІОПТРОН-ПАЙЛЕР-світла в медицині: навчально-методичний посібник для лікарів / за редакцією проф. С. О. Гуляра, проф. А. Л. Косаковського. – Київ: Вид-во ІФБ НАН України та КМАПО МОЗ України, 2006. – 152 с.
12. Ливенцев Н. М. Электричество на службе здоровья (о лечении светом и электричеством) / Н. М. Ливенцев, И. А. Абрикосов, З. А. Кириллова. – М.: МЕДГИЗ, 1956. – 60 с.
13. Розень А. П. О влиянии обших электрических свето-тепловых ванн и световых съ исключениемъ тепла на морфологическій составъ крови здоровыхъ людей: диссертация на степень Доктора Медицины; экспериментальное изследование изъ светолечебнаго отделения клиники душевныхъ и нервныхъ болезней Профессора Академика В. М. Бехтерева / Розень Анатолий Павловичъ; Императорская Военно-Медицинская Академия. – Двинскъ: Типографія «Двинскаго листка», 1904. – 109 с.
14. Тетерина Т. П. Свет, глаз, мозг. Принципы цветолечения. Кн. I. / Т. П. Тетерина – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2000. – 208 с.
15. Rieder H. Светолечение: Съ историческимъ введеніемъ къ светолеченію д-ра Marcuse / H. Rieder; переводъ съ немецкаго д-ра мед. И. А. Шабада. – С.-Петербургъ: Изданіе журнала «Практическа Медицина», 1902. – 82 с.
16. Вермель С. Б. Медицинское светолечение (биологическое и лечебное действие света): руководство для врачей и студентов, изд. 2-е, переработ. / С. Б. Вермель. – Москва: автор, типо-лит. ЦУП ВСНХ «Новая Деревня», 1926. – 215 с.
17. Гаусманн В. Руководство по светолечению / В. Гаусманн (W. Hausmann), Р. Фольк (R. Volk) и др.; под ред. С. А. Бруштейна; перевод с нем. Э. Б. Соловейчика. – Государственное медицинское издательство, 1929. – 393 с.
18. Дитрихъ Г. Лечение светомъ и его примененіе при болезняхъ кожи, почекъ, растройстве обмена веществъ, ревматизме, подагре, волчанке, малокровіи, бледной немочи, общей слабости и т.д. / Г. Дитрихъ; подъ ред. Г. К. Цеханскаго. – М.: Типо-литографія Т-ва И. Н. Кушнеревъ и К<sup>о</sup>, 1903. – 80 с.
19. Шеметило И. Г. Современные методы электро- и светолечения / И. Г. Шеметило, М. Г. Воробьев. – Л.: Медицина, 1980. – 200 с.
20. Финзенъ Нильсъ Р. Светолечение / Нильсъ Р. Финзенъ; въ общедоступномъ изложеніи д-ра И. М. Цирульскаго. – С.-Петербургъ: Типографія журнала «Народное Здравіе», 1901. – 39 с.
21. Серапинъ К. П. Опыты леченія светомъ по Н. Финсен'у. Выпускъ II. (Къ отчету Академической Хирургической Клиники проф. Н. А. Вельяминова за 1899-1900 учебный годъ) / К. П. Серапинъ // Приложение къ Т. V (1900 г.) журнала «Летопись Русской Хирургіи». – С.-Петербургъ: Товарищество «Печатня С. П. Яковлева», 1900. – 12 с.
22. Филипович В. В. Наблюденія надъ химическими лучами солнца / В. В. Филипович. – Одесса: «Славянская» типографія Н. Хрисогелось, 1900. – 8 с.
23. Гуляр С. А. Боль и цвет: лечение болевых синдромов цветным поляризованным светом / С. А. Гуляр, Ю. П. Лиманский, З. А. Тамарова. – Киев - Донецк: Изд-во БИОСВЕТ, 2004. – 122 с.
24. Тарасов Л. В. Оптика рожденная лазером / Л. В. Тарасов. – М.: «Просвещение», 1977. – 143 с.
25. Залесский В. Н. Лазерная медицина на рубеже XX–XXI веков: монография / В. Н. Залесский; предисл. президента НАН Украины, академика Б. Е. Патона. – К.: ЗАО «Віпол», 2010. – 894 с.
26. Современные аспекты лазерной терапии / под ред. В. Д. Попова. – Черкассы: Вертикаль, издатель Кандыч С. Г., 2011. – 608 с.
27. Антология светотерапии. Медицинские БІОПТРОН-технологии (теория, клиника, перспективы): сборник научных трудов / гл. науч. ред.- проф. С. А. Гуляр. – К.: Изд-во Ин-та физиол. им. А. А. Богомольца НАН Украины (цикл «Высокие технологии долголетия»), 2009. – 1024 с.
28. Фиш И. Свет и здоровье / Иоахим Фиш (Joachim Fisch); под редакцией Ю. Б. Айзенберга; перевод с нем. В. П. Жильцова // Новости светотехники. Выпуск 5-6 (32-33). – М.: Дом Света, 2001. – 38 с.
29. Мельниченко О. П. Порівняльна характеристика антиоксидантної системи ембріонів перепелів та курей в нормі та за дії монохроматичного червоного світла: аторэф. дис. ... канд. сільськогосподарських наук: 03.00.13 - фізіологія людини і тварини / Мельниченко Олена Петрівна; Українська академія аграрних наук, Ін-



ститут свинарства УААН. - Полтава, 2008. - 20 с.

30. Венгер Л. В. Использование низкоэнергетического монохроматического импульсного света в восстановительном лечении больных амблиопией: дис... канд. мед. наук: 14.00.08 - глазные болезни / Венгер Людмила Виленовна; Одесский государственный медицинский университет. – Одесса, 2001. – 20 с.

31. Селезньов О. Г. Психотерапевтичне потенціювання латеральної світлотерапії алкогольної залежності: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.01.27 – наркологія / Селезньов Олександр Георгійович; Харківський інститут удосконалення лікарів. – Харків, 1996. – 23 с.

32. Васильєва Ю. О. Світлодіодні освітлювальні системи волоконних ендоскопів для оториноларингології: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.09.07 - світлотехніка та джерела світла / Васильєва Юлія Олегівна; Харківська національна академія міського господарства. - Харків, 2007. - 21 с.

33. Прокопенко І. В. Чутливість нормальних та малігнізованих лімфоцитів до світлового випромінювання видимої ділянки спектру: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 14.01.07 - онкологія / Прокопенко Ігор Вікторович; Національна академія наук України, Інститут експериментальної патології, онкології і радіобіології ім. Р. Є. Кавецького. - Київ, 2005. - 19 с.

34. Пантьо В. В. Вплив світлодіодного випромінювання різних довжин хвиль на інтенсивність росту *Staphylococcus aureus* / В. В. Пантьо, Г. М. Коваль, В. І. Пантьо, С. О. Гуляр // Scientific Journal «ScienceRise:Biological Science», № 4(7), 2017. – С. 16–20.

35. Косаковський А. Л. Досвід застосування червоного і синього ЛЕД-світла з інфрачервоним компонентом при лікуванні захворювань вуха, горла та носа у дітей / А. Л. Косаковський, С. О. Гуляр, І. А. Косаківська, Н. П. Грушецька, Л. А. Шух, Ю. В. Ткаченко // Современная педиатрия 1(89), 2018. – С. 73–79.

36. Гуляр С. А. БИОПТРОН-светотерапия и ресурсы ее применения в хирургии / С. А. Гуляр // Клінічна фотомедицина / Фотобіологія та фотомедицина, 1, 2 '2012. – С. 16–30.

37. Джейкоб Л. Исцеление светом и цветом: практическое руководство / Либерман Джейкоб; пер. с англ. – М.: ООО Книжное издательство «София», 2018. – 256 с.

38. Жук В. Н. Свет-целитель (светолечение). Часть I-я «Целебных сил природы» в общедоступном изложении / В. Н. Жук. – Одесса: Тип. газеты «Одесские новости», 1909. – 248 с.

39. Тесла Н. Мої винаходи. Автобіографія / Нікола Тесла; переклад з англ. Олександри Гординчук. - Львів: Видавництво Старого Лева, 2017. - 132 с.

40. Impact of Light on Human Beings. Licht.wissen 19. - Frankfurt am Main: Fördergemeinschaft Gutes Licht – eine Brancheninitiative des ZVEI e.V., 2014. - 56 p.

41. Глебовській А. А. Лечение светом по N. Finzen'у. О действии концентрированного света Вольтовой дуги на волчанку (*Lupus vulgaris*). (Клиническое и гистологическое исследование из академической хирургической клиники проф. Н. А. Вельяминова). Выпуск III / А. А. Глебовській. – С.-Петербург: Паровая Скоропечатня «Восток» М. М. Гутзапа, 1901. – 167 с.

42. Пагава К. И. Морфо-функциональные сдвиги при воздействии на организм монохроматическим когерентным красным светом / К. И. Пагава; АН ГССР, Ин-т эксперим. морфологии им. А. Н. Натишвили. – Тбилиси: Мецниереба, 1988. – 103 с.

43. Алиева Н. З. Физика цвета и психология зрительного восприятия / Н. З. Алиева. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 208 с.

44. Шиманко И. И. Светолечение / И. И. Шиманко. – М.: Мин. Здрав. СССР, Центральный институт усовершенствования врачей, 1950. – 175 с.

45. Парфенов А. П. Физические лечебные средства. Часть III. Свет: учеб. пособ. для слушателей ВММА и врачей флота / А. П. Парфенов. – Ленинград: Военно-морская медицинская академия, 1953. – 178 с.

46. Бэббитт Э. Д. Принципы света и цвета. Исцеляющая сила цвета / Эдвин Д. Бэббитт (Edwin D. Vabbitt); под редакцией Фейбра Бэррена (Faber Birren); пер. с англ. – К.: «София», 1996. – 320 с.

47. Уэйншенк С. 100 главных принципов дизайна / С. Уэйншенк. - СПб.: Питер, 2012. - 272 с.

48. Экман П. Психология эмоций. Я знаю, что ты чувствуешь / П. Экман. – СПб.: Питер, 2010. – 336 с.

49. Экман П. Психология лжи. Обмани меня, если сможешь / П. Экман. – СПб.: Питер, 2010. – 304 с.

50. LeDoux J. Emotion circuits in the brain / Joseph LeDoux // Annual Review of Neuroscience, 23, 2000. – С. 155–84.

51. Барун В. В. Тепловое воздействие мощного светового облучения на биологические ткани / В. В. Барун, А. П. Иванов. – Минск: Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси, 2003. – 28 с.

52. Blue LED lighting increases ageing, says study // LUX review [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://luxreview.com/article/2019/10/blue-led-lighting-increases-ageing-says-study> . - Дата публікації 21.10.2019.

53. Researchers from the University of Surrey Find that Blue Light Can Reduce Blood Pressure // LED professional (The Global Information Hub for Lighting Technologies) [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.led-professional.com/resources-1/led-reports-roadmaps/researchers-from-the-university-of-surrey-find-that-blue-light-can-reduce-blood-pressure> . - Дата публікації 09.11.2018.

54. CIE Position Statement on Non-Visual Effects of Light - 2nd Edition // LED professional (The Global Information Hub for Lighting Technologies) [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.led-professional.com/resources-1/standardization/cie-position-statement-on-non-visual-effects-of-light-2nd-edition>. – Дата публікації 10.10.2019.

55. Кожин А. А. Физические методы в медицине / А. А. Кожин. – Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2010. – 296 с.
56. Коваль Л.М. Дизайн & LED-технології: монографія / Л. М. Коваль. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. – 132 с.
57. The Mapparium // Mary Baker Eddy Library [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.marybakereddylibrary.org/project/mapparium/?cn-reloaded=1> . - Дата звернення 06.02.2020.

### References

1. Popov N. A. O fiziologicheskome dejstvii fizicheskikh agentov. I. *Ul'traioletovye luchy, luchy vidimogo spektra, chastoperemennye toki i vysokochastotnoe pole*. MEDGIZ, 1940.
2. CIE Calls for Focused Research Efforts to Support Healthful Lighting Recommendations. *LED professional (The Global Information Hub for Lighting Technologies)*, <https://www.led-professional.com/resources-1/articles/cie-calls-for-focused-research-efforts-to-support-healthful-lighting-recommendations>. Posted by 25 September 2017.
3. CIE (International Commission on Illumination), <http://www.cie.co.at/>. Accessed 06 February 2020.
4. Svitlodiody: Novynky. Praktyka. Perspektyvy. Ofitsiyni kataloh vystavky svitlodiodnoho osvittennia LED expo. *Materialy konferentsii LED Progress. 13-15 veresnia 2017 r., Kyiv, Ukraina*, 2017.
5. Care, Caution & Awareness Are Needed When Using LED Lights. *LED professional (The Global Information Hub for Lighting Technologies)*, <https://www.led-professional.com/resources-1/articles/care-caution-awareness-are-needed-when-using-led-lights>. Posted by 16 December 2019.
6. Charlotte & Peter Fiell. *1000 Lights*. TASCHEN GmbH, 2013.
7. Oksanen J. *Design Concepts in Architectural Outdoor Lighting Design Based on Metaphors as a Heuristic Tool*: Aalto University publication series Doctoral Dissertations 73/2017. Aalto University School of Arts, Design and Architecture Department of Architecture, 2017, [https://shop.aalto.fi/media/filer\\_public/8b/25/8b253f49-c052-4249-b518-5f754dd199b5/oksanen\\_verkkoversio.pdf](https://shop.aalto.fi/media/filer_public/8b/25/8b253f49-c052-4249-b518-5f754dd199b5/oksanen_verkkoversio.pdf). Accessed 06 February 2020.
8. Kazakov H. V. *Sučasna sviitlova arhitektura*: pidručnyk. Vydavnytstvo “Rastr-7”, 2010.
9. Kandinskij V. V. *O duhovnom v iskusstve*. Izdatel'stvo “Je”, 2016.
10. Chernjavskij E. A. *Zhaljuzijnye jekrany i sposoby ih ispol'zovanija pri solncelechenii (geofizicheskie osnovy gelioajeroterapii)*. Uzbekskij gosudarstvennyj nauchno-issledovatel'skij institut kurortologii i fizioterapii im. N. A. Semashko. Tipografija izd-va “Pravda Vostoka” i “Kzyl Uzbekistan”, 1949.
11. Za red. prof. Huljara S. O., prof. Kosakovskoho A. L. *Zastosuvannja BIOPTRON-PAJLER-svitla v medycyni: navčal'no-metodyčnyj posibnyk dlja likariv*. Vyd-vo IFB NAN Ukraïny ta KMAPO MOZ Ukraïny, 2006.
12. Livencev N. M., Abrikosov I. A., Kirillova Z. A. *Jelektrichestvo na sluzhbe zdorov'ja* (o lechenii svetom i jelektrichestvom). MEDGIZ, 1956.
13. Rozen A. P. *O vlijanii obshhij jelektricheskijh sveto-teplovijh vann i svetovijh s isključenijem tepla na morfologicheskij sostav krovi zdorovijh ljudej*: dissertacija na stepen' Dok. Med.; jeksperimental'noe izsledovanie iz svetolečebnago otdelenija kliniki duševnyh i nervnyh boleznij Professora Akademika Behtereva V. M. Imperatorskaja Voenno-Medicinskaja Akademija, Tipografija “Dvinskago listka”, 1904.
14. Teterina T. P. *Svet, glaz, mozg. Principy svetolečeniija*. Kn. I. Izdatel'stvo N. Bochkarevoj, 2000.
15. Rieder H. Svetolečeniie. S istoricheskim vvedenijem k svetolečeniju d-ra Marcuse; perevod s nemeckago d-ra med. Shabada I. A. *Svetolečenie*. Izdanie zhurnala “Praktičeska Medicina”, 1902.
16. Vermel' S. B. *Medicinskoe svetouchenie (biologičeskoe i lečebnoe dejstvie sveta)*: rukovodstvo dlja vrachej i studentov, izd. 2-e, pererabot. avtor. Tipo-lit. CUP VSNH “Novaja Derevnja”, 1926.
17. Hausmann W., Volk R. i dr.; pod. red. Brushtejna S. A.; perevod s nem. Solovejchika Je. B. *Rukovodstvo po svetolečeniju*. Gosudarstvennoe medicinskoe izdatel'stvo, 1929.
18. Diritih G., pod red. Cehanskago G. K. *Lečenie svetom i ego primenenie pri boleznjah kozhi, poček, rastrojstve obmena veshhestv, revmatizme, podagre, volchanke, malokrovii, blednoj nemochi, obshhej slabosti i t.d.* Tipo-litografija T-va I. N. Kushnerev i Ko, 1903.
19. Shemetilo I. G., Vorob'ev M. G. *Sovremennye metody jelektr- i svetolečeniija*. Medicina, 1980.
20. Finzen N. R. *Svetolečenie: v obshhedostupnom izloženii d-ra Cirul'skago I. M.* Tipografija zhurnala “Narodnoe Zdravie”, 1901.
21. Serapin K. P. *Opyty lečeniija svetom po N. Finsen'u*. Vypusk II (K otchetu Akademicheskoi Hirurgičeskoi Kliniki prof. N. A. Vel'jaminova za 1899–1900 učebyj god). Prilozhenie k T. V (1900 g.) zhurnala “Letopis' Russkoj Hirurgii”. Tovarishhestvo “Pechatnja S. P. Jakovleva”, 1900.
22. Filipovich V. V. *Nabljudenija nad himičeskimi luchami solnca*. “Slavjanskaja” tipografija N. Hrisogelos, 1900.
23. Guljar S. A., Limanskij Ju. P., Tamarova Z. A. *Bol' i cvet: lečenie bolevijh sindromov cvetnym poljarizovannym svetom*. Izd-vo BIOSVET, 2004.
24. Tarasov L. V. *Optika rozhdennaja lazerom*. “Prosveshhenie”, 1977.
25. Zaleskij V. N.; predisl. prezidenta NAN Ukraïny, akademika Patona B. E. *Lazernaja medicina na rubezhe XX–XXI vekov*: monografija. ZAO “Vipol”, 2010.
26. Popov V. D., red. *Sovremennye aspekty lazernoj terapii*. Vertikal', izdatel' Kandych S. G., 2011.
27. Antologija svetoterapii; gl. nauch. red.- prof. S. A. Guljar. *Medicinskije BIOPTRON-tehnologii (teorija, klinika, perspektivy)*: sbornik nauchnyh trudov. Izd-vo In-ta fiziol. im. A. A. Bogomol'ca NAN Ukraïny, 2009.

28. Fisch J., pod red. Ajzenberga Ju. B., per. s nem. Zhil'cova V. P. "Svet i zdorov'e." *Novosti svetotekhniki*, Vypusk 5-6 (32-33). Dom Sveta, 2001.
29. Mel'nyčenko O. P. *Porivnjal'na charakterystyka antyoksydantnoï systemy embrioniv perepeliv ta kurej v normi ta za diï monochromatyčnogo červonoho svitla*: avtoref. dysertacii. Ukraïns'ka akademija ahrarnykh nauk, Instytut svynarstva UAAN, 2008.
30. Venger L. V. *Ispol'zovanie nizkojenergetičeskogo monohromatičeskogo impul'snogo sveta v vosstanovitel'nom lechenii bol'nyh ambliopiej*: avtoref. dissertacii. Odesskij gosudarstvennyj medicinskij universitet, 2001.
31. Selez'nov O. H. *Psychoterapevtyčne potencijuvannja lateral'noï svitloterapiï alkohol'noï zaleznosti*: avtoref. dysertacii. Charkivs'kyj instytut udoskonalennja likariv, 1996.
32. Vasyľ'jeva Ju. O. *Svitlodiodni osvittljuval'ni systemy volokonnykh endoskopiv dlja otorynolarynhologii*: avtoref. dysertacii. Charkivs'ka nacional'na akademija mis'koho hospodarstva, 2007.
33. Prokopenko I. V. *Čutlyvist' normal'nykh ta malihnizovanykh limfocytiv do svitlovoho vyprominjuvannja vydymoï diljanky spektru*: avtoref. dysertacii. Nacional'na akademija nauk Ukraïny, Instytut eksperymental'noï patologii, onkologii i radiobiologii im. R. Je. Kavc'koho, 2005.
34. Pant'o V. V., Koval' H. M., Pant'o V. I., Huljar S. O. "Vplyv svitlodiodnogo vyprominjuvannja riznykh dovžyn chvyľ na intensyvniť rostu *Staphylococcus aureus*." *Scientific Journal "ScienceRise: Biological Science"*, № 4(7), 2017, pp. 16-20.
35. Kosakovs'kyj A. L., Huljar S. O., Kosakivs'ka I. A., Hrušec'ka N. P., Šuch L. A., Tkačenko Ju. V. "Dosvid zastosuvannja červonoho i syn'oho LED-svitla z infračervonym komponentom pry likuvanni zachvorjuvan' vucha, horla ta nosa u ditej." *Sovremennaja pediatrija*, 1(89), 2018, pp. 73-79.
36. Guljar S. A. "BIOPTRON-svetoterapija i resursy ee primenenija v hirurgii." *Klinična fotomedycyna. Fotobiologija ta fotomedycyna*, 1, 2 '2012, pp. 16-30.
37. Dzhejkob L.; per. s angl. *Iscelenie svetom i cvetom*: praktičeskoe rukovodstvo. OOO Knizhnoe izdatel'stvo "Sofija", 2018.
38. Zhuk V. N. "Svet-celitel' (svetolečenie)." *Chast' I-ja "Celebnyh sil prirody" v obshhedostupnom izložhenii*. Tip. gazety "Odesskija novosti", 1909.
39. Tesla N., per. z anhl. Hordynčuk O. *Moi vynachody. Avtobiografija*. Vydavnyctvo Staroho Leva, 2017.
40. Impact of Light on Human Beings. *Licht.wissen 19*. Fördergemeinschaft Gutes Licht – eine Brancheninitiative des ZVEI e.V., 2014.
41. Glebovskij A. A. *Lečenie svetom po N. Finsen'ju. O dejstvii koncentrirovannago sveta Vol'tovoj dugi na volchanku (Lupus vulgaris)*. Kliničeskoe i gistologičeskoe izsledovanie iz akademičeskoi hirurgičeskoi kliniki prof. N. A. Vel'jaminova. Vypusk III. Parovaja Skoropechatnja "Vostok" M. M. Gutzapa, 1901.
42. Pagava K. I. *Morfo-funkcional'nye sdvigi pri vozdejstvii na organizm monohromatičeskim kogerentnym krasnym svetom*. AN GSSR, In-t jeksperim. morfologii im. A. N. Natishvili, Mecniereba, 1988.
43. Alieva N. Z. *Fizika cveta i psihologija zritel'nogo vosprijatija*. Izdatel'skij centr "Akademija", 2008.
44. Shimanko I. I. *Svetolečenie*. Min. Zdrav. SSSR, Central'nyj institut usovershenstvovanija vrachej, 1950.
45. Parfenov A. P. Fizičeskie lečebnye sredstva. *Chast' III. Svet*: učeб. posob. dlja slushatelej VMMA i vrachej flota. Voenno-morskaja medicinskaja akademija, 1953.
46. Babbitt E. D.; pod red. Birren F.; per. s angl. *Principy sveta i cveta. Isceljajushhaja sila cveta*. Sofija, 1996.
47. Ujejnshenk S. *100 glavnyh principov dizajna*. Piter, 2012.
48. Ekman P. *Psihologija jemocij. Ja znaju, čto ty čuvstvuesh'*. Piter, 2010.
49. Ekman P. *Psihologija lzhi. Obmani menja, esli smozhesh'*. Piter, 2010.
50. LeDoux J. "Emotion circuits in the brain." *Annual Review of Neuroscience*, 23, 2000, pp. 155-84.
51. Barun V. V., Ivanov A. P. *Teplovoe vozdejstvie moshhnogo svetovogo obluchenija na biologičeskie tkani*. Institut fiziki im. B. I. Stepanova NAN Belarusi, 2003.
52. Blue LED lighting increases ageing, says study. *LUX review*, <https://luxreview.com/article/2019/10/blue-led-lighting-increases-ageing-says-study>. Posted by 21 October 2019.
53. Researchers from the University of Surrey Find that Blue Light Can Reduce Blood Pressure. *LED professional (The Global Information Hub for Lighting Technologies)*, <https://www.led-professional.com/resources-1/led-reports-roadmaps/researchers-from-the-university-of-surrey-find-that-blue-light-can-reduce-blood-pressure>. Posted by 09 November 2018.
54. CIE Position Statement on Non-Visual Effects of Light - 2nd Edition. *LED professional (The Global Information Hub for Lighting Technologies)*, <https://www.led-professional.com/resources-1/standardization/cie-position-statement-on-non-visual-effects-of-light-2nd-edition>. Posted by 10 October 2019.
55. Kozhin A. A. *Fizičeskie metody v medicine*. Izd-vo JuFU, 2010.56. Koval' L. M. *Dyzajn & LED-technologii*: monografija. ZNTU, 2014.
57. The Mapparium. *Mary Baker Eddy Library*, <https://www.marybakereddylibrary.org/project/mapparium/?cn-reloaded=1>. Accessed 06 February 2020.

УДК 745/749:628.9

## Концепция междисциплинарного исследования эстетического, психологического и физиологического влияния хроматической световой среды на человека

Л. М. Коваль<sup>1</sup>

<sup>1</sup>канд. искусствоведения, доц., докторант. Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев, Украина, likocolor@gmail.com. ORCID:0000-0002-7324-0377

*Аннотация. В статье предложена и теоретически обоснована концепция междисциплинарного исследования эстетического, психологического и физиологического воздействия хроматической световой среды на человека. Также определено, что основными условиями практического воплощения этой концепции являются: обеспечение комплексного воздействия хроматического освещения на пользователя, как через органы зрения, так и через кожу, в пределах среды для проведения исследования; организация хроматической световой среды – целостной, непрерывной и лишённой каких-либо дополнительных семантических наслоений; исключение возможных проявлений блескости и ослепления пользователя путём использования для исследования пространства, состоящего из внутренних поверхностей с равномерно рассеянным освещением умеренной яркости; проведение одновременного комплексного анализа эстетического, психологического и физиологического воздействия цветного света на пользователя в среде его пребывания. В будущем, продолжая исследования в данном направлении, целесообразно выявить и проанализировать основные показатели комфортности световой среды для пользователя с целью определения путей повышения её энергоэффективности без потерь качества освещения.*

*Ключевые слова: хроматическая световая среда, светолечение, фототерапия, электрические световые ванны.*

UDC 745/749:628.9

## The Concept of Multidisciplinary Study of the Aesthetic, Psychological and Physiological Impact of Chromatic Light Environment on a Person

L. Koval<sup>1</sup>

<sup>1</sup>PhD, associate professor, doctoral student. Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, likocolor@gmail.com. ORCID:0000-0002-7324-0377

*Abstract. High-quality room lighting has great potential for improving quality of life. However, if grounded on imperfect knowledge, it can cause unintended harm. This issue is of particular relevance against the background of rapid spread of chromatic LED illumination in the modern lighting design. In this context, it is important to change the paradigm of the use of light, since it has a powerful effect on the human body, which is comparable to the effects of drugs. However, the formation and further development of such an approach to the design of the lighting environment of premises, requires interdisciplinary study, which would include the following aspects: designer's approach to the organization of the environment for human habitation; psychological methods of evaluation of the aesthetic perception of the light environment and human emotional state caused by its influence; medical methods for determining and registering physiological responses of a human body to chromatic illumination. The article proposes and theoretically substantiates the concept of such an interdisciplinary study of the aesthetic, psychological and physiological influence of chromatic light environment on a person. It has also been identified that the basic conditions for practical implementation of this concept include the provision of the integrated impact of chromatic illumination on the user; both through the organs of vision and through the skin, in the framework of the study environment; the organization of a chromatic light environment which is integral, continuous and devoid of any additional semantic layers; eliminating possible manifestations of discomfort glare and disability of a user by means of using a space consisting of interior surfaces with uniformly scattered illumination of moderate brightness; simultaneous comprehensive analysis of the aesthetic, psychological and physiological effects of colored light on a user in their environment. Further research in this area can be connected with identification and analysis of the main indicators of user's comfort in the lighting environment in order to outline ways to improve its energy efficiency without compromising the quality of lighting.*

Keywords: chromatic light environment, chromotherapy, phototherapy, electric light baths.

Надійшла до редакції / Received 07.02.2020