

Дзікевич А. В., магістр, Олейнікова І. В., доц.

Київський національний університет технологій та дизайну

ІНТЕГРАЦІЯ ІННОВАЦІЙНИХ РІШЕНЬ В СВІТЛОДИЗАЙНЕРСЬКИЙ ІНТЕРАКТИВНИЙ ПРОСТІР

Анотація. *Надано результати дослідження щодо впровадження інноваційних світлодизайнерських рішень в інтерактивний простір, що включає в себе терапевтичну складову. У ході аналізу властивостей інтерактивних матеріалів відібрані рідкокристалічні термочутливі покриття, феромагнітні рідини в комплексі з магнітними фарбами та люмінесцентні технології різних модифікацій. Досліджені методики дозволяють створити інтерактивні світлодизайнерські рішення, які мають впливати на психологічний та емоціональний стан відвідувачів спеціалізованої кімнати.*

Ключові слова: *феромагнітні матеріали, рідкокристалічні термоактивні покриття, нетрадиційні світлові джерела, світлотерапія.*

Dzikevych A., Oleinikova I.

Kyiv National University of Technologies and Design

INTEGRATION OF INNOVATIVE SOLUTIONS INTO THE LIGHTING DESIGN INTERACTIVE SPACE

Abstract. *The article presents the results of research on the implementation of innovative lighting design solutions for interactive space, which includes a therapeutic component. In the process of analysing the properties of interactive materials, liquid crystal heat-sensitive coatings, ferromagnetic liquids in combination with magnetic paints and luminescent technologies of various modifications were selected. The researched techniques allow to create interactive lighting design solutions that should influence the psychological and emotional state of visitors to a specialised room.*

Keywords: *ferromagnetic materials, liquid crystal thermoactive coatings, non-traditional light sources, light therapy.*

Вступ. Сучасне життя, обумовлене стрімким розвитком технологій та постійними змінами в різних сферах суспільства, вимагає пошуку новаторських рішень для покращення якості життя та психоемоційного стану людей. Однією з галузей, що активно взаємодіє із цими викликами, є світлодизайн. Застосування інновацій у дизайні освітлення може відігравати ключову роль у вирішенні питань психологічного комфорту та благополуччя.

Теперішній ритм життя, а також вплив глобальних подій таких, як війна в Україні, суттєво позначаються на психоемоційному стані людей. Дослідження [1] підтверджують, що погіршення психічного здоров'я стає актуальною проблемою для багатьох. Згідно з онлайн-опитуванням студентів, викладачів та персоналу українських ЗВО, які залишилися в Україні, 97,8% респондентів відзначили погіршення свого психоемоційного стану зі скаргами на депресію (84,3%), виснаження (86,7%), самотність (51,8%), нервозність (84,4%) та гнів (76,9%). Студенти більше, ніж персонал, повідомляли в опитуванні про виснаження, почуття самотності, нервозності та гніву, а жінки частіше, ніж чоловіки, вказували на депресію, виснаження, самотність та нервозність [1].

Важливо відзначити, що традиційні методи лікування психоемоційних проблем часто пов'язані з медикаментозними засобами, які можуть мати побічні ефекти та не завжди є оптимальним вибором. У цьому контексті пошук альтернативних шляхів полегшення психоемоційного дискомфорту стає важливим завданням, а інноваційні

рішення в області світлодизайну можуть стати ключовим елементом у забезпеченні психологічного благополуччя.

Зростання технічної складності та розширення функціоналу світлових систем вимагають системного підходу до інтеграції інновацій. З одного боку, існуючі технології у світлодизайні допомагають створити унікальні та енергоефективні рішення. З іншого боку, це призводить до нових викликів таких, як необхідність синергії різноманітних технологічних елементів та збалансованості між естетикою та функціональністю.

У центрі даної методики лежить концепція відмови від традиційних методів шляхом створення інноваційного рішення, яке надійно запобігає потенційно шкідливим наслідкам, і тим самим революціонує сферу медикаментозного лікування. Наукові підстави і високотехнологічні аспекти вплітаються в кожен аспект створеного інтерактивного дизайн-проекту, забезпечуючи максимальну ефективність та безпеку для цільової аудиторії.

У сучасному світлодизайнерському інтерактивному просторі надається новий рівень використання інноваційних рішень, що раніше застосовувалися в інших галузях, але лише частково виявляли свій потенціал.

Традиційне використання рідкокристалічних матеріалів у різноманітних технологічних виробках чи гаджетах стало звичайністю, проте до цього часу їх повноцінні можливості не були повною мірою розкриті. Зокрема, властивість цих матеріалів змінювати оптичні характеристики залежно від температури раніше використовувалася лише для створення спеціальних датчиків температури. Однак сучасні технології дозволяють застосовувати рідкокристалічні покриття на текстильних матеріалах, відкриваючи нові можливості для їхнього використання у сфері світлодизайну та інтерактивного оформлення простору.

В умовах постійної технологічної еволюції та розвитку дизайну, виникає необхідність інтеграції інноваційних рішень у світлодизайнерський інтерактивний простір. Однією з ключових характеристик вибору технологій для цього процесу стала концепція «антидіджитал», що визначає інтерактивність без використання цифрових пристроїв. Найефективнішими матеріалами для візуалізації взаємодії виявилися магнітні матеріали, які можуть використовуватися, як при безпосередньому контакті, так і на відстані. Уже зараз магнітні дошки, пазли та сувенірна продукція широко використовуються в таких інтерактивних просторах. Новаторські дизайнерські рішення, засновані на застосуванні феромагнітних речовин, стають дедалі популярнішими, застосовуючи їх, як не лише функціональні, але й декоративні елементи в створенні унікального інтер'єру.

Інноваційні рішення у світлодизайні відкривають перед промисловим дизайном нові перспективи, особливо коли йдеться про інтеграцію інтерактивних елементів. Одним із захопливих напрямків є використання магнітних матеріалів, які стають не лише естетичними складовими, але і ключовими компонентами інноваційного простору. Це відкриває можливість трансформації звичайного світлодизайну в динамічний і взаємодіючий інтер'єр, де органолептичні аспекти поєднуються з новаторськими технологіями для створення унікального візуального досвіду.

У світлі постійного зменшення використання стандартних світлових джерел, які вимагають значних енергетичних витрат, виникає необхідність у пошуку інноваційних рішень для освітлення. Сучасні тенденції націлені на використання люмінесцентних компонентів, обладнаних широким спектром функціональних можливостей. Ці інноваційні матеріали володіють здатністю випромінювати світло різної довжини хвилі, що відкриває широкі перспективи для створення світлодизайнерських інтерактивних просторів із різною тривалістю та інтенсивністю світіння.

В сучасному світі інноваційні рішення стають ключовим елементом у сфері світлодизайну, забезпечуючи нові горизонти для створення інтерактивних просторів. Відтепер функціонал люмінофорів набуває ще більшого розмаїття застосувань, розпочинаючи від військових технологій і завершуючи дизайнерськими компонентами, які дозволяють інтегрувати передові технології в інтер'єрні рішення.

У новому світлодизайнерському ландшафті виникла необхідність перегляду традиційних концепцій інтерактивних просторів. Попередні дослідження [2-5] зосереджувались на концепції антидіджитал та використанні ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювань разом із реакціями люмінофорів на світловий вплив. Однак, для досягнення справжнього інноваційного прориву в сучасному світлодизайні, виникає необхідність інтеграції новітніх рішень, які охоплюють ширший спектр технологій та взаємодіють із зовнішнім середовищем, створюючи унікальний інтерактивний простір.

У підсумку, інтеграція інноваційних рішень у світлодизайн стає визначальним етапом у розвитку методів психоемоційної підтримки та створенні інтерактивних просторів. В умовах постійної технологічної еволюції відкривається новий вимір для світлодизайну, де інноваційні рішення сприяють не лише ефективності, але і створенню унікальних візуальних та психологічних вражень. Подальше дослідження та застосування цих технологій обіцяють визначити новий стандарт у сфері дизайну та терапії, надаючи людям нові засоби для поліпшення якості їхнього життя.

Постановка завдання. Метою даної роботи є інтеграція інноваційних рішень таких, як рідкокристалічні покриття, феро- та магнітні матеріали, а також люмінесцентні компоненти у світлодизайнерський інтерактивний простір із метою покращення психоемоційного впливу на благополуччя і комфорт людини.

Результати досліджень. У раніше проведених дослідженнях було відзначено, що світлодизайн може мати суттєвий вплив на психоемоційний стан індивіда [5]. Ще одним аспектом, який слід враховувати, є можливість взаємодії в інтерактивних просторах, де відвідувач може не лише спостерігати за світловими композиціями, але і брати активну участь у творчому процесі. Такі простори створюють унікальні умови, де кожен відвідувач має можливість виразити своє творче «я», що підсилює особистісний внесок у сприйняття та взаємодію з дизайном.

Процес ігрової діяльності виявився важливим методом не лише для емоційного перезавантаження, але і для створення інноваційного артпростору, вдосконаленого за допомогою світлодизайнерських методик, який охоплює останні досягнення науки та технологій. Концепція, яка була вже представлена, служила основою, але вона була переглянута та розширена з урахуванням важливості без цифрових методів діяльності. Оригінальні розробки, які раніше були адаптовані для певної вікової аудиторії, тепер стали більш універсальними, враховуючи особливості поведінки різних верств населення. Підкреслюючи потребу в емоційному перезавантаженні для всіх, була введена терапевтична складова, роблячи концепцію більш доступною та корисною для широкого кола глядачів.

У рамках цієї концепції здоров'я розглядається з погляду Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), як загальне фізичне, психічне та соціальне благополуччя. У цьому контексті світло розглядається, як не лише джерело освітлення, але і, як потужний інструмент впливу на здоров'я людини [6]. Таке розуміння підкреслює, що поняття світлодизайну виходить за межі лише естетичної складової і розширюється на терапевтичний вплив світла. Таким чином, важливо враховувати не лише естетичні аспекти, але і його потенційний вплив на фізичне і психічне здоров'я людини.

На сучасному етапі розвитку науки та технологій штучне освітлення стало необхідною складовою повсякденного життя і відіграє ключову роль у підтримці якісного стану психічного та емоційного благополуччя людини. Вірний вибір параметрів випромінювання штучного світла має потенціал створювати позитивну атмосферу, що впливає на її емоційний стан та загальний настрій. Цей аспект досліджується та впроваджується у сферу загального здоров'я, де врахування впливу штучного освітлення стає важливим елементом у загальній системі оздоровлення та зміцнення стану людини.

За результатами дослідження [7] встановлено, що низька якість житла може призводити до погіршення стану здоров'я. Особливу роль у цьому відіграє освітлення, яке є не лише важливим аспектом безпеки та візуального сприйняття, але й визначальним фактором для регулювання фізіологічних процесів у людському організмі. Важливість належного освітлення в житлі підтверджується його впливом на здоров'я, а також його роль у забезпеченні оптимальних умов для фізіологічного функціонування людини.

Світлодизайн виконує роль у створенні контактних та безконтактних методів взаємодії з особливо обробленими поверхнями. Основними компонентами цього інтерактивного середовища стають матеріали, які використовуються для формування таких поверхонь. Адаптуючи світловий ефект, вони стають не лише елементами естетичного аранжування, а й засобом взаємодії, розширюючи можливості впливу на оточуючий простір.

Початковими матеріалами, які були обрані для інтеграції в артпростір, стали елементи з властивістю люмінесценції. Люмінофорні матеріали володіють здатністю випромінювати світлову енергію після опромінення ультрафіолетовим джерелом. Важливо відзначити, що інтенсивність та тривалість світіння залежать від концентрації люмінофору та потужності ультрафіолетового випромінювання. Це відкриває широкі перспективи для експериментів і творчих рішень у сфері світлодизайну, які можуть перетворити артпростір у динамічне та інтерактивне середовище.

Застосування люмінофорних складових у сучасних проєктах має широкий спектр можливостей. Перший варіант полягає в нанесенні їх на поверхню та активізації за допомогою опромінювання, як це проілюстровано на рис. 1а. Це відкриває шлях для створення незвичайних об'єктів та інтер'єрів, які здатні змінювати свій колір залежно від освітлення. Другий варіант включає в себе використання спеціалізованих маркерів для малювання, які стають видимими після освітлення ультрафіолетовим джерелом, як це продемонстровано на рис. 1б. Це відкриває можливість для творення унікальних мистецьких творів, які реагують на УФ-світло та стають центром уваги в області сучасного мистецтва. Художники отримують можливість створювати інтерактивні твори, де глядачі можуть спостерігати за змінами в образі та вражатися динамікою висвітлення, що додає нові розміри творчому вираженню.

Унікальні властивості рідких кристалів, які займають проміжне положення між твердими та рідкими станами речовин, виявляються особливо захоплюючими в контексті оптичних явищ. Унаслідок зміни температури ці кристали виявляють здатність модифікувати оптичний показник відбивання та заломлення світла. Ця властивість призводить до захоплюючих оптичних ефектів, забарвлюючи поверхню в різні відтінки залежно від умов навколишнього середовища.

Рідкокристалічні покриття представляють собою тонкі шари матеріалів, що містять у собі рідкі кристали з оптичними характеристиками, які змінюються при різній температурі. Ці унікальні покриття можуть бути нанесені на різноманітні поверхні такі, як скло, пластик, тканини, метал, розширюючи їхнє використання в електроніці та текстильній промисловості. Завдяки їхній реакції на температурні зміни,

рідкокристалічні покриття відкривають широкі перспективи в різних галузях, дозволяючи створювати матеріали з контрольованими оптичними властивостями.



а) за технологією нанесення фарби на поверхню



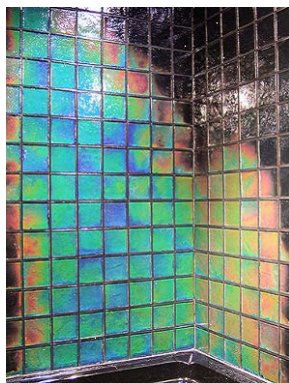
б) за допомогою малювання спеціальними маркерами

Джерело: розроблено автором за допомогою програми Dream.

Рис. 1. Приклад використання люмінофорів у сучасному дизайні

Зміна кольору рідкого кристалу за допомогою теплових потоків відома під терміном «термографія». Кожен елемент цього складного матеріалу надається конкретним відтінком, коли досягає відповідної температури. Оскільки світло, крім своєї основної функції, як джерело освітлення, має і тепловий вплив, рідкокристалічні покриття можуть знайти застосування у світлодизайні для створення унікальних теплових ефектів у просторі. Такий підхід до використання технології термографії відкриває нові можливості для дизайнерів і дозволяє створювати надзвичайно естетичні та функціонально освітлювальні рішення.

Перенаправляючи промінь світлового потоку та використовуючи поверхню з рідкокристалічними домішками, можна досягти створення надзвичайних візуальних ефектів. Застосування технології рідкокристалічних покриттів уже знаходить широке застосування завдяки ініціативам американської компанії Moving Color. Один із їхніх передових продуктів - це плитка, яка змінює свій колір залежно від температури. Цей унікальний матеріал доступний у різних серіях, кожна з яких вражає різноманітністю кольорів. Ідея за цим концептуальним дизайном полягає в натхненні природою та відтворенні різноманітних явищ таких, як Північне сяйво (рис. 2), рідкий стан, акварель, живе інтерактивне мистецтво та безліч інших [8].



Джерело: [9].

Рис. 2. Приклад використання термоактивного матеріалу у ванній

Компанія Moving Color наочно демонструє потужний потенціал рідкокристалічних покриттів, розширюючи їхнє використання на різноманітні поверхні такі, як текстурна плитка та декоративні елементи. Більше того, ця інноваційна технологія виходить за межі звичайних застосувань, пропонуючи можливість створення індивідуальних мистецьких шедеврів на замовлення (рис. 3). Цей новаторський підхід, відомий як «зворотне мистецтво», перетворює рідкокристалічні покриття в унікальні творчі інструменти, відкриваючи нові перспективи для їхнього використання в мистецтві та дизайні [10].



Джерело: [10].

Рис. 3. Демонстрація зміни картини залежно від температури

Ця компанія постійно розширює горизонти застосування термоактивних матеріалів, від поверхонь до текстурних плиток і декоративних виробів, роблячи їх невичерпним джерелом творчості та інновацій [8]. Moving Color змінює погляд на можливості дизайну та мистецтва, впроваджуючи унікальні концепції і спонукаючи інших творців до новаторства. Їхні рішення не лише додають естетичної цінності, але і стають джерелом натхнення для творчих ідей у галузі дизайну.

Рідкокристалічні поверхні демонструють не лише чутливість до світлових потоків, але й реагують на безпосередню взаємодію з людиною. Оскільки температура поверхні, що знаходиться в контакт з тілом людини, майже на 15 градусів перевищує середню температуру приміщення, ефект нагрівання може проявитися дуже швидко. Це підтверджується на рис. 4а, де ілюстрований можливий світловізуальний ефект, спричинений звичайним дотиком до поверхні. Така взаємодія створює не лише естетичний аспект, але й може мати практичне застосування в різних галузях, де швидке індуковане нагрівання важливо для досягнення певного функціонального ефекту.



а) при взаємодії з людиною



б) при можливій деформації

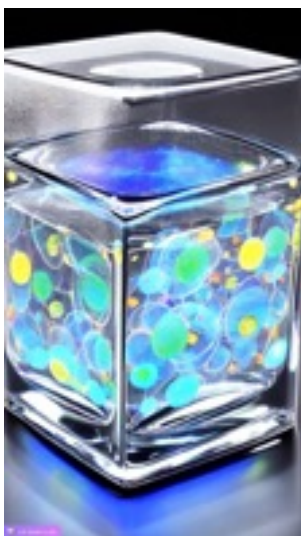
Джерело: розроблено автором за допомогою програми Dream.

Рис. 4. Приклад рідкокристалічних поверхонь

Спеціальні покриття, як вказано раніше, можуть бути застосовані на різноманітних поверхнях, і додатковий вплив на людей може бути досягнутий за допомогою тактильних складових. Окрім того, важливим аспектом може бути використання спеціальних об'ємних форм, спроектованих для стимулювання творчої уяви та розширення світогляду відвідувачів. На рис. 4б можна побачити варіант поверхні з пластичною деформацією, яка може служити додатковим чинником для розвитку дрібної моторики людини, що надає можливість інтерактивного взаємодії та подальшого розвитку навичок у відвідувачів.

Багато інноваційних технологій у сучасності базуються на використанні магнітних частинок, що вносять значні зміни у властивості звичайних матеріалів. Одним зі застосувань цього принципу є використання магнітної фарби, яка трансформує будь-яку поверхню в спеціально ергономічну дошку. Цей матеріал володіє універсальністю, і його використання у сфері декору відкриває нові перспективи для створення інтерактивних елементів. Особливо захоплюючим є варіант комбінування магнітної фарби з феромагнітними рідинами. Додатково, мініатюрні магніти можна використовувати в спеціальних рукавичках; при їхньому наближенні до феромагнітної рідини виникатимуть різноманітні геометричні 3D-ефекти. Пов'язуючи рух рідини із взаємодією відвідувачів, можна створити цікаві ігрові елементи, які роблять декорування ще більш інтригуючим.

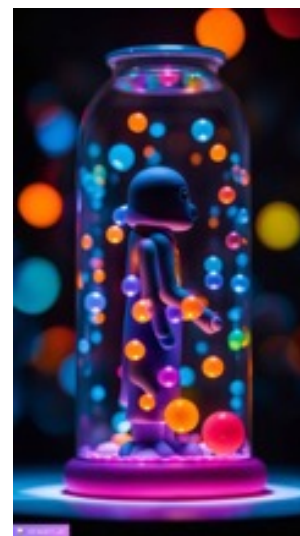
Магнітні компоненти можуть бути поєднані з іншими матеріалами для створення просторових форм із певним забарвленням (рис. 5а). Це включає комбінацію феромагнітних домішок із люмінофором, що додасть не лише можливість управління рухом частинок, але й забезпечить їхнє підсвічування (рис. 5). Змінюючи густину матеріалів і розчин, у якому розташовані кольорові елементи, можна надати їм чітку сферичну форму, як зображено на рис. 5б. У даному проєкті пропонується використання магнітних елементів у поєднанні з люмінофорами, розміщеними в спеціальних лайтбоксах. Форми можуть бути створені за бажанням замовника, як показано на рис. 5в, відкриваючи широкі можливості для індивідуалізації.



а) з різної варіацією
забарвлення елементів



б) їхня форма



в) з варіацією зміни самої
конструкції

Джерело: розроблено автором за допомогою програми Dream.

Рис. 5. Приклад феромагнітних компонентів

Взаємодія з магнітами також може призвести до додаткового терапевтичного ефекту. Нещодавні дослідження японських учених (11) підтверджують, що використання слабких магнітних матеріалів може вирішити проблему синдрому нестачі магнітного поля в людини, що виникає через послаблення магнітного поля Землі та виявлення магнітних аномалій. Запропоновані магнітні елементи відкривають можливість створення ефективної компенсації цієї нестачі, сприяючи поліпшенню фізичного стану користувачів і забезпечуючи їхнє загальне благополуччя.

Усі запропоновані інноваційні технології відкривають перед собою нескінченні можливості у сфері освіти та розвитку. Система, що комбінує ігровий підхід і терапевтичний вплив, створює сприятливий ґрунт для формування творчого мислення, розвитку уяви та навичок спільної роботи. Такий підхід не лише сприяє активному засвоєнню знань, але і сприяє культивуванню соціальних та емоційних навичок, необхідних для успішного функціонування в сучасному суспільстві.

Висновки. Запропонована інтеграція інноваційних рішень у світлодизайнерський простір відкриває широкі перспективи для трансформації середовища та взаємодії людини з ним. Використання люмінофорних матеріалів, рідкокристалічних покриттів та магнітної фарби дозволяє створювати не лише естетично привабливі, але й функціонально насичені простори.

Розширення можливостей використання рідких кристалів у світлодизайні визначає новий рівень інтерактивності. Унікальні властивості цих кристалів реагують на температурні зміни, що дозволяє їх використовувати, як ключовий елемент інтерактивного середовища та створювати динамічне візуальне мистецтво.

Використання магнітних фарб та феромагнетиків, у поєднанні зі світловими рішеннями, не лише створює захоплюючі візуальні ефекти, але й додає освітній компоненті додатковий рівень цікавості. Магнітні матеріали, зокрема, виявляються ідеальними для створення елементів гри, а їхній потенціал у компенсації дефіциту магнітного поля у відвідувачів може надавати навіть терапевтичний ефект. Такий інноваційний підхід не лише робить навчання цікавішим, але також сприяє покращенню загального враження від освітнього середовища.

Технології люмінесценції та магнетизму об'єднуються для створення мобільності світлових елементів у лайтбоксах. Ці матеріали також служитимуть, як покриття, додаючи тактильний аспект до інтерактивної взаємодії людей.

Таким чином, інтеграція інновацій у світлодизайн піднімає взаємодію між людиною та оточенням на новий рівень, сприяючи розвитку творчості, соціальних навичок та емоційного інтелекту. Ці технології застосовуються не тільки в дизайні, але й у сучасній освіті, забезпечуючи активне та цікаве засвоєння знань.

Список використаної літератури

1. Kurapov, A. et al. (2023). Toward an understanding of the Russian-Ukrainian war impact on university students and personnel. *Journal of loss and trauma*, No. 28 (2). URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15325024.2022.2084838>.
2. Дзікевич А., Олейнікова І. Використання спеціальних джерел випромінювання в терапевтичних цілях. *Актуальні проблеми сучасного дизайну*: зб. мат. IV Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 10 трав. 2022 р. Київ, 2022. С. 263–266. URL: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/21021/1/APSD_2022_V1_P263-266.pdf.
3. Дзікевич А., Олейнікова І., Струмінська Т. Дослідження характеристик світлових ефектів для об'єктів із люмінофорним покриттям. *Інноватика в освіті, науці та бізнесі: виклики та можливості*: матеріали III Всеукр. конф. здобувачів вищ. освіти і молодих уч., м. Київ. Київ, 2022. С. 133–139. URL: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/22769/1/Innovatyka2022_V1_P133-139.pdf.
4. Dzikévych A., Roienko L. The use of coloured luminophors in colour therapy in children's showrooms. *Science, innovations and education: proceedings of the 5th International scientific and practical conference*, Tokyo, 8–10 December 2021. Tokyo, 2021. P. 415–420. URL: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/23162/1/Dzikévych_Roienko.pdf.
5. Дзікевич А., Олейнікова І., Кириченко Р. Колірна терапія, як елемент у світлодизайні інтерактивного дитячого простору. *Актуальні проблеми сучасного дизайну*: зб. матеріалів V міжнар. науково-практ. конф., м. Київ, 27 квіт. 2023 р. Київ, 2023. С. 221–224. URL: https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/24752/1/APSD_2023_V2_P221-224.pdf.
6. Boyce P. R. Light, lighting and human health. *Lighting research and technology*. 2021. No. 54 (2). URL: <https://doi.org/10.1177/14771535211010267>.
7. Osibona O., Solomon B. D., Fecht D. Lighting in the Home and Health: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021. No. 18 (2): 609. URL: <https://doi.org/10.3390/ijerph18020609>.
8. Moving Color, a world of ever-changing environments. *Moving Color*. URL: <https://www.movingcolor.net>.
9. Colors changing from cool to warm. *Moving color*. URL: <https://www.movingcolor.net/portfolio-items/northern-lights-original-shower-2/?portfolioCats=47>.
10. Living art. *Moving color*. URL: <https://www.movingcolor.net/product-lines/living-art/>
11. Nakagawa K. Magnetic field deficiency syndrome and magnetic treatment. *Semanticdcholar*. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Magnetic-Field-Deficiency-Syndrome-and-Magnetic-Nakagawa/f45287b738ba141bb674395bd85a-f95fa930794c>.