

УДК 655.255

## ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСОБІВ БАЛАНСУ КОЛЬОРІВ З ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФОТОКАМЕРИ ТА RAW-КОНВЕРТЕРА

М. М. Дубневич, Т. С. Голубник, Н. В. Занько

*Українська академія друкарства,  
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна*

*Стаття присвячена аналізу якості кольоровідтворення та збалансування кольорів цифрових фотографічних зображень, опрацьованих програмним забезпеченням фотокамери безпосередньо після експонування у процесі оцифровування даних та засобами балансу білого у RAW-конверторі CamerRaw від Adobe. Збалансування кольорів на фотозображеннях оцінювалося за відтворенням ахроматичних відтінків кольорами адитивного синтезу.*

*Засоби збалансування кольорів наявні у різному програмному забезпеченні: у фотокамері, графічних редакторах та RAW-конверторах. Їхнє призначення полягає у виправленні недоліків кольоровідтворення, які виникають через особливості спектрального складу випромінювання більшості штучних та природних джерел світла. Алгоритмів реалізації процесу балансу білого є декілька, і їх можна застосовувати як у момент оцифровування даних із матриці фотокамери у середовищі її програмного забезпечення, так і під час опрацювання цифрового фотозображення у спеціалізованих RAW-конверторах.*

*Визначено, що під час збалансування кольорів засобами програмного забезпечення фотокамери найкращий результат формує мануальний баланс білого. Цей алгоритм реалізації процесу вимагає застосування тест-об'єкта — зразка нейтрального кольору, який попередньо фотографують у тих самих умовах освітлення, що й основну сцену. Однак це досить складно реалізувати, особливо в динамічних умовах зйомки, наприклад репортажної фотографії. Оскільки є більш прості способи досягнення збалансування кольорів фотозображення на етапі постфотографічного його опрацювання, було проведено порівняльний аналіз ефективності засобів балансу кольорів із програмного забезпечення фотокамери та RAW-конвертора.*

*Встановлено, що оптимальний результат забезпечує опція користувачького балансу білого (за зразком ахроматичного кольору) у RAW-конверторі CamerRaw від Adobe. Результат балансу білого, що виконаний у RAW-конверторі, не залежить від того, за яких умов балансу білого проведена зйомка, а лише від вибору нейтральної ділянки фотозображення як зразка для балансу кольорів.*

**Ключові слова:** цифрові фотозображення, баланс білого, графічний редактор, RAW-конвертор, тоновідтворення, спектральний склад випромінювання, координати кольору.

**Постановка проблеми.** Якість цифрового кольорового фотографічного зображення більшість дослідників визначає за низкою показників — точність кольоровідтворення, відтворення градаційного змісту зображення загалом та пророблення деталей яскравості в окремих тонових діапазонах, точність відтворення деталей зображення, його різкість [8].

Є дві основні групи факторів, які впливають на якість цифрового фотографічного зображення:

1. Фактори, зумовлені характеристиками фотокамери (об'єктива та матриці світлочутливих елементів): чіткість, шум, динамічний діапазон, точність відтворення кольору, колірне охоплення і т. д. Деякі з цих параметрів намагаються покращити під час подальшого опрацювання зображення.

2. Фактори, зумовлені постобробкою зображення: контрастність, колірний баланс, насиченість кольорів і т. д. Ці фактори корегуються вже після процесу фотографування під час опрацювання графічним редактором або RAW-конвертером. Під час цієї технологічної операції зменшуються недоліки, зумовлені факторами першої групи: підвищується чіткість зображення, застосовуються алгоритми придушення шуму, проводяться тонові маніпуляції для перерозподілу тонової інформації, захопленої камерою; система управління кольоровідтворенням намагається зменшити неточності відтворення кольору.

Найкраще реалізувати процес фотографування у такий спосіб, щоб якнайменше показників якості підлягали зміні під час постфотографічного опрацювання. Це стосується як композиційної побудови фото, так і градаційного та колірного вмісту, а особливо структурних характеристик (наявність шумів та різкість).

Тоно- та кольоровідтворення під час зйомки будь-якою фототехнікою, зокрема цифровою, залежать від багатьох факторів: розподіл яскравості об'єкта зйомки (здатність відбивати чи поглинати певні зони спектра випромінювання джерела світла), особливості освітлення (потужність та спектральний склад світлового потоку), характеристика оптики (світлосила об'єктива), правильний вибір експозиції (посаднання витримки та діафрагми), тип і характеристики сепаруючих середовищ (пристрій для реєстрування одноколірних компонент складного випромінювання), характеристики світлочутливих сенсорів.

Сенсори світлочутливої матриці реєструють кольори практично об'єктивно, тобто якщо є домінуюче випромінювання у спектрі джерела світла, цей відтінок буде переважати на зображенні. Однак негативний вплив цього явища можна зменшити, якщо використовувати функції балансу по білому. У програмному забезпеченні усіх без винятку моделей фотокамер (різного технічного класу та призначення, зокрема, і фотокамер для смартфонів) наявна опція балансу білого. Водночас залежно від розвитку програмного забезпечення конкретної фотокамери згадана функція може реалізуватися за різними алгоритмами: автоматичний баланс, за типом джерела, за колірною температурою та мануальним балансом білого. Останній алгоритм потребує для реалізації процесу балансування кольорів використання і спеціальних тест-об'єктів для налаштування параметрів точки білого.

Існує змога покращити якісні характеристики фотографічного цифрового зображення, зокрема збалансування кольорів, у графічних редакторах та у специфічному програмному забезпеченні, т. зв. RAW-конверторах. Це клас програмних продуктів, які працюють з особливим форматом оцифрування даних, який так і називається — RAW-формат. Робоче середовище усіх без винятку RAW-конверторів дає змогу за допомогою відповідних інструментів налаштувати баланс кольорів, оскільки формат файлу RAW передбачає запис інформації без опрацювання засобами програмного забезпечення фотокамери.

Оскільки існує декілька шляхів реалізації одного технологічного процесу, то виникає закономірна необхідність аналізу якісних характеристик цифрових фотографічних зображень, баланс кольорів яких опрацьовано програмним забезпеченням фотокамери безпосередньо після експонування, та зображень, опрацьованих із RAW-файлів спеціально призначеним програмним забезпеченням.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Точність кольоровідтворення вважається головним критерієм якості кольорової репродукції, і вона залежить від багатьох факторів технологічного процесу її виготовлення: якісні характеристики оригіналів, характеристики сепаруючих середовищ зокрема, налагоджуваність процесу оцифрування кольірних даних (точність роботи відповідного програмного забезпечення), процеси виготовлення проміжних носіїв інформації (фотоформ, друкарських форм) та отримання поліграфічного відбитка. Яскраві кольори, що нас оточують, не лише тішать око, піднімають настрій, а й несуть певну інформацію про навколишній світ. Основну частину інформації ми сприймаємо через зір завдяки різному рівню освітленості тих чи інших об'єктів та їхніх деталей. Однак інформацію в межах видимого діапазону електромагнітного випромінювання несе не лише інтенсивність світлового променя, а й частота (довжина хвилі) світла. Кольорове відчуття виникає внаслідок дії на око потоків електромагнітного випромінювання з діапазону довжин, у яких воно сприймається. Різноманітні кольорові відчуття викликають по-різному пофарбовані предмети, їхні по-різному освітлені ділянки, а також джерела світла і те освітлення, що вони створюють. Основну частку предметів, які викликають кольорові відчуття, становлять предмети, що не мають власного світіння, а лише відбивають чи пропускають світло, що випромінюється його джерелами.

Фотографічний процес загалом (на плівці чи у цифровому вигляді) є дуже гнучким, оскільки на кінцевий результат впливає багато перелічених вище факторів. Вибір експозиції та світлочутливості у кожних окремих умовах освітлення впливає на тоновідтворення фотографічного зображення. Спектральний склад випромінювання та спосіб реєстрування одноколірних складових визначають кольоровідтворення зображення. Різні джерела світла мають різний спектральний склад світлового потоку, який описується кольоровою температурою. В умовно білому випромінюванні різних джерел світла завжди переважає певна частина видимого спектра. Людський мозок налаштований у такий спосіб, що, ґрунтуючись на попередньому досвіді про так звані пам'ятні кольори, виконує поправку відтінку. Тому навіть при світлі ламп розжарювання, у спектрі яких переважає червоне

та жовте випромінювання, чи люмінесцентних ламп, у спектрі яких переважає синьо-зелене випромінювання, ми сприймаємо білі предмети саме білими, якщо попередньо знаємо про їхнє ймовірне забарвлення. Але елементи матриці фотокамери реєструють світлове випромінювання без жодних поправок в усьому діапазоні видимого спектра. Для усунення з фотозображення надлишкового відтінку, зумовленого особливостями спектрального складу випромінювання джерела світла, за якого отримано це фото, у програмному забезпеченні фотокамер наявна функція балансу білого. Ця опція доступна у програмному забезпеченні абсолютно усіх марок цифрових фотоапаратів і є стандартно увімкненою хоча б в автоматичному режимі. Принцип її реалізації саме в автоматичному режимі базується на твердженні, що на збалансованому за кольором зображенні найяскравіші ділянки близькі до нейтрально білого кольору. Отже, найяскравіші ділянки зображення вважаються умовно білими, а усі решта відтінки автоматично корегуються щодо них [1, 2]. Цей процес виконується за певним математично описаним алгоритмом, характерним для кожної окремої марки цифрової фототехніки.

Здебільшого в автоматичному режимі функція балансу білого непогано справцює і дає досить прийнятні результати. Однак в умовах поганого освітлення чи якщо немає білих об'єктів у кадрі, функція балансу по білому може обраховуватися за хибним алгоритмом, що спричинить виникнення зображення, знову незбалансованого за кольорами. Наприклад, фотозйомку на тлі жовтого осіннього листя не можна виконувати із застосуванням автоматичних налаштувань балансу білого, оскільки суттєва наявність у кадрі відтінків жовтого зумовлена особливостями композиції кадру, а не специфікою спектрального складу освітлення. За таких умов фотозйомки алгоритм автоматичного балансування кольорів розвиватиметься за шляхом надмірного усунення жовтої складової, яку програмне забезпечення зареєструє на фото, і зображення набуде синього відтінку. Тобто якщо у кадрі є забарвлений фон, застосовувати автоматичні налаштування засобу балансу кольорів не можна. Тому у цифрових фотокамерах є можливість вручну вибрати програму і відповідно алгоритм корегування надлишкового кольорового відтінку зображення. Для цього необхідно вручну серед пропонуванних опцій вибрати ту, що відповідає реальним умовам освітлення. Переважно у переліку доступні такі головні опції: денне світло, денне світло у хмарну погоду, лампа розжарювання, люмінесцентна лампа. У більш інтелектуальних цифрових фотоапаратах є можливість безпосередньо вказати кольорову температуру джерела світла, якщо вона відома (наприклад, вказана у технічних характеристиках штучного джерела світла) [5].

У цифрових фотоапаратах вищого технічного класу є можливість мануального балансу білого. Для цього в умовах конкретного освітлення спочатку фотографується нейтральний еталон (переважно сірого кольору), тобто фактично проводиться калібрування камери [3]. Отримані дані записуються у файл і використовуються у подальшому програмному балансуванні кольорів зображень. Такий спосіб досягнення збалансування кольорів на етапі фотографування, як свідчать інформаційні джерела, дає досить оптимальну якість. Однак це досить

складний процес, який потребує виконання низки додаткових операцій та наявності відповідного тест-об'єкта для налаштування нейтральної точки [6]. Не в усіх жанрах фотографії є можливість попереднього налаштування параметрів балансу білого. Наприклад, репортажна зйомка та її різновид — спортивне фото суто за своїм змістом не дають змоги розмістити у кадрі тест-об'єкт для отримання опорного зображення для налаштування балансу кольорів під час фотографування. Тому у таких випадках балансування кольорів доводиться доопрацьовувати у графічному редакторі. Цей процес є тривалим, потребує високої кваліфікації виконавця, і не завжди вдається отримати бажаний результат під час роботи в окремих колірних каналах цифрового фотографічного зображення.

Альтернативним способом корекції балансу кольорів є опрацювання кольоровідтворення під час постфотографічної обробки цифрових зображень у форматі RAW у відповідному спеціалізованому програмному забезпеченні. RAW (з англ. — «сирий, необроблений») — формат запису файлу з безпосередньо отриманої (зчитаної) з сенсорів світлочутливої матриці інформації без подальшого програмного опрацювання: без інтерполювання даних про дві з трьох колірних складових кожного пікселя, експокорекції, проведення балансу по білому та ін. Натомість під час запису даних у формат JPEG ці опрацювання виконує процесор цифрової фотокамери за допомогою засобів інтегрованого програмного забезпечення. Перевага формату RAW — можливість проконтролювати процес опрацювання інформації, оскільки ймовірний помилковий вибір параметрів програмним забезпеченням фотокамери. Однак для перегляду таких файлів необхідне спеціальне програмне забезпечення. Ця специфіка опрацювання такого формату файлів пояснюється тим, що структура RAW-файлів змінюється від камери до камери, і навіть для моделей одного виробника може відрізнятися. Написати універсальний конвертер для роботи з RAW-форматом непросто. Основна проблема полягає у тому, що немає єдиного стандарту для RAW-даних, внаслідок чого кожен виробник записує їх по-особливому. Універсальний RAW-конвертер має уміти читати всі ці формати і знати особливості матриць відповідних фотоапаратів — колірні характеристики фільтрів, розташування осередків на матриці. Програма також повинна бути здатною інтерполювати дані з матриці, якщо можливо, без втрати різкості і кольору та оцифровувати інформацію у різних графічних форматах. Не дивно, що оптимальних універсальних конвертерів мало, і створюють їх зазвичай великі компанії, що професійно займаються цифровою обробкою зображень.

У програмах — RAW-конверторах — наявні опції для балансування кольорів у такому самому обсязі, що і в програмному забезпеченні фотокамер. Однак перевагою проведення операції виправлення кольоровідтворення саме у цьому виді програмного забезпечення є контроль із боку виконавця та можливість отримання декількох варіантів зображень із різними налаштуваннями самого процесу опрацювання. А специфіка формату RAW дає змогу оперувати ширшим діапазоном даних про яскравості та колір, що у свою чергу має забезпечувати досягнення кращого кольоровідтворення та збалансування кольорів [4].

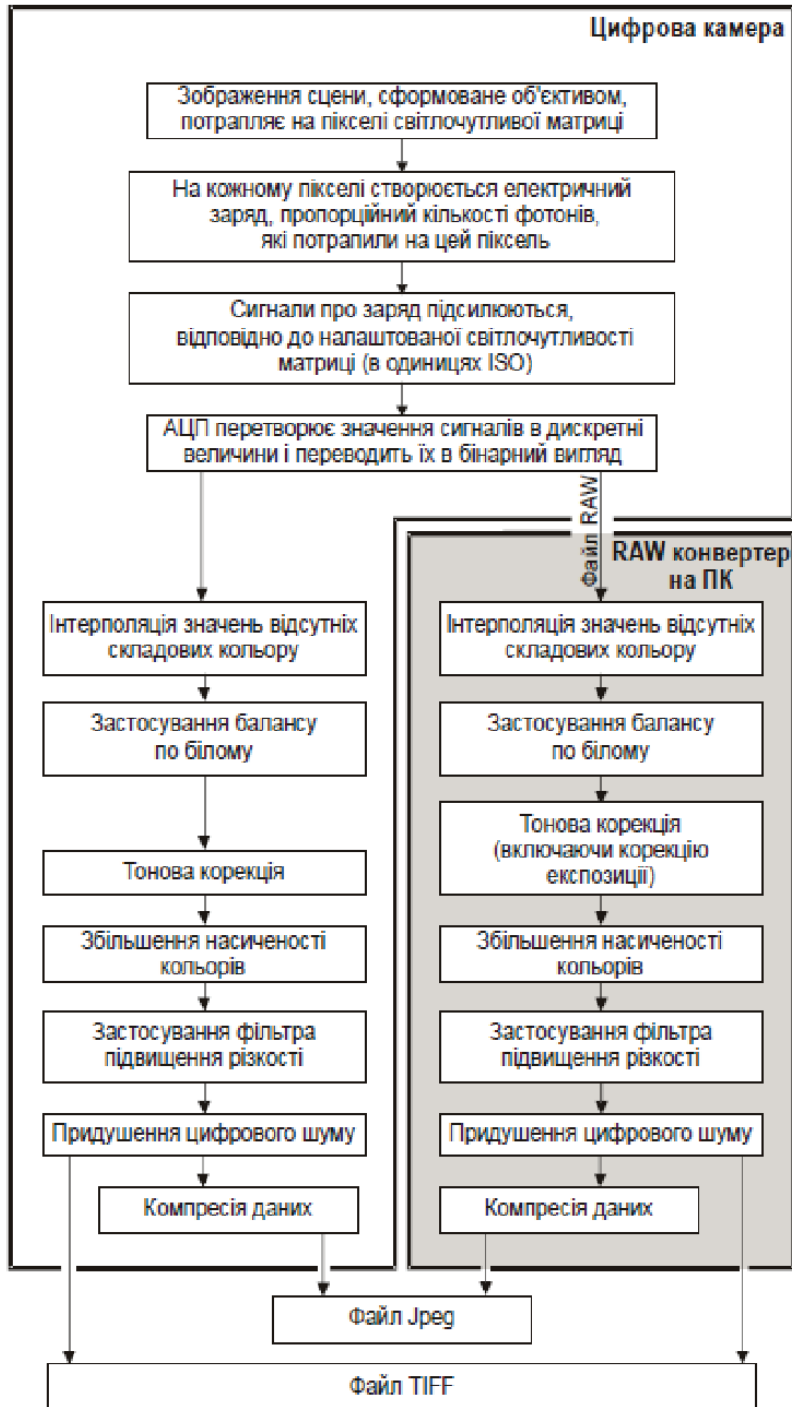


Рис. 1. Принципові відмінності процесу оцифрування даних у формати JPEG чи TIFF від процесу отримання й обробки RAW-файлу

Однак жодне інформаційне джерело не подає інформації про порівняння результатів опрацювання балансу кольорів у програмному забезпеченні фотокамера та у RAW-конверторах. Тому об'єктивне обґрунтування оптимальної реалізації вказаного технологічного процесу є доречним і потребує особливої уваги та опису. Таке дослідження дасть змогу сформулювати однозначні рекомендації щодо проведення технологічного процесу збалансування кольорів цифрового фотографічного зображення.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** З метою виконання сформульованих вище завдань, а саме визначення оптимального алгоритму досягнення збалансування кольорів, було проведено такі практичні дослідження. При світлі світлодіодної лампи теплого спектра світіння (кольорова температура, за даними виробника, 3000 К, розподіл енергії у межах видимого спектра зображено на рис. 2) експонуємо тест-об'єкт, що містить зразки адитивних (червоний, зелений та синій) і субтрактивних (голубий, пурпурний та жовтий) кольорів та ахроматичну шкалу із застосуванням дзеркальної фотокамери EOS 80D (Canon) з різними налаштуваннями балансу білого: автоматичний режим за типом джерела світла та мануальний режим за зразком ахроматичного кольору.

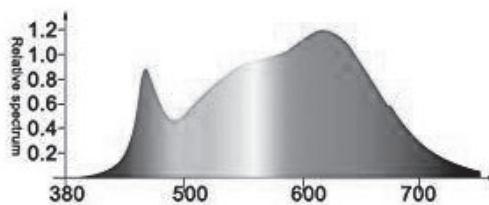


Рис. 2. Розподіл випромінюваної енергії за спектром світлодіодної лампи теплого спектра світіння

На отриманих зображеннях оцінювали відтворення кольорів адитивного та субтрактивного колірних просторів і ступінь збалансованості кольорів. Аналогічно оцінювали перспективи виправлення кольоровідтворення відповідними засобами RAW-конвертера на фотозображеннях, оцифрованих у форматі RAW. Оскільки формат RAW описується як формат даних без жодного опрацювання програмним забезпеченням фотокамери, а лише оцифрованим аналого-цифровим перетворювачем, тому можна припустити, що, незалежно від налаштування параметрів балансу білого у програмному забезпеченні фотокамери, під час запису у форматі RAW ми маємо отримати фотозображення з однаковими характеристиками і колірним тоном, який визначає спектральний склад освітлення у кадрі. На наступному етапі при постфотографічному опрацюванні у RAW-конверторі за допомогою простих маніпуляцій відповідним інструментом балансу білого можна досягнути оптимального кольоровідтворення і збалансування кольорів.

Методика вимірювань та спосіб представлення отриманих результатів полягає у тому, що для визначення балансу кольорів на фотозображенні необхідно проаналізувати вміст основних кольорів (наприклад, вміст кольорів адитивного синтезу) за

ахроматичними відтінками. За наявною на зображенні ахроматичною ступеневою шкалою у середовищі графічного редактора Adobe Photoshop CC інструментом «Піпетка» визначаємо на кожному полі координати RGB, значеннях яких відображаються на палітрі «Інфо». Безпосередньо на тест-об'єкті у матеріальній формі виміряти спектрофотометром координати RGB неможливо, оскільки цей колірний простір є апаратно залежним. Тому спектрофотометром Konica Minolta FD-5 визначали координати кольору Lab і перераховували їх у координати RGB (зокрема, колірного простору Adobe RGB). Для цього найзручніше скористатися онлайн-калькулятором перерахунку координат кольору [7]. За отриманими у такий спосіб даними побудували графічні залежності вмісту одиничних кольорів адитивного простору на фотозображенні від вмісту цих самих кольорів на тест-об'єкті (рис. 3–5). За вказаними графічними залежностями аналізуємо ступінь збалансування кольорів за взаємним положенням кривих: що ближче розташовані залежності вмісту трьох колірних складових на координатній площині, то краще збалансування кольорів на фотозображенні.

За описаною методикою аналізуємо цифрові фотозображення, опрацьовані програмним забезпеченням фотокамери за трьох різних режимів налаштування балансу білого та записаними у форматі JPEG. Фотозображення у форматі RAW почергово відкриваємо у середовищі RAW-конвертера CameraRaw від фірми Adobe і, не застосовуючи жодних корегувальних засобів, записуємо їх у форматі TIFF. У такий спосіб ми отримуємо фото без стискування даних, на відміну від фото у форматі JPEG, на яких аналогічно визначаємо координати кольору у середовищі графічного редактора Adobe Photoshop CC.

Також отримаємо ще три фотозображення уже з відкорегованим балансом білого. Для цього з усіх фотозображень у форматі RAW проявляємо ще по одній копії у середовищі RAW-конвертера CameraRaw з виправленим балансом білого. Для реалізації цього потрібно скористатися інструментом «Баланс білого» вказаного програмного забезпечення, яким позначаємо зразок нейтрально сірого кольору, що програмне забезпечення аналізуватиме для визначення алгоритму подальшого корегування ступеня збалансування кольорів.

Розглянемо детально отримані графіки. На рис. 3 зображено залежності вмісту кольорів адитивного синтезу по сірій шкалі для фотозображень, опрацьованих засобами балансу білого програмного забезпечення фотокамери. За взаємним розташуванням кривих можна зробити однозначні висновки про ступінь збалансованості кольорів. Ахроматичні відтінки на ідеально збалансованому за кольорами зображенні має формувати однаковий вміст кольорів адитивного синтезу. На графічних залежностях це повинно відобразитися розташуванням кривих вмісту червоного, синього та зеленого кольорів близько одна біля одної. Якщо криві на координатній площині розташовуються в будь-який інший спосіб, то це свідчить про розбалансування кольорів. Так, на рис. 3, а та 3, в, які описують фотозображення з автоматичним балансом білого та балансом за типом джерела світла, спостерігається розбалансування кольорів: підвищений вміст червоної компоненти (крива червоного кольору розташована вище, ніж дві інші). Натомість фотозображення, збалансоване за зразком ахроматичного кольору, засвідчує ідеальний баланс кольорів (рис. 3, б).



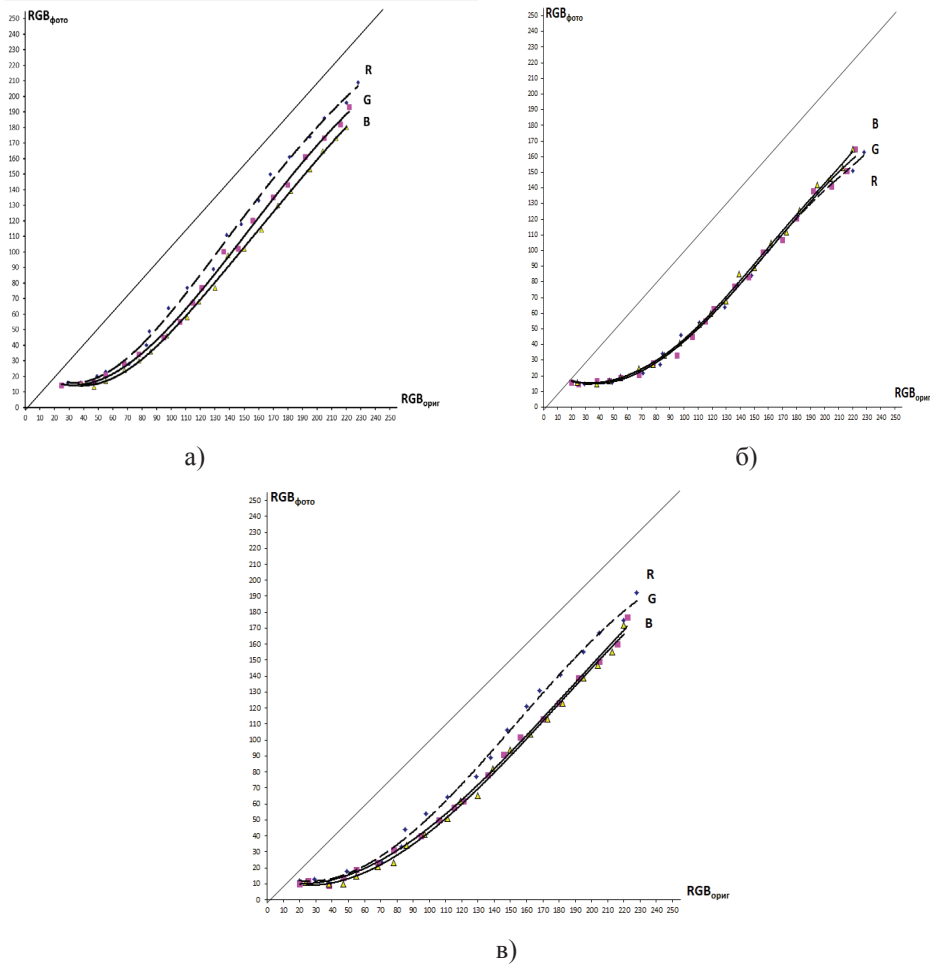


Рис. 3. Графічні залежності вмісту кольорів адитивного синтезу по сірій шкалі для фотозображень, опрацьованих засобами балансу білого програмного забезпечення фотокамери (тип джерела: світлодіодна лампа теплого спектра світіння):  
 а) — автоматичний баланс білого; б) — баланс білого за ахроматичним зразком;  
 в) — баланс білого за типом джерела світла

На рис. 4. зображено графічні залежності вмісту кольорів адитивного синтезу по сірій шкалі неопрацьованих фотозображень у RAW-форматі. Ступінь збалансування кольорів на цих неопрацьованих фото аналогічний, як і в відповідних фотозображень у форматі JPEG: найкращий баланс кольорів на фото, отриманому під час балансування білого за ахроматичним зразком (рис. 4, б), найгірший — на фото, отриманому під час балансування білого за типом джерела світла (рис. 4, в). Доречно зауважити, що як і відтворення одиничних кольорів, так і балансування кольорів на трьох фотозображеннях у форматі RAW, є різним. Тобто алгоритм балансу кольорів на етапі опрацювання даних програмним забезпеченням фотока-

мери все-таки, всупереч поширеним у деяких інформаційних джерелах даних, має певний вплив на оцифровані у RAW-формат дані. Відтворення градації, яку можна також оцінити на отриманих графічних залежностях, для фотозображень у форматах RAW та JPEG відрізняються. Якщо фото у JPEG-форматі має суттєві втрати градації у тьшовому діапазоні, то фото у RAW-форматі характеризується плавним відтворенням градації по усьому діапазону тональностей.

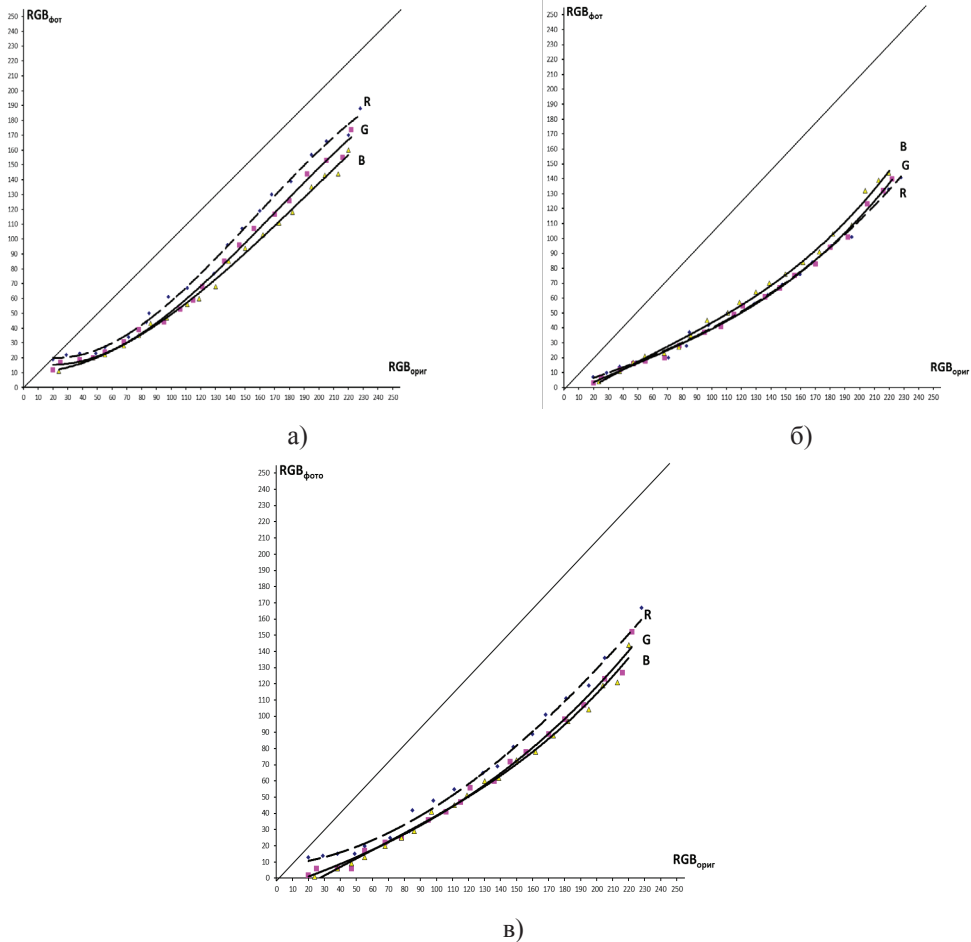


Рис. 4. Графічні залежності вмісту кольорів адитивного синтезу по сірій шкалі неопрацьованих фотозображень у RAW-форматі (тип джерела: світлодіодна лампа теплого спектра світіння):

- а) — автоматичний баланс білого; б) — баланс білого за ахроматичним зразком;  
в) — баланс білого за типом джерела світла

Після опрацювання усі три фотозображення набули задовільного збалансування кольорів (рис. 5). Результат балансу білого, що виконаний у RAW-конверторі, не залежить від того, за яких умов балансу білого проведена зйомка, а лише від вибору нейтральної ділянки фотозображення як зразка для балансу кольорів.

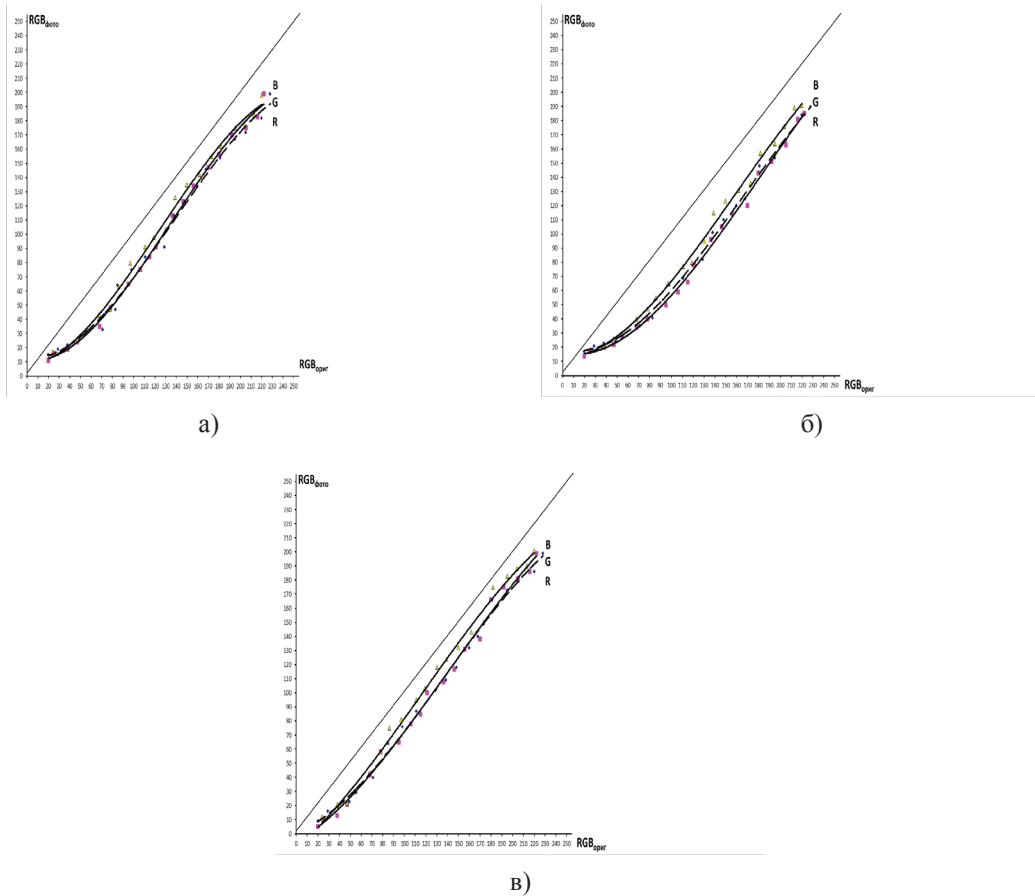


Рис. 5. Графічні залежності вмісту кольорів адитивного синтезу по сірій шкалі фотозображень, опрацьованих у RAW-конверторі (тип джерела: світлодіодна лампа теплого спектра світіння):

- а) — автоматичний баланс білого; б) — баланс білого за ахроматичним зразком;  
в) — баланс білого за типом джерела світла

**Висновки.** Отже, можна зробити такі висновки: оскільки існує велика кількість джерел світла з незбалансованим спектральним складом, є необхідність застосовувати засоби збалансування кольорів, призначені усувати надлишковий відтінок кольору. Розроблено декілька алгоритмів балансу білого, які можна застосовувати як у момент опрацювання даних зі світлочутливої матриці програмним забезпеченням фотокамери, так і на етапі постфотографічного опрацювання. Серед трьох способів балансу білого (автоматичний, за типом джерела світла, користувацький за зразком нейтрального кольору) на етапі фотозйомки найкращий результат забезпечив користувацький (мануальний) баланс білого. Однак проведені дослідження свідчать, що режим мануального балансу білого на етапі фотографічної зйомки потребує застосування додаткового матеріального

забезпечення, а результат збалансування кольорів не є кращим, ніж баланс, отриманий засобами RAW-конвертора. Водночас якісні характеристики опрацьованих зображень не залежать від характеристик вихідного зображення, а лише від вибраного зразка нейтрального тону, за кольорними характеристиками якого реалізується баланс білого. Під час описаних досліджень виявлено ще один цікавий факт: попри те, що RAW-формат описується як формат без опрацювання даних програмним забезпеченням фотокамери, застосування під час фотозйомки різних засобів балансу білого призводить до різного кольорного охоплення та ступеня збалансування кольорів і в фотозображеннях у форматі RAW.

Оскільки, крім удосконалення кольірних характеристик фотозображення, RAW-формат забезпечує кращі градаційні характеристики, а реалізація функції балансу білого не потребує застосування вартісних тест-об'єктів, оптимальним рішенням буде виконувати фотографічну зйомку у такій послідовності: за відповідного освітлення сцени виконати експозицію тест-об'єкта нейтрального сірого кольору, провести саму зйомку при автоматичному балансі білого та оцифруванні фотозображень у RAW-формат та наступному пакетному опрацюванні балансу кольорів усіх фотозображень у середовищі RAW-конвертора. Якщо у кадрі є об'єкти нейтрального кольору (білого, сірого чи чорного), тест-об'єкт (сіру карту або ін.) можна не застосовувати. Така послідовність реалізації технологічного процесу знизить його трудомісткість та забезпечить високі якісні показники фотозображення.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Adjusting white balance settings to improve photos. URL: <https://www.adobe.com/creativecloud/photography/discover/white-balance.html>.
2. Bosley J. Understanding White Balance – A Beginner's Guide. URL: <https://photographylife.com/definition/white-balance>.
3. Chad V. How to Correct White Balance in Photoshop. URL: <https://expertphotography.com/correct-white-balance-photoshop/>.
4. Hoiberg Ch. How to Master White Balance Like a Pro. URL: <https://capturelandscapes.com/master-white-balance-like-pro/>.
5. Munger K. RAW and Jpeg White Balance Problems. URL: <https://photojottings.com/raw-and-jpeg-white-balance-problems/>.
6. Renjie He, Zhiyong Wang, Hao Xiong, David Dagan Feng. Single Image Dehazing with White Balance Correction and Image Decomposition (ICEEI) 2012. International Conference on Digital Image Computing Techniques and Applications (DICTA). 2012. Pp. 1–6.
7. Конвертер цветон. URL: <http://colorscheme.ru/color-converter.html>.
8. Фотореєстраційні процеси на несрібних матеріалах / Дудяк В., Дубневич М., Занько Н., Писанчин Н., Львів : УАД, 2007. 112 с.

### REFERENCES

1. Adjusting white balance settings to improve photos. Retrieved from <https://www.adobe.com/creativecloud/photography/discover/white-balance.html> (in English).

2. Bosley, J. Understanding White Balance – A Beginner’s Guide. Retrieved from <https://photographylife.com/definition/white-balance> (in English).
3. Chad, V. How to Correct White Balance in Photoshop. Retrieved from <https://expertphotography.com/correct-white-balance-photoshop/> (in English).
4. Hoiberg, Ch. How to Master White Balance Like a Pro. Retrieved from <https://capturelandscapes.com/master-white-balance-like-pro/> (in English).
5. Munger, K. RAW and Jpeg White Balance Problems. Retrieved from <https://photojottings.com/raw-and-jpeg-white-balance-problems/> (in English).
6. Renjie, He, Zhiyong, Wang, Hao, Xiong, & David Dagan, Feng. (2012). Single Image Dehazing with White Balance Correction and Image Decomposition (ICEEI) 2012. International Conference on Digital Image Computing Techniques and Applications (DICTA), 1–6 (in English).
7. Konverter cvetov. Retrieved from <http://colorscheme.ru/color-converter.html> (in Russian).
8. Dudiak, V., Dubnevych, V., Zanko, N., & Pysanchyn, N. (2007). Fotoreiestratsiini protsesy na nesribnykh materialakh. Lviv : UAD (in Ukrainian).

doi: 10.32403/0554-4866-2020-2-80-47-60

## COMPARISON OF EFFICIENCY OF COLOR BALANCE FACILITIES FROM CAMERA AND RAW-CONVERTER SOFTWARE

M. M. Dubnevych, T. S. Holubnyk, N. V. Zanko

*Ukrainian Academy of Printing,  
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine  
dubnevychmyroslava@gmail.com*

*The article is devoted to the analysis of the quality of color reproduction and color balancing of digital photographic images processed by the camera software immediately after exposure in the process of data digitization and white balance in CamerRaw RAW-converter from Adobe. Color balancing in photographic images was assessed by reproducing achromatic shades with colors of additive synthesis.*

*Color balancers are available in a variety of software: in cameras, graphics editors and RAW converters. Their purpose is to correct the shortcomings of color reproduction, which arise due to the spectral composition of the radiation of most artificial and natural light sources. There are several algorithms for implementing the white balance process and they can be used both when digitizing data from the camera matrix in its software environment or when processing digital photos in specialized RAW-converters.*

*It has been determined that when balancing colors with the camera software, the best result is formed by the manual white balance. This process algorithm requires the use of a test object - a sample of neutral color, which is pre-photographed in the same lighting conditions as the main scene. However, this is quite difficult to implement, especially in dynamic shooting conditions, such as reportage photography. Because there are simpler*

*ways to achieve color balance of a photo image at the post-photographic processing stage, a comparative analysis of the effectiveness of color balance tools from the camera software and RAW converter has been performed.*

*The custom white balance option (based on the achromatic color) in Adobe's CamerRaw RAW converter has been found to provide good results. The result of the white balance performed in the RAW converter does not depend on the conditions under which the white balance is taken, but only on the selection of the neutral part of the photo image as a sample for color balance.*

**Keywords:** *digital photo images, white balance, graphic editor, RAW-converter, tone reproduction, spectral composition of radiation, color coordinates.*

*Стаття надійшла до редакції 16.06.2020.*

*Received 16.06.2020.*