

УДК 7.05:004.92:7.017.3

**КОЛІР ТА ТОН ЯК КОМПОЗИЦІЙНІ РЕГУЛЯТОРИ У ЦИФРОВІЙ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ :
ВІД РАСТРОВОЇ ОБРОБКИ ДО РЕНДЕРУ**

Андрій ЗІНЧЕНКО – асистент кафедри «Дизайну та інтер'єру»,
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. БЕКЕТОВА, м. Харків
<https://orcid.org/0000-0002-3429-070X>
<https://doi.org/10.35619/ucpmpk.52.1206>
zinchenko.andrew.art@gmail.com

Дар'я БОЙКО – асистент кафедри «Дизайну та 3D-моделювання»,
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. БЕКЕТОВА, м. Харків
<https://orcid.org/0000-0003-4735-2954>
stonogadafa@gmail.com

Валентин ГОЛІУС – асистент кафедри «Дизайну та 3D-моделювання»,
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. БЕКЕТОВА, м. Харків
<https://orcid.org/0000-0001-9116-4665>
ottobisma@gmail.com

Ніна ІВАНОВА – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Дизайну та 3D-моделювання»,
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. БЕКЕТОВА, м. Харків
<https://orcid.org/0000-0002-0125-8981>
ivanova.ninvas@gmail.com

Цитування:

Зінченко А., Бойко Д., Голіус В., Іванова Н. Колір та тон як композиційні регулятори у цифровій візуалізації : від растрової обробки до рендеру. *Українська культура: минуле, сучасне, шляхи розвитку*. 2026. № 52. С. 660-666 <https://doi.org/10.35619/ucpmpk.52.1206>

Стаття присвячена дослідженню ролі кольору та тону, як фундаментальних регуляторів композиції у процесі цифрової візуалізації. Проблема полягає у фрагментарності знань: технічні, психологічні та художні аспекти обробки зображень часто вивчаються ізольовано, що призводить до часткової втрати творчого задуму під час технічних перетворень та вимог. *Проаналізовано* п'ять стадій створення цифрової картини: растрову підготовку, колірне керування, освітлення, рендеринг та постобробку. *Показано*, що колір здебільшого відповідає за диференціацію елементів та емоційний характер сцени, тоді як тон визначає візуальну ієрархію, глибину простору та читабельність форми. *Запропонована інтегративна модель* виступає своєрідною пам'яткою для збереження композиційної цілісності. *Результати дослідження демонструють* важливість узгодження художніх і технічних рішень для збереження композиційного задуму під час переходу між етапами створення та обробки зображення.

Ключові слова: цифрова візуалізація, композиція, колір, тон, рендеринг, управління кольором, зображення, мистецтво, дизайн, ілюстрація.

Постановка проблеми. Сучасний процес створення цифрового зображення є складним багатоетапним процесом, що охоплює стадії від початкової растрової обробки до фінального рендерингу та його постобробки. На кожному з цих етапів ухвалюються рішення щодо кольорового та тонального балансу, які є базовими елементами образотворчої композиції. Проте у науковому дискурсі ці етапи переважно розглядаються ізольовано в межах вузькоспеціалізованих дисциплін: теорії дизайну, візуальної психології та комп'ютерної графіки. Така фрагментарність знань призводить до розриву між художнім задумом та технічними засобами для його втілення. Технічні аспекти створення, наприклад, алгоритми тонального відображення чи колірне профілювання, часто розробляються без належного врахування композиційних цілей дизайнера, що створює ризик ненавмисної трансформації або повної втрати початкового задуму, ієрархії візуальних елементів та атмосфери зображення.

Актуальність дослідження зумовлена постійним ускладненням технологій цифрової графіки (впровадження HDR, розширених колірних просторів, тощо) та індустріальною потребою у стандартизації систем керування кольором (наприклад, ACES). Відчувається гостра необхідність у міждисциплінарному підході, який би інтегрував емпіричні дані візуальної психології щодо сприйняття яскравості та контрасту з алгоритмами комп'ютерної графіки. Відсутність єдиної теоретичної моделі, що системно описує взаємозв'язок кольору, тону і композиції протягом усього цифрового циклу, гальмує розвиток новітніх програмних інструментів, які б могли поліпшити композиційну цілісність авторського задуму. Як зауважують дослідники, історично існував розрив між художнім задумом і технічними засобами його втілення [1]. Таким чином, актуальною є проблема збереження композиційного задуму (ієрархії візуальних елементів, акцентів, атмосфери) на всіх стадіях цифрового конвеєра обробки зображень.

Мета дослідження – розробка інтегрованої концептуальної моделі, що системно визначає та описує функції кольору та тону як композиційних регуляторів на всіх етапах проектування та створення цифрової візуалізації (художнього твору) задля забезпечення збереження художнього задуму.

Аналіз останніх досліджень та публікацій – у світовій літературі питання кольору і тональної

композиції розглядаються у кількох напрямках. Візуально-перцептивні і когнітивні дослідження підтверджують, що кольорові та світлові характеристики зображення суттєво впливають на розподіл уваги та пам'ять. Зокрема, контрастність стимулу підсилює нейронну активність, аналогічно ефекту уваги, наприклад, підвищення контрасту за рахунок яскравості, збільшує силу його нейронного представлення, як і навмисне фокусування уваги [2]. Згадується, що збільшення контрасту покращує помітність та здатність запам'ятовувати зображення, наприклад, при вільному перегляді зображення, які мають високий контраст, запам'ятовуються приблизно на 15% краще, ніж низького контрасту [3]. Колірні характеристики теж можуть сильно привертати увагу, наприклад, око автоматично реагує на «кислотні» та перенасичені кольори, так званий «поп-ефект». Контраст між кольорами створює візуальний інтерес та підвищує зацікавленість та залученість глядача [4]. Водночас, людська периферійна система зору більш чутлива до тональних змін, ніж до кольорових і художники використовують цей факт, використовують загальновідомий прийом, примружуючи очі для оцінки тональності сцени. Отже, і колір, і тон відіграють невід'ємну роль у сприйнятті композиції – колір подає сигнали про важливість об'єктів і емоційний настрій, тоді як тон визначає об'єм, перспективу, читабельність форми та глибину простору.

У теорії дизайну і мистецтва питання кольорово-тональної композиції мають давні традиції. Класичні праці Рудольфа Арнхейма та Йоганнеса Іттена описували гармонію кольорів та баланс світла й тіні як засоби організації композиції. У живописі існує практика починати ескіз із градацій сірого, тобто з тонального ескізу або з гризайлі, перш ніж додавати колір – щоб упевнитися в коректній побудові світла та тіні як основи композиції. Цей принцип перекладається і в цифровий живопис, коли сучасні цифрові художники часто спершу опрацьовують розподіл значень темноти та яскравості, а потім вже накладають колір. Такий підхід підтримується й сучасними інструментами, наприклад, система ArtKrit пропонує покрокове навчання композиції, спочатку аналізуючи схему розміщення форм, потім перевіряючи тональний розподіл, та тільки наостанок переходячи до кольору [5]. З боку дизайн-аналізу публікуються дослідження, що формалізують композиційні прийоми. Наприклад, розроблено алгоритми для автоматичного виявлення ліній композиції в зображенні, наприклад, правило третин та діагональні направляючі, з використанням методів комп'ютерного бачення [5]. Інші роботи порівнюють традиційні художні практики з алгоритмічними засобами – наприклад, співставлення тональних «ключів» сцени з параметрами тонування у 3D-графіці. Однак у публікаціях художньо-теоретичного спрямування технологічні аспекти часто лишаються за кадром.

У комп'ютерній графіці та інженерних дослідженнях акцент зроблено на технічних засобах керування кольором і тоном. Існує величезний розрив між високим динамічним діапазоном (HDR) яскравості у реальному світі та низьким динамічним діапазоном пристроїв відображення таких як монітори та принтери. Для коректного відображення HDR-зображень потрібно стиснути цей діапазон без втрати видимих деталей. Замість складних моделей пропонується алгоритм, що ґрунтується на перевірених часом фотографічних практиках, зокрема, на системі зон А. Адамса. Адаптація класичних фотографічних парадигм, що базуються на зонній системі, до алгоритмів комп'ютерної графіки забезпечує високоефективну компресію динамічного діапазону при виведенні HDR-зображень на стандартні дисплеї. На відміну від психофізичних моделей даний автоматизований метод нівелює артефакти деградації контрасту і надає прецизійний контроль над результируючим зображенням [1].

У розрізі 3D-рендерингу та освітлення – фізично обґрунтовані моделі освітлення забезпечують реалістичне розподілення світла, але художники часто вручну коригують освітлення сцени задля композиційного ефекту. Наприклад, у кіно та іграх застосовують принципи постановочного освітлення, коли основне світло виділяє головний об'єкт, підсвічування та розсіяне світло регулюють тональний баланс між фоном та переднім планом. Дослідження підтверджують, що саме розподіл світла та тіней дає потужні підказки про глибину та форму об'єктів. Зорова система людини здатна оцінювати глибину 3D-об'єктів за градієнтами яскравості, спираючись на правило «темне – значить глибоке». Це підтверджує, що мозок (за умовчанням) може використовувати припущення про розсіяне (дифузне) освітлення, не вимагаючи інформації про конкретний напрям джерела світла [6]. Таким чином, технічні рішення у 3D-графіці (освітлення, колірні профілі, рендеринг, карти градієнтів) тісно пов'язані з композиційними наслідками, навіть якщо автори не заявляють про це відкрито, подібний підхід все одно реалізується ними на неусвідомленому рівні.

Незважаючи на значний обсяг досліджень, наразі відсутня єдина теоретична модель, яка б об'єднувала художні та інженерні підходи до роботи з кольором і тоном протягом усього циклу цифрової візуалізації. Для заповнення цієї наукової прогалини в дослідженні застосовано міждисциплінарний підхід, спрямований на розробку цілісної концепції взаємодії кольору та тону на всіх етапах створення цифрового зображення.

Виклад основного матеріалу. Колір та тон є базовими елементами образотворчої композиції як в традиційних мистецтвах, так і у цифровій графіці. У цифровій візуалізації вони виступають

своєрідними «регуляторами» композиції, впливаючи на розподіл акцентів, глибину сцени та сприйняття зображення глядачем. Сучасний процес створення цифрового зображення, починаючи з базової растрової обробки до кінцевого рендерингу, включає кілька етапів, на кожному з яких приймаються рішення щодо кольорів та тонального балансу.

Колір та тон у процесі створення цифрової візуалізації: від концепції до екрану. Цифровий процес створення зображення можна умовно поділити на п'ять основних стадій: растрова обробка, управління кольором, налаштування освітлення та затінення, рендеринг (візуалізація) та фінальна постобробка (рис. 1). Кожен з етапів виконує свою роль у формуванні кінцевого задуму та композиції зображення.

На *рис. 1* представлено концептуальну схему цього процесу, в якій послідовність етапів та їхні взаємозв'язки відображено у вигляді наочної послідовності.



Авторами дослідження дисциплінованого малювання для компенсації недостатнього аналітичного досвіду у художників розроблено програмний інструмент ArtKrit, який здійснює порівняльний аналіз еталонного та робочого зображень, формуючи автоматизовані рекомендації щодо композиції, тону та кольору. Уникаючи директивного втручання в авторський процес, ця система візуалізує об'єктивні розбіжності між полотнами, виконуючи функцію віртуального наставника та стимулюючи свідоме прийняття творчих рішень [5]. Подібні інструменти можуть дуже допомогти як початківцям так і практикуючим митцям.

Типовий підхід у створенні ілюстрації – спочатку створити скетч або лінійний малюнок, а потім налаштувати тональний баланс зображення в градаціях сірого на кшталт гризайлі, для того щоб визначити композицію світла та тіні, а вже потім додавати та накладати кольори. Такий процес гарантує, що навіть без кольору зображення зчитується композиційно через контраст світлого та темного, та буде виглядати об'ємно. Кольори ж треба додавати цілеспрямовано, теплі відтінки, щоб візуально наблизити об'єкти або привернути увагу, холодні, навпаки, щоб відсунути на другий план чи створити спокійні зони [7]. Насиченість кольору регулюється залежно від ролі елемента,

наприклад, найбільш насичені кольори часто зарезервовані для головних об'єктів, у той час як фон витриманий у більш приглушеній гамі. Отже, на стартовій стадії закладається ієрархія – що в зображенні головне, а що другорядне, за допомогою колірного та тонального рішення.

На етапі базової растрової обробки відбувається початкове формування композиції зображення. Це може включати цифрове малювання, обробку фотографій або створення текстур, де автор визначає колірну палітру сцени, розставляє основні акценти світлотіні, але зазвичай це скетч, лінійний малюнок чи закладення композиції великими формами або плямами. Найважливіше на цьому етапі задати загальну композицію сцену, силуети та головні точки інтересу.

На стадії освітлення та затінення відбувається наповнення сцени світлом у тривимірному просторі (у випадку 3D-графіки) або встановлення відносин світла та тіні у 2D-композиції. Це особливий момент для побудови візуальної глибини та рельєфності. Правильне розташування джерел світла визначає, які області будуть у фокусі уваги. В класичній фотографії, у кінематографі та у театральних постановках існує правило, що об'єкт, який найкраще освітлений і має найвищий локальний контраст, автоматично стає центром уваги глядача. Дослідження зору підтримують цю тезу, бо підсвідома система обробки зображення в мозку використовує градієнти яскравості як одну з головних підказок для визначення форми та простору [6]. Так, дифузне освітлення з характерним спадом яскравості від вершин до западин об'єкта формує ефект тривимірності – і це працює настільки сильно, що люди схильні сприймати навіть плоскі зображення з простим градієнтом як об'ємні форми. З композиційного погляду, гра світла та тіні створює ритм і баланс на зображенні. Наприклад, якщо передній план затемнений, а глибина сцени освітлена, погляд буде притягуватися углиб. Навіть існують спеціальні вправи та завдання на моделювання простору світлом. Натомість підсвічування головного героя яскравим променем на темному тлі виокремить його, так званий, прийом світлового акценту. Колір світла також може впливати на сприйняття, наприклад, через тепле світло на головному об'єкті на тлі холодних тіней створюється колірний контраст, що значно підсилює акценти. Таким чином, на стадії затінення здійснюється тонально-кольорове моделювання сцени та визначаються контрасти, які будуть вести око глядача по зображенню.

Різні відтінки (hue), рівні насиченості (saturation) та світлоти (luminosity) кольору привертають

увагу людини зовсім по-різному. Насиченість кольору є фактором, що найсильніше впливає на його виявлення, наприклад, плями з найменшою насиченістю не помічаються взагалі, а з найбільшою – помічаються завжди. Загальний рівень світлоти кольору також важливий, бо кольори із середнім показником світлоти виявити легше та швидше [8].

Колір формується внаслідок відбиття об'єктами світлових хвиль різної довжини, а їхня фіксація та відтворення у цифрових пристроях базується на моделі RGB та вимагає точного калібрування балансу білого. Водночас розуміння принципів взаємодії кольорів, зокрема застосування комплементарних пар, дозволяє ефективно керувати візуальним контрастом та композиційно акцентувати ключові елементи зображення. Важливо розуміти, що наука про колір виходить далеко за межі інтуїтивного вибору приємних оку відтінків. Це комплексний інструмент, який вимагає від автора розуміння фізики світла, технічних налаштувань та психологічного впливу палітри на глядача. Опанувавши ці знання, з'являється можливість використовувати колір як потужний засіб для наративу, створення потрібного настрою та управління увагою до ключових деталей композиції [9].

Композиційно важливо, що належне колірне керування дозволяє зберегти відносні співвідношення кольорів та яскравих ділянок, які задумав автор. Інакше кажучи, якщо якийсь персонаж у сцені був найяскравішим та найнасиченішим елементом, коректне профілювання й гамма-корекція мають забезпечити, що на будь-якому екрані, чи кольоровому режимі він залишиться домінуючим за візуальною увагою. Головна мета колірної керування – константність відтворення, тобто, щоб креативний задум, закладений у кольорах і тонах, не було спотворено апаратними обмеженнями. У кіноіндустрії це формулюють як збереження «творчого наміру» режисера під час конвертації між форматами. Практично, на цьому етапі виконуються операції перетворення між колірними просторами, наприклад, з вузького sRGB до широкого ACEScg, корекція гама, баланс білого тощо.

Композиційний вплив та правильно підтриманий колірний баланс гарантує, що колірні акценти, наприклад, яскраво-червона фокусна точка не втратять своєї виразності, а тональні контрасти, такі як, різниця між тінями та світлом не зникнуть через неправильну гамма-корекцію. Корекція кольору важлива не тільки між різними носіями чи моніторами, а також особливо вразливою ілюстрація стає перед друком. Якщо ж цей етап проігнорувати, можливі сильні спотворення кольорів, наприклад, кольори можуть зсунутися, роблячи акценти менш помітними, або вся картина стане надто темною чи світлою, втративши первинний композиційний баланс та задум.

Також варто відзначити, що теза «колірний контраст – візуальна чіткість» працює далеко не завжди, тому що механізми зору, які добре працюють на простих плоских кольорах, поведуться інакше в складній сцені, яка рясніє деталями [4].

Рендеринг – це етап технічної реалізації зображення, коли сцена перетворюється на двовимірне зображення з усіма розрахованими піксельними значеннями кольору. Якщо йдеться про 3D, рендеринг розв'язує рівняння глобального освітлення, обчислюючи взаємодію світла з матеріалами. В 2D-графіці у будь-яких графічних редакторах, рендерингом можна назвати фінальну композицію з шарів, застосуванням фільтрів, ефектів, тощо. Ця стадія здебільшого не додає самої нової композиційної інформації, але дуже важливо не втратити вже раніше закладену. Наприклад, потрібно переконатися, що жоден колірний канал не перевантажений, бо інакше яскраві області можуть втратити деталі і перетворитися на плоскі плями, порушуючи загальний задум. Одним з аспектів, де рендеринг впливає на композицію, є гамма-корекція, зображення, що розраховане лінійно, потребує приведення до нелінійної гамми дисплею. Неправильна гамма-корекція може зробити зображення або надто контрастним, або вицвілим. Відповідно, дотримання цих правил гарантує, що середній тональний баланс відповідатиме задуму. На рівні кольору рендеринг із фізично точною моделлю іноді може давати неочікувані реалістичні відтінки, які художник може вважати незадовільними для естетики сцени, наприклад, правильний, тобто потрібний, колір може виявитись надто тьмяним. В цілому завдання рендерингу в контексті композиції – відкоригувати зображення, а також точно відтворити все закладене раніше: тональність, світло, тіні та колірні акценти без викривлень і втрат.

Остання ланка – це постобробка. Сюди входять операції після первинного рендеру, такі як, глобальна та вибіркова корекція кольору, контрасту, яскравості, застосування художніх ефектів (віньетка, карти градієнтів, фільтри, підсилення акцентів, теплохолодність, мальовничість, тощо). Постобробка – це фінальне шліфування композиції. На цьому етапі автор може підкреслити акценти, які здалися недостатньо виразними, наприклад, напряму змінити насиченість певних кольорів, підвищити локальний контраст у центральній області, або затемнити периферію, створивши ефект віньетки для фокусування уваги. Примітно, що психологічні дослідження підтримують ефективність таких прийомів, наприклад, затемнення країв кадру (віньетка) дійсно спрямовує погляд до центру, а збільшення загального контрасту підвищує сигнали для мозку, роблячи образи, які більше запам'ятовуються [3].

Тональне відображення (tone mapping), особливо для HDR, є пріоритетною операцією, бо вона може

суттєво змінити вигляд сцени. Різні алгоритми мають різні цілі: деякі намагаються зберегти сценарну (фотографічну) правдивість, тобто якомога точніше показати як сцена виглядала б людському оку (з урахуванням адаптації ока до яскравості), а інші оптимізовані на суб'єктивну привабливість, тобто роблять зображення контрастнішим та з більшими акцентами, ніж реальна сцена, щоб справити сильніше враження [10]. Наприклад, для драматичної нічної сцени може бути потрібно зберегти дуже глибокі тіні та яскраві світлові акценти, навіть якщо частина деталей загубиться, бо для цього обирають тональне відображення з високим глобальним контрастом, а для сцен з м'яким, рівним світлом та настроєм, навпаки, зменшують жорсткі відблиски, тим самим пом'якшуючи контраст. Постобробка також включає колірне градування (color grading) – практику, широко вживану у кіно та фотографії, коли кольори цілеспрямовано зсувають у певну гаму, щоб задати певний настрій для створення унікальної атмосфери, кінематографічності чи стилістичної єдності проекту [9]. Хоча постобробка і виконується наприкінці, фактично вона завершує композицію, розставляючи фінальні акценти і гармонізуючи кольорово-тональну структуру всієї картини.

Людська зорова система зазвичай спочатку обробляє загальну тональну масу сцени (через периферійний зір), а вже потім розрізняє кольори центральним зором [6]. Тому композиція міцна, коли тональний «скелет» правильно вибудований, а кольори нанизані на нього як «зовнішня оболонка», додаючи певний сенс та деталі, але не руйнуючи структуру. Цей принцип і лежить в основі традиційних і цифрових художніх методів, підтверджуючись і науковими експериментами.

Важливим підсумковим питанням є те, як композиційний задум, сформований автором на початку, проходить крізь усі технічні стадії та у якому вигляді доходить до глядача? На основі проведеного аналізу можна стверджувати, що ідеальною є ситуація, коли всі стадії процесу створення працюють узгоджено і підтримують задум. Це вимагає міждисциплінарної уваги на кожному етапі, бо митцю варто розуміти основи технічних перетворень, для того щоб передбачити, як його кольори та тональність можуть змінитися у процесі. У реальних умовах іноді трапляються трансформації задуму. Наприклад, фотограф може навмисно не експонувати кадр, тобто такий і був творчий вибір для настрою, але автоматичний тональний коректор у камері «втягне» тіні, зруйнувавши атмосферу. Це – приклад конфлікту між художнім і технічним, який ілюструє потребу в налаштуваннях алгоритмів, що дозволяють залишити частину тіней глибокими, якщо так було задумано. Інший приклад – дизайнер створив афішу з дуже яскравим логотипом на білому тлі, тобто зробив сильний контраст для привернення уваги, але при друці на СМΥК принтері цей логотип втратив яскравість через обмежене колірне охоплення та композиційний було акцент було втрачено. Це вже питання колірного менеджменту, тому що потрібно було відразу працювати у потрібному просторі, враховуючи відмінність режиму СМΥК від RGB, або спеціально, додатково скоригувати відтінок для друку. Таким чином, композиційний задум може трансформуватися як ненавмисно, тобто через технологічні втрати або неправильні налаштування, так і навмисно – коли на постобробці автор сам вирішує змінити акценти, наприклад, зробити ілюстрацію темніше та драматичніше, ніж вона була спершу.

Розроблена модель виступає своєрідним посібником для збереження композиції, тобто вона показує на що звертати увагу на кожному кроці, щоб головні елементи залишалися головними, простір відчувався, а кольори діяли так, як заплановано. З практичної точки зору, це може бути впроваджено у вигляді програмних рішень, наприклад, розумні карти градієнтів, фільтри або алгоритми, які могли б враховувати точки фокусу та інтересу сцени, щоби не згладити важливий блиск на предметі або яскравий рефлекс, який за задумом автора, має привертати увагу. Або ж, наприклад, нові системи колірного керування могли б мати такий параметр як «композиційний пріоритет», тобто зберігати не просто кольори, а навіть контрастні співвідношення між ними, щоб найтепліший елемент сцени залишався найтеплішим незалежно від колірного простору, навіть якщо абсолютні значення змінилися. Також дана концептуальна модель може бути впроваджена у навчальний процес художньої підготовки молодих фахівців.

Висновки. У результаті проведеного дослідження розроблено цілісну концептуальну модель, яка доводить, що колір та тон є не лише естетичними компонентами сприйняття зображення глядачем, організації простору, розподіл візуальної уваги, а ще й фундаментальними структурними регуляторами композиції на всіх етапах створення цифрової ілюстрації. Виявлено, що збереження початкового художнього задуму вимагає подолання наукової фрагментарності між візуальною психологією, теорією дизайну та комп'ютерною графікою.

У роботі встановлено, що цифровий процес створення зображення складається з послідовних етапів, кожен з яких має власний вплив на кольорово-тональну організацію композиції, а саме – базова растрова підготовка, колірне керування, освітлення та затінення, рендеринг та постобробка. На початкових стадіях формується основна композиційна структура: розподіл світла та тіні, вибір палітри та розміщення акцентів. Подальші технічні етапи мають забезпечувати збереження цих рішень, мінімізуючи спотворення кольорів і тональних співвідношень під час переходу між різними колірними просторами, пристроями та форматами відображення.

Запропонована в дослідженні інтегрована концептуальна модель демонструє як рішення щодо кольору (відтінок, насиченість) і тону (яскравість, тональність, контраст) взаємодіють на різних етапах цифрового процесу та визначають ключові композиційні функції у формуванні візуальної ієрархії, створення глибини простору, підсилення виразності елементів та забезпечення цілісності зображення. Важливим результатом є підтвердження того, що тональна структура виступає базовим *каркасом* композиції, тоді як колір виконує роль додаткового засобу диференціації та емоційного акцентування.

Дослідження показало, що між художніми і технічними аспектами цифрової графіки часто виникає розрив – інженерні системи орієнтовані на точність відтворення або оптимізацію алгоритмів, тоді як художні практики спрямовані на досягнення виразності, емоційності та композиційного балансу. Саме тому міждисциплінарний підхід, що поєднує знання з психології сприйняття, мистецтвознавства, дизайну та комп'ютерної графіки, є необхідною умовою для збереження творчого задуму автора на всіх стадіях створення цифрового зображення.

Отже, результати роботи підкреслюють важливість комплексного розгляду кольору та тону у цифровому середовищі, та пропонують концептуальну основу для подальших досліджень і практичних розробок у сфері цифрового мистецтва, дизайну та комп'ютерної графіки. Отримані результати можуть служити основою для подальших досліджень: композиції, колористики, теорії тіней, для створення нових алгоритмів створення та обробки зображення, або на розробку навчальних посібників для цифрових художників, дизайнерів та ілюстраторів.

References

1. Reinhard E., Stark M., Shirley P., Ferwerda J. Photographic tone reproduction for digital images. *ACM Transactions on Graphics*, 2002. URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/566654.566575>.
2. Thiele A., Pooresmaeili A., Delicato L. S., Roerig B., Herrero J. L. Separable Codes for Attention and Luminance Contrast in the Primary Visual Cortex. *Journal of Neuroscience*, 2010. 30 (38). P. 12701-12711. URL: <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1388-10.2010>.
3. Gilaie-Dotan S. et al. Higher-contrast images are better remembered during naturalistic encoding. *Scientific Reports*, 2024. URL: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-63953-5>.
4. The Effect of Color Contrast on the Visual Clarity of Images of Complex Indoor Environments. *Buildings*, 2025. URL: <https://doi.org/10.3390/buildings15071157>.
5. Ma J., Vu C., Lyubavina A., Liu C., Li J. Computational Scaffolding of Composition, Value, and Color for Disciplined Drawing. *UIST '25*, 2025. URL: <https://doi.org/10.1145/3746059.3747605>.
6. Tyler C. W., Likova L. T., Mineff K. N., Elsaid A. M., Nicholas S. C. Shading Beats Binocular Disparity in Depth from Luminance Gradients: Evidence against a Maximum Likelihood Principle for Cue Combination. *PLOS ONE*, 2015. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132658>.
7. Kim E. Street Photography Composition Lesson #12: Color Theory. 2013. URL: <https://erickimphotography.com/blog/2013/11/26/street-photography-composition-lesson-12-color-theory/>.
8. Etchebehere S., Fedorovskaya E. On the Role of Color in Visual Saliency. *Electronic Imaging*, 2017. URL: <https://doi.org/10.2352/ISSN.2470-1173.2017.14.HVEI-119>.
9. Steven Vote. The Science of Color in Photography. The Photography Institute, 2024. URL: <https://www.thephotographyinstitute.com/us/en/blog-the-science-of-colour-in-photography>.
10. Mantiuk R., Daly S., Kerofsky L. Display adaptive tone mapping. *ACM Transactions on Graphics*, 2008. URL: <https://doi.org/10.1145/1360612.1360667>.

UDC 7.05:004.92:7.017.3

COLOR AND TONE AS COMPOSITIONAL REGULATORS IN DIGITAL VISUALIZATION: FROM RASTER PROCESSING TO RENDERING

Andrew ZINCHENKO – Assistant, Department of Design and Interior, O. M. BEKETOV National University of Urban Economy in Kharkiv.

Daria BOIKO – Assistant, Department of Design and 3D Modelling, O. M. BEKETOV National University of Urban Economy in Kharkiv.

Valentyn HOLIUS – Assistant, Department of Design and 3D Modelling, O. M. BEKETOV National University of Urban Economy in Kharkiv.

Nina IVANOVA – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Design and 3D Modelling, O. M. BEKETOV National University of Urban Economy in Kharkiv.

The aim of this study is to develop an integrated conceptual model explaining how colour and tone function as compositional regulators at different stages of the digital visualisation pipeline, from initial raster image preparation to final rendering and tone mapping. The research focuses on understanding how these visual parameters influence the distribution of attention, spatial organisation, visual hierarchy, and the overall perception of digital images.

Research methodology. The study is based on an interdisciplinary analytical approach that combines literature review and theoretical synthesis of research from visual psychology, design theory, and computer graphics. The obtained results were integrated into a conceptual model that maps stages of the digital workflow to specific

compositional functions. *Results.* The research identifies five key stages of the digital visualisation process: raster processing, colour management, lighting and shading, rendering, and post-processing. Each stage contributes to the formation or preservation of compositional structure. Raster processing establishes the fundamental tonal hierarchy and colour palette; colour management ensures consistency across devices; lighting and shading create spatial depth and visual emphasis; rendering preserves calculated visual relationships; and post-processing enhances or refines compositional accents. The study demonstrates that tonal structure forms the compositional framework of an image, while colour acts as a complementary tool for differentiation and emotional expression.

Novelty. The scientific novelty lies in proposing an integrated interdisciplinary model that connects artistic, perceptual, and technical aspects of colour and tone within a single digital visualisation framework.

The practical significance. The proposed model may support the development of digital painting tools, automated image-adjustment systems, and lighting or rendering algorithms aimed at preserving compositional integrity throughout the digital production pipeline.

Key words: digital visualization, composition, color, tone, rendering, color management, image, art, design, illustration.

Стаття отримана 19.12.2025

Стаття прийнята 23.01.2026

Стаття опублікована 28.05.2026