

Оксана Білінська<sup>1</sup>, Христина Кульчицька<sup>2</sup>

<sup>1</sup>доцент кафедри дизайну та основ архітектури,  
Національний університет «Львівська політехніка», Львів  
e-mail: oksana.b.bilinska@lpnu.ua

ORCID: 0009-0007-8126-1374

<sup>2</sup>доцент кафедри дизайну та основ архітектури,  
Національний університет «Львівська політехніка», Львів

ORCID: 0000-0002-6184-988X

e-mail: khrystyna.b.kulchytska@lpnu.ua

## ВІДПОВІДНІСТЬ ВІДТВОРЕННЯ КОЛЬОРУ НА МОНІТОРІ ПІД ЧАС ПРОЄКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРНИХ ТА ДИЗАЙНЕРСЬКИХ ОБ'ЄКТІВ

© Білінська О., Кульчицька Х., 2023

<https://doi.org/10.23939/sa2023.01.044>

*Обґрунтовано важливість правильного відтворення кольору під час комп'ютерного проєктування архітектурних та дизайнерських об'єктів. Запроєктований/вибраний колір зі стандартних палітр під час візуалізації на моніторі комп'ютерної системи має суттєві відмінності від реальних взірців, що є небажаним. У роботі проведено порівняння двох типів моніторів за якістю відтворення кольору. Проаналізовано результати калібрування та профілювання моніторів, за якими визначено придатність їх для роботи з кольором. Приведено практичні рекомендації щодо вибору робочого простору, методу перерахунку кольорів під час переходу з більшого охоплення у менше, а також підготовки монітору до роботи з кольором.*

*Ключові слова: колір в архітектурі та дизайні, точність відтворення, калібрування та профілювання монітору, робочий профіль, методи перерахунку кольору.*

### Постановка проблеми

Колір червоною ниткою проходить через усі стадії проєктування архітектурних та дизайнерських об'єктів. Невідповідність запроєктованого або вибраного замовником кольору взірцям стандартних палітр є причиною проблем і непорозумінь під час узгодження/затвердження проєктів або макетів, особливо дистанційно (через Інтернет) за допомогою електронного підпису. Це можливо завдяки різним технічним засобам (програмному забезпеченню та пристроям візуалізації проєкту).

Особливо актуальним є точне відтворення кольору під час реставрації історичних об'єктів зі старих креслень, рисунків, фотографій. Можливі варіанти, коли матеріальні носії кольору оцифровують (сканують, фотографують мобільним пристроєм, фотоапаратом) з подальшим опрацюванням у комп'ютері.

Чим більше етапів у підготовці проєктів до їх реалізації, більше носіїв та пристроїв, які відтворюють колір, тим більше він може змінюватись. Особливо під час роботи з проєктом у різних програмах, якщо вони не підтримують систему керування кольором, завдяки якій запроєктовані кольори коректно відтворюються на усіх пристроях візуалізації. Оскільки монітор є центральним елементом більшості процесів з обробки зображень у комп'ютерній системі проєктування, без його

колірного профілю система управління кольором не може правильно виконати покладені на неї функції. Монітори мають різні технічні характеристики, тому колір на них не буде однаковим.

Для будь-якого дизайнера чи архітектора немає таких завдань, де б точною кольоровідтворення можна було знехтувати. Без калібрування та створення колірною профілю монітора не можна бути впевненими у точності візуалізації кольорових зображень на моніторі комп'ютера, ноутбука та проектора. Саме тому, в архітектурі та дизайні на стадії проектування процес калібрування монітора є необхідною умовою. Вибір монітора та режими його налаштування є вкрай важливими, адже вони визначають якість отриманого профілю, а отже, і якість кольору, його відповідність запроектованому з колірних палітр.

### **Аналіз останніх досліджень та публікацій**

Більшість досліджень кольору в архітектурі та дизайні присвячено власне його характеристикам (тону, яскравості, насиченості), умовам освітлення (порі дня, сторонам світу), виду поверхні (матеріалу, фактурі, забарвленню фону), носієві (формі, розміру, положенню), спостерігачеві (улюбленим кольорам, куту та відстані спостереження, колір може поліпшувати або пригнічувати настрої, наближати об'єкт або віддаляти, розпорошувати увагу або фокусувати, здаватися легкими або важкими), середовищу (сусіднім кольорам), а не точності його відтворення.

Дослідженню особливостей візуального сприйняття та формотворення, а також візуальних основ лінійної та кольорової гармонії в архітектурному проектуванні присвячені роботи В. І. Кузьмича. У публікації (Кузьмич, 2020) обґрунтовується необхідність гармонізації кольорів в архітектурному проектуванні та реставрації, способи її отримання. Вплив кольору на сприйняття архітектурного середовища досліджено також у роботі І. А. Лисюк.

К. Тарасова, Г. Кононенко, О. Янговська показали, що колір в архітектурі та дизайні є одним із вирішальних складових простору та атмосфери; а також вплив світла та кольору на всі аспекти людського життя, від яких залежить самопочуття, продуктивність, настрої тощо (Тарасова, Кононенко, Янговська, 2022). Вплив колористичної складової архітектурного середовища на психіку людини дослідили І. О. Карабанов, Д. С. Кравцов у роботі "Вплив колористики в архітектурі на психологічний стан людини".

Значенню та ролі колористики в архітектурі та дизайні, функціям та проектуванню кольору присвячена робота В. Кравець, Н. Ігнатієвої, Н. Тимофєєвої (Кравець, Ігнат'єва, Тимофєєва, 2021), де висвітлено утилітарні (функціонально-ужиткові), декоративні, акцентувальні або камуфлювальні, символічні функції кольору.

Поліхромію історико-релігійних архітектурних споруд вивчали К. Присяжний та Т. Казанцева. Робота С. М. Лінди, Ю. Л. Богданової, Ю. Р. Петровської торкається ролі світла і кольору у дизайні декоративно-пластичних форм міського середовища. В. В. Яцун розглянуто питання еволюції кольору у контексті створення штучного середовища, проблему взаємодії утилітарних і естетичних цінностей на прикладах античних філософських теорій кольору й класичної греко-римської архітектури й мистецтва. О. В. Острогляд, М. В. Гладиліна визначили поняття архітектурної колористики під час проектування, а також роль колористики в діяльності майбутнього архітектора. Результати з узагальнення досліджень особливостей світла і кольору в інтер'єрі подані Н. Степановим та Н. Штапановим у навчальних виданнях.

Дотримання точності відтворення кольору є важливим у текстильній, фармацевтичній, лакофарбовій, поліграфічній та інших галузях. Приведені нижче роботи висвітлюють методологію отримання необхідної точності кольору за допомогою програмного та апаратного забезпечення.

Вагомий внесок у вивченні питань керування та контролювання кольору належить Б. Фрезеру, К. Мерфі та Ф. Бантінгу. У роботі (Bruce Fraser, Chris Murphy, Fred Bunting, 2005) описано основні концепції кольорознавства, оцифрування кольору, системи керування кольором і їх застосування, оцінювання ІСС-профільів пристроїв, які відтворюють колір.

За Я. Моровічем (Morović, 2008) невід'ємною частиною процесу відтворення кольорів є алгоритми колірної охоплення, реалізовані системою керування кольором. Налаштовуючи кольори за допомогою відповідних алгоритмів, можна отримати необхідні колірні охоплення, які дають змогу автентично передавати колір на різних носіях.

Підготовлена групою авторів під керівництвом Р. Адамса робота "Цифрова фотографія для графічних комунікацій" (4-й розділ) висвітлює керування кольором та отримання профілів різних пристроїв, зокрема і монітора (Adams, El Asaleh, Seto, Lisi, Habekost, 2009).

А. Шарма у роботі "Understanding Color Management" описує методи контролювання кольору, колірні простори, кількісне оцінювання колірних відмінностей, профілі монітора, друку та принтера, вимірювальні прилади, а також управління кольором у Photoshop (Sharma Abhay, 2004).

З аналізу приведених джерел видно, що точність відтворення кольору в архітектурі та дизайні вивчена не достатньо. Застосування сучасних технічних засобів (програмного забезпечення та комп'ютерної техніки: моніторів, камер, проєкторів, мобільних пристроїв тощо) стимулюють до додаткових досліджень питання якості відтворення кольору під час проєктування архітектурних та дизайнерських об'єктів.

### Мета статті

Показати необхідність відповідного відтворення та контролювання кольору на моніторі під час проєктування в архітектурі та дизайні. Перевірити придатність монітору для отримання достовірного кольору. Дати практичні рекомендації архітекторам та дизайнерам щодо підготовки монітору до роботи з кольором.

### Виклад основного матеріалу

Кольори палітри (координати, код) слугують еталонами на всіх етапах проєктування та реалізації архітектурного та дизайнерського об'єкта. Вибрані зі стандартної палітри та запроєктовані кольори повинні якнайточніше відтворюватись на моніторі. Проте досягнути цього складно, адже природа формування кольору на моніторі, відбитку та інших носіях зовсім різна. Монітори – це емісійні (випромінювальні) пристрої, що працюють за колірною моделлю RGB та формують кольорове зображення за принципом адитивного синтезу. Профілі sRGB, Adobe RGB не є стандартизованими системами опису кольору, тому що один і той же колір може по-різному відтворюватись на різних моніторах, бо кожний монітор має свої, притаманні тільки йому, характеристики (колірну температуру, роздільну здатність, гамма-криву, яскравість, контрастність). Ці параметри не є стабільними і також можуть змінюватись з часом. Тобто одне й теж числове значення RGB зумовить різне сприйняття кольору.

Міжнародний консорціум з кольору (International Color Consortium) розробив відкриту архітектуру колірних профілів, які становлять основу системи управління кольором Color Management System (CMS). CMS розраховує дані через проміжний простір CIE Lab із застосуванням колірних профілів, зокрема і монітора. Налаштовування монітора включає його калібрування та профілювання. Під час калібрування монітора проводять налаштування яскравості та відтінку (колірної температури) білого кольору, контрасту, гамми, балансу сірого (RGB balance, grayscale). Навіть для монітору невисокої якості це допоможе покращити якість відтворення кольору.

Для вибору кольору застосовують палітри німецького стандарту RAL (Reichs-Ausschuss für Lieferbedingungen) у версіях Classic, Design, Digital, Effect, Plastics, Books; скандинавського стандарту NCS (Natural Color System); американської системи Pantone; польської Kosbud Colour System; німецько-польської Ceresit; фінських Tikkurila Symphony та rr Ruukki; Фасад; німецької Helios; нідерландської палітри Sikkens (можливі як електронні версії, так і друківані трафаретним способом). Електронні версії RAL враховують 25 варіантів виведення кольорів на різних пристроях (монітор, смартфон, принтер тощо). Крім того, більшість електронних версій палітр можуть інтегруватись у додаткові розширення програмного забезпечення, яке застосовується в архітектурному

та дизайнерському проектуванні. Наприклад, із палітрами RAL можна працювати у розширеннях додатків програми ArchiCad Graphisoft.

Графічні програми з опрацювання кольорових зображень (Adobe Photoshop, Illustrator, InDesign, CorelDraw) та операційні системи Windows, Linux (GNU/Linux), браузер Chrome, Opera, Safari, а також Mac OS, для смартфонів iOS, Android (на ядрі Linux) підтримують систему керування кольором. Наприклад, для Android розроблена CMS від OPPO (2021 р., Китай). Повний пакет цифрового програмного забезпечення RAL містить додаткові колірні палітри для графічних програм. Але цього не достатньо, перед роботою необхідно проводити налаштування моніторів для правильної візуалізації кольору.

Калібрування та профілювання моніторів вирішує такі завдання:

1. Отримання мінімальних спотворень кольорів стандартних палітр.
2. Відтворення відповідного кольору у різному програмному забезпеченні, яке підтримує систему керування кольором.
3. Зменшення спотворень кольору за зміни параметрів монітору з часом.
4. Покращення якості відтворення кольору на звичайних моніторах.

**Підготовка робочого місця та вибір методу налаштування монітора.** Калібрування рекомендовано проводити в умовах робочого місця дизайнера чи архітектора. Оточення та температура освітлення у приміщенні істотно впливають на сприйняття кольорів на моніторі. Умови перегляду кольорових зображень на відбитках, прозорих плівках та моніторах регламентуються стандартами ISO 12646:2015 (Graphic technology Displays for colour proofing. Characteristics, 2015) та ISO 3664:2009 (Graphic technology and photography. Viewing conditions, 2009), а системи для перевірки та відтворення кольору на моніторі (м'яка кольоропроба) – стандартом ISO 14861. Умови перегляду передбачають усунення прямих сонячних променів та зовнішнього денного освітлення (рекомендовано жалюзі), адже у сонячний день зображення на моніторі виглядатиме “холодним” і, навпаки, у похмурий день – “теплим”. У полі зору не повинно бути яскравих та блискучих предметів. Необхідно враховувати також зміну у кольорі, спричинену сусідніми кольорами. У темному оточенні зображення на моніторі буде здаватися світлішим, ніж є насправді, а також у холодному оточенні – більш “теплим”. Важливо не використовувати темний інтерфейс у програмному забезпеченні, а обирати 50 % сірий. Згідно з стандартом, для уникнення метамеризму як джерела світла D50 використовують люмінесцентні лампи. Тільки забезпечивши оптимальні умови для перегляду зображення на моніторі, можна проводити його налаштування.

Калібрування монітору здійснюють засобами операційної системи, за допомоги програми для калібрування або програми, яка інтегрована у драйвер відеокарти, а також з використанням спеціального приладу – калібратора (спектрофотометра або колориметра).

Прикладом програмного калібрування є налаштування монітору за допомогою тестових шкал у програмах, які підтримують CMS, наприклад, Photoshop або спеціального програмного забезпечення, наприклад, Natural color pro, CLTest, Atrise Software Lutcurve.

Інструментальне калібрування колориметром чи спектрофотометром є більш точним, порівняно із програмним, тому у проведених дослідженнях використовували спектрофотометр. Застосування спектрофотометра також передбачає більше можливостей на відміну від колориметра, наприклад, доступний режим калібрування проєкторів. Принцип роботи таких пристроїв є різним. У колориметра світло проходить через кольорові світлофільтри та реєструється фотодіодами, а спектрофотометр вимірює рівень енергії кожної довжини хвилі для видимого діапазону.

**Вибір моніторів та проведення калібрування і профілювання.** Під час роботи з кольором важливим є вибір монітору, який повинен правильно відтворювати кольори. Наприклад, монітори з типом матриці TN застосовують для відеоігор, в офісах, в освітніх закладах; IPS – для роботи з графічними програмами; MVA, VA – для фільмів, ігор; OLED – у смартфонах, телевізорах. Не всі за-

мовники та проєктанти забезпечені професійними дорожчими, порівняно з IPS, моніторами. Часто готують та переглядають проєкти на моніторах офісного типу або екранах ноутбуків чи мобільних пристроях. Чи можна офісні монітори використовувати під час розробки та перегляду проєктів у кольорі і яку вони забезпечують точність відтворення кольору? Для відповіді на це запитання порівнювали два LCD-монітори: монітор для роботи з кольором у графічних програмах ASUS ProArt Display PA278CV та звичайний офісний Samsung SyncMaster 721N.

Монітор ASUS ProArt Display PA278CV (тип матриці IPS), колірна температура – D65, яскравість – 350 кд/м<sup>2</sup>, контрастність 1000:1, гамма – 2,2. Завдяки фабричному калібруванню, точність якого підтверджується сертифікацією CalMAN Verified, модель ProArt Display PA278CV можна без додаткового налаштування використовувати для професійної роботи з кольором. Монітор забезпечує відхилення за кольором  $\Delta E < 2$ .

Монітор Samsung SyncMaster 721N (тип матриці TN+film), порівняно з іншими типами моніторів, гірше відтворює колір. Основні параметри Samsung SyncMaster 721N: колірна температура – 6500° K, яскравість – 300 кд/м<sup>2</sup>, контрастність – 800:1 (динамічна 2000:1), гамма – 2,2.

Інструментом у дослідженні слугував спектрофотометр ColorMunki Design, розроблений X-Rite. ColorMunki застосовують для калібрування і профілювання моніторів, проєкторів, профілювання принтерів, вимірювання освітлення на робочому місці та кольорів на будь-якій поверхні під час створення авторської палітри та передачі даних у дизайнерські графічні програми, наприклад, Photoshop, Illustrator. Перед калібруванням налаштовують на еталон білого, який вбудований у пристрій. Аналоги ColorMunki Design – ColorMunki Photo, нові версії – X-Rite i1Display Pro, i1Studio (ColorChecker Studio).

Калібрували та створювали профіль монітору за інструментальною методикою з використанням програми DispcalGUI (за ліцензією GNU GPL) надбудови Argyl CMS. Калібрування проводили під стандартне джерело світла D65 (колірна температура 6500 K), налаштування білої точки – за балансом R, G, B, якщо яскравість дорівнює 120 кд/м<sup>2</sup>, гамма – 2,2.

У процесі калібрування виводили на екран основні кольори R, G та B з послідовним збільшенням яскравості. Заміри яскравості дали змогу отримати залежність відгуку кожного каналу на поданий сигнал і вирахувати їх відхилення від заданої гамма-кривої. За цими відхиленнями будуються компенсаційні криві, які прописуються у профіль та завантажуються в LUT відеокарти. Побудовані профілі автоматично завантажуються операційною системою.

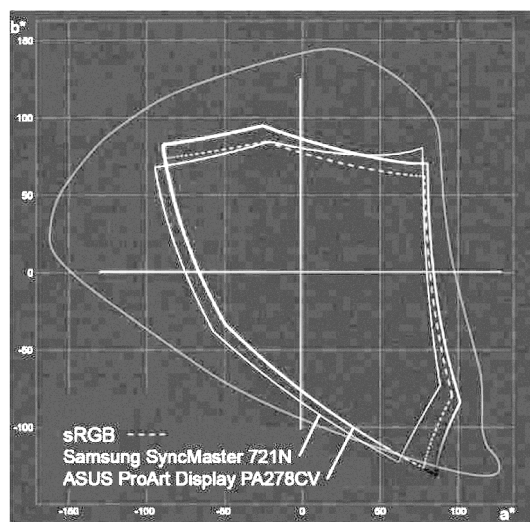


Рис. 1. Порівняння колірних охоплень досліджуваних моніторів

Після калібрування для червоного та зеленого каналів спостерігали майже прямолінійну передачу під кутом 45°, в той час як для кривої синього кольору – суттєве викривлення відгуку, особливо в ділянці світлих синіх відтінків. Отримані охоплення моніторів порівнювали з охопленням sRGB (рис. 1). За формою вони дещо подібні до sRGB. Проте охоплення монітора Samsung SyncMaster 721N є меншим, порівняно з охопленням монітору ASUS ProArt Display PA278C, та становить 92,01 % від площі sRGB. Візуально видно, що охоплення не перекриває область насичених синіх та фіолетових кольорів, що характерно для більшості моніторів такого типу. Проте воно є дещо ширшим, порівняно з sRGB в області голубих та зелених відтінків. Монітор ASUS відтворює значно більшу кількість кольорів, які бачить людина.

Інструментальний контроль колориметричних налаштувань передбачає вимірювання відхилення кольору за колірною відмінністю між координатами полів шкали, отриманими до та після калібрування. Точність передачі кольорів оцінювали за показником колірної відмінності  $\Delta E$  2000. Формула розрахунку  $\Delta E$  2000 є міжнародним стандартом та показує високу відповідність між розрахунковими значеннями відмінностей та сприйняттям людини (Занько, Писанчин, Голубник, Маїк, Ковальський, 2022).

Якщо  $\Delta E_{2000} < 1$ , експерти не відчують різниці між двома кольорами, що порівнюються (експертами вважають фахівців у галузі науки про колір, досвідчених фотографів, дизайнерів, фахівців з обробки зображень). Показник  $\Delta E$  2000  $< 3$  означає, що типова особа не відчуває суттєвої різниці. Кольори, у яких відмінності є більші за 3 одиниці, є помітними для будь-якого користувача. Отже, хорошим результатом можна вважати той, у якому відхилення  $\Delta E$  кожного кольору не перевищує 3 одиниці, середнє значення – 1, допустимі значення є 4 і 1,5 відповідно.

Для перевірки якості калібрування та профілювання використовували тестову шкалу спектрофотометра, яка містила 24 поля, з яких 9 – ахроматичні, а 15 – хроматичні. Хроматичні поля включали кольори, які найважче відтворюються на моніторі (рис. 2).

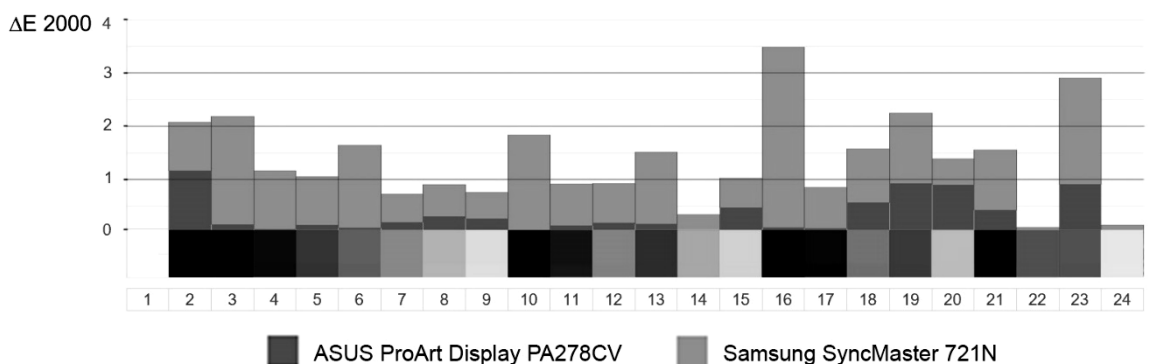


Рис. 2. Кольори полів тестової шкали та їх колірні відмінності  $\Delta E_{2000}$  після налаштування моніторів

Колірні відмінності полів тестової шкали, отриманої на відкаліброваному моніторі ASUS Pro Art Display PA278CV, є меншими за одиницю  $\Delta E_{2000}$ , що вказує на спотворення кольорів, які не виявляють навіть фахівці, і є хорошим результатом. Тільки відтворення чорного кольору спричинило колірну відмінність  $\Delta E = 1,17$  (поле № 2). Проте усі значення колірної відмінності належать до гранично допустимого, це свідчить про достовірне відтворення кольору монітором та підтверджує сертифікат фабричного калібрування монітору. Середнє значення колірної відмінності для 9 ахроматичних полів становить 0,27, для хроматичних – 0,34 одиниць. Максимальне колірне відхилення кожного кольору не перевищує 3, а середнє значення – 1  $\Delta E$  (рис. 2).

Для офісного монітору Samsung SyncMaster 721N отримали значно більші колірні відхилення після його налаштування. Більшість значень  $\Delta E$  є меншими за 3 одиниці. Тільки для темно-синього кольору  $\Delta E=3,39$  (поле № 16) перевищує норму, але знаходиться у межах допустимого. Найбільші колірні відмінності отримано для насичених кольорів: гірчичного  $\Delta E=1,99$  (№ 23), пурпурного – 1,79 (№ 10) та зеленого – 1,35 (№ 13). На досліджуваному моніторі Samsung SyncMaster 721N спостерігаються також великі відхилення колірних відмінностей для ахроматичних кольорів (рис. 2). Середнє значення колірної відмінності для ахроматичних полів становить 0,89, для хроматичних – 0,99 одиниць  $\Delta E$ . Максимальне відхилення  $\Delta E$  за ахроматичною шкалою не перевищує 3 одиниці, за хроматичною – допустимого значення (4). Середнє значення для ахроматичної та кольорової шкали є гіршим, порівняно зі значеннями монітору ASUS.

**Практичне використання профілів під час опрацювання зображень у Adobe Photoshop.**

Оскільки опрацьовують зображення у програмному забезпеченні з використанням одного з робочих профілів: sRGB, Adobe RGB, ProPhoto RGB, виникає запитання: який із цих профілів обирати? Якщо необхідно роздрукувати запроєктований об'єкт у кольорі на принтері чи поліграфічним способом, застосовують профілі з більшим охопленням, наприклад, Adobe RGB чи ProPhoto RGB. Поліграфічним способом отримують насичені голубий, пурпурний та жовтий кольори, які не відтворює sRGB. Adobe RGB перевищує колірне охоплення sRGB в області зелено-голубих відтінків. Більш широке охоплення ProPhoto RGB призначене для роботи з фотографіями, а також для отримання зображень на принтерах, які забезпечують невідтворювані у Adobe RGB чи sRGB кольори. Якщо кольорові зображення об'єктів проєктування в архітектурі та дизайні опрацьовують та контролюють лише по монітору і не передбачається їх роздрукування, тоді, зазвичай, обирають за робочий профіль sRGB, який описує стандартний середньостатистичний монітор (Фершильд, 2006). За допомогою команди *convert to working RGB* вбудований профіль зображення конвертується у sRGB. Інакше Photoshop буде застосовувати робочий профіль, який встановлений у діалоговому вікні налаштування кольору *Color settings*. Для того, щоб програма візуалізувала зображення з врахуванням вбудованого профілю, необхідно у *Color management policies* вказати команду *Preserve embedded profiles RGB*. Під час вибору опції *Off* вбудований профіль відкидається і зображенню присвоюється робочий профіль, який встановлений у *Color settings*.

Під час роботи з кольорними профілями, які різняться за розміром, наприклад, з більшим охопленням Adobe RGB чи ProPhoto RGB та переходу у sRGB, деякі кольори можуть виходити за межі меншого профілю. У такому випадку застосовують один із алгоритмів перерахунку невідтворюваних кольорів у відтворювані (*rendering intents*). Застосовують чотири методи перерахунку кольорів, а саме: за насиченістю (*saturation*), за сприйняттям (*perceptual*), відносний колориметричний (*relative colorimetric*), абсолютний колориметричний (*absolute colorimetric*). Методи відносний колориметричний та за сприйняттям – найбільш розповсюджені (Bruce Fraser, Chris Murphy, Fred Bunting, 2005).

У відносному колориметричному методі білий та чорний кольори вихідного простору перераховуються у білий та чорний кольори цільового. Значення світлоти перераховуються лінійно, а хроматичність кольорів, які входять в охоплення цільового простору, зберігається. *Relative colorimetric* прийнято як стандарт поліграфії у Північній Америці та Європі. Під час застосування методу перерахунку за сприйняттям кольори поза межею профілю пропорційно потрапляють в охоплення цільового простору. Всі кольори зображення змінюються, проте зберігаються тональні переходи. Цей метод перерахунку кольорів є стандартом в Японії. Якщо невідтворюваних кольорів є малий відсоток та важливою є правильність їх відтворення, тоді необхідно вибрати відносний колориметричний метод. Якщо правильність відтворення кольору не є критичною, а важливою є передача тональності, тоді використовують метод перерахунку за сприйняттям. Метод перерахунку за насиченістю кольору максимально її зберігає. Тут яскравість і насиченість кольорів важливіша за точні співвідношення між ними. *Saturation* застосовують для інфографіки, презентаційних рисунків. За використання абсолютного колориметричного методу кольори всередині охоплення не змінюються, а тільки ті, які знаходяться за його межами, замінюють на найближчі доступні кольори. *Absolute colorimetric* зберігає білу точку вихідного простору.

Для ілюстрування необхідності застосування методу перерахунку кольорів, які знаходяться за межами робочого охоплення, будували 3D-охоплення sRGB у просторі CIE Lab за допомогою програми *Chromix Colorthink Pro* (рис. 3). Для наочності отриманих кольорних відмінностей показали також кольори тестової шкали до та після калібрування моніторів. Для офісного монітора *Samsung SyncMaster 721N* спостерігали суттєві зміщення кольорів у просторі CIE Lab після його калібрування. У той час як для монітора *ASUS ProArt Display PA278CV* відмінності кольорів візуально відсутні (точки до та після налаштування монітору співпадають).

Під час обертання 3D sRGB охоплення вибрано ракурс, за якого видно найбільшу кількість кольорів, які виходять за межі простору sRGB. Це насичені жовтий, салатковий, зелений, оранжевий, рожевий, гірчичний, синьо-голубий та чистий білий кольори (рис. 3). Стрілками зображено напрям переміщення невідтворюваних кольорів під час їх переходу у простір sRGB за абсолютним колориметричним методом перерахунку. Кольорокоректування у Photoshop відбувається шляхом пониження насиченості та підвищення контрасту за допомогою коректувальних шарів, наприклад, curves та selective color.

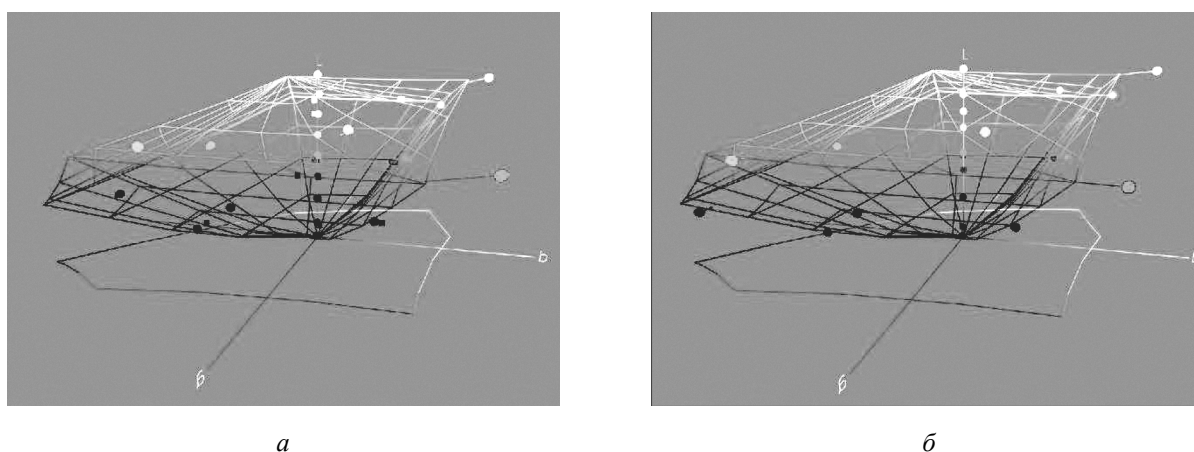


Рис. 3. Охоплення sRGB та кольори тестової шкали у CIE Lab просторі: квадратні точки – до налаштування, круглі – після налаштування моніторів: а – Samsung SyncMaster 721N; б – ASUS ProArt Display PA278CV

Калібрування монітору проводять під час роботи з новим монітором або комп'ютером, під час зміни налаштувань (роздільна здатність, яскравість), періодично після певного часу користування. Налаштування монітору, а також правильний вибір робочого профілю та методу перерахунку кольору допоможе отримати відповідний колір із електронних версій палітр у графічних програмах, які підтримують систему керування кольором.

Рекомендації для отримання відповідного кольору, наприклад, RAL палітри на моніторі:

1. Облаштувати робоче місце для роботи з кольором з дотриманням вимог стандарту.
2. Провести калібрування і профілювання монітору.
3. Застосувати програмне забезпечення з підтримкою системи керування кольором.
4. Працювати з електронними версіями палітр, які містять налаштування для CMS.

**Перспективи подальшого розвитку досліджень.** Використання у розробці проекту різних пристроїв для отримання кольорових зображень (цифрового фотоапарату, сканера, проектора, смартфона), які спричиняють невідповідність кольорів на моніторі комп'ютера, а також розроблення рекламних проспектів, постерів, портфоліо архітектурних та дизайнерських робіт, роздруковування проектів на принтері або поліграфічним способом спонукає до проведення подальших досліджень точності відтворення кольору на моніторі та відбитку.

### Висновки

У процесі комп'ютерного проектування в архітектурі та дизайні колір на моніторі потребує відповідного відтворення. Покращити точність відтворення кольору та отримати наблизений до стандартних палітр колір можна шляхом калібрування та профілювання монітора. Під час перегля-



ду, вибору, узгодження, затвердження кольорів об'єкта проєктування необхідно дотримувати вимоги до умов перегляду, працювати на відкаліброваному моніторі, який призначений для роботи з програмами, що підтримують систему керування кольором та його профіль.

#### Бібліографія

Adams R., El Asaleh R., Seto A., Lisi J., Habekost M. (Eds.). (2009). Digital Photography for Graphic Communications. Chapter 4. Color Management. School of graphic communications management Ryerson university. URL: <https://pressbooks.library.torontomu.ca/digitalphotographyforgcm/chapter/chapter-4>.

Bruce Fraser, Chris Murphy, Fred Bunting. (2005, January). Real World Color Management: Industrial-Strength Production Techniques, 2nd Edition Peachpit Pr; 2nd edition, 582. URL: <https://www.amazon.com/Real-World-Color-Management-2nd/dp/0321267222>.

Graphic technology Displays for colour proofing. Characteristics. (2015). ISO 12646:2015.

Graphic technology and photography. Viewing conditions. (2009). ISO 3664:2009.

Morović J. (2008, June). Color Gamut Mapping. John Wiley & Sons, Ltd. DOI: 10.1002/9780470758922.

Sharma Abhay. Understanding Color Management. (2004). All Books and Monographs by WMU Authors. 327.

Занько Н. В., Писанчин Н. С., Голубник Т. С., Маїк Л. Я., Ковальський Б. М. (2022). Колориметричні методи контролю якості кольоровідтворення в поліграфії. Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Інновації : монографія. Харків : ТОВ “Друкарня Мадрид”. 37–60. URL: <https://openarchive.nure.ua/handle/document/20532>.

Кравець В., Ігнатєва Н., Тимофєєва Н. (2021, квітень 22). Функції колористики в дизайні архітектурного середовища. *Актуальні проблеми сучасного дизайну : матер. Міжнар. наук.-практ. конф.* К. : КНУТД, 241–244.

Кузьмич В. І. (2020). Гармонійний підбір кольорів в архітектурному проєктуванні. *Сучасні проблеми архітектури та містобудування*, (57), 178–189. DOI: [org/10.32347/2077-3455.2020.57.178-189](https://doi.org/10.32347/2077-3455.2020.57.178-189).

Тарасова К., Кононенко Г., Янтовська О. (2022). Особливості застосування кольору та світла в архітектурі та дизайні, їх вплив на людину. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*, 1 (5), 23–30. DOI: [10.46299/j.isjea.20220105.04](https://doi.org/10.46299/j.isjea.20220105.04).

Фершильд М. Д. (2006). Модели цветового восприятия. 2-е изд. / пер. с англ. А. Е. Шадрин. USA : Rochester. Institute of Technology, 437.

#### Reference

Adams, R., El Asaleh, R., Seto, A., Lisi, J., Habekost, M. (Eds.). (2009). Digital Photography for Graphic Communications. Chapter 4. Color Management. School of graphic communications management Ryerson university. URL: <https://pressbooks.library.torontomu.ca/digitalphotographyforgcm/chapter/chapter-4>.

Bruce Fraser, Chris Murphy, Fred Bunting. (2005, January). Real World Color Management: Industrial-Strength Production Techniques, 2nd Edition Peachpit Pr; 2nd edition, 582. URL: <https://www.amazon.com/Real-World-Color-Management-2nd/dp/0321267222>.

Graphic technology Displays for colour proofing. Characteristics. (2015). ISO 12646:2015.

Graphic technology and photography. Viewing conditions (2009). ISO 3664:2009.

Morović, J. (2008, June). Color Gamut Mapping. John Wiley & Sons, Ltd. DOI: 10.1002/9780470758922.

Sharma Abhay. Understanding Color Management. (2004). All Books and Monographs by WMU Authors. 327.

Zanko, N. V., Pysanchyn, N. S., Holubnyk, T. S., Maik, L. Ya., Kovalskyi, B. M. (2022). Kolorymet-rychni metody kontroliu yakosti kolorovidtvorennia v polihrafii. Polihrafichni, multymedii-ni ta web-tekhnologii. Innovatsii : monohrafiia. Kharkiv : TOV “Drukarnia Madryd”. 37–60. URL: <https://openarchive.nure.ua/handle/document/20532>.

Kravets, V., Ihnatieva, N., Tymofieieva, N. (2021, April). Funktsii kolorystyky v dyzaini arkhitekturnoho sereдовyshcha. *Aktualni problemy suchasnoho dyzainu : mater. Mizhnar. Nauk.-prakt. konf.* K. : KNUITD, 241–244.

Kuzmich, V. I. (2020). Harmoniinyi pidbir koloriv v arkhitekturnomu proektuvanni. *Suchasni pro-blemy arkhitektury ta mistobuduvannia*, (57), 178–189. DOI: [org/10.32347/2077-3455.2020.57.178-189](https://doi.org/10.32347/2077-3455.2020.57.178-189).

Tarasova, K., Kononenko, H., Yantovska, O. (2022). Osoblyvosti zastosuvannia koloru ta svitla v arkhitekturi ta dyzaini, yikh vplyv na liudynu. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*, 1 (5), 23–30. DOI: 10.46299/j.isjea.20220105.04.

Fershyld, M. D. (2006). *Modely tsvetovoho vospriyatiya*. 2-e yzdan. / per. s anhl. A. E. Shadryn. USA : Rochester. Institute of Technology, 437.

**Oksana Bilinska<sup>1</sup>, Khrystyna Kulchytska<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Associate Professor of the Department of Design and Fundamentals of Architecture,  
Lviv Polytechnic National University, Lviv  
e-mail: oksana.b.bilinska@lpnu.ua  
ORCID: 0009-0007-8126-1374

<sup>2</sup>Associate Professor of the Department of Design and Fundamentals of Architecture,  
Lviv Polytechnic National University, Lviv  
ORCID: 0000-0002-6184-988X  
e-mail: khrystyna.b.kulchytska@lpnu.ua

## APPROPRIATE COLOR REPRODUCTION ON THE MONITOR WHEN DESIGNING ARCHITECTURAL AND DESIGNER OBJECTS

© Bilinska O., Kulchytska Kh., 2023

*The paper substantiates the importance of appropriate color reproduction when designing architectural and designer objects in computer systems. Most studies of color in architecture and design are related to its characteristics, lighting conditions, the influence of the source, environment, visual perception, etc., rather than the accuracy of its reproduction. The color selected by the designer and the customer from the standard palettes may be distorted when displayed on a monitor in the software. Color deviations from the palette samples can be significant and visually noticeable on the monitor, which is undesirable.*

*The article compares two monitors in terms of color reproduction quality. For this purpose, was described software and tool methods for configuring monitors. The monitors were calibrated and profiled using an instrumental method using a spectrophotometer. The obtained profiles were analyzed in comparison with sRGB and the color differences of the test scale fields were analyzed by color difference  $\Delta E$  2000. The suitability of each monitor for project visualization was determined based on monitor calibration and profiling results. The authors compared the coverage of sRGB, Adobe RGB, and ProPhoto RGB and gave practical recommendations for choosing a working profile when working and controlling color by monitor. The algorithms for calculating and using unreproducible colors were analyzed when switching from a larger color gamut to a smaller one. The article also includes practical recommendations for preparing the monitor for working with color.*

*Therefore, it is possible to improve the color reproduction accuracy and get the color close to standard palettes on the monitor by calibrating and profiling it. The process of setting up a monitor is especially relevant in the case of preparing projects in digital form with their visualization in software.*

**Key words:** *color in architecture and design, reproduction accuracy, monitor calibration and profiling, working profile, rendering intents.*