

УДК 655.255+77.01

ОЦІНЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ФОТОЗОБРАЖЕНЬ, КОНВЕРТОВАНИХ У ФОРМАТ DNG

М. М. Дубневич, З. М. Сельменська, Л. Я. Маїк

*Національний університет «Львівська політехніка»,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна*

Розвиток медійної індустрії підвищує попит на якісний візуальний контент, зокрема цифрові фотозображення. Фотографічний процес дуже гнучкий і кінцевий результат залежить від багатьох факторів. Зокрема впливає на точність фіксування оптичної інформації формат файлу з даними. Відомо, що максимум інформації про колірний зміст та яскравість фотозображення зберігається у RAW-форматі. Але цей формат інтерпретується кожним виробником цифрової фототехніки унікально, що призводить до складнощів зчитування даних програмним забезпеченням. Тому корпорація Adobe запропонувала свій універсальний формат запису неопрацьованих даних зі світлочутливої матриці – DNG. Оскільки цей формат запису файлу поки не інтегровано у переважну більшість програмного забезпечення фотокамер, тому розробники пропонують переконвертовувати оригінальні RAW-формати у формат DNG.

У статті розглянуто актуальне питання визначення якісних характеристик цифрових фотозображень, конвертованих з RAW-форматів різних виробників фотокамер у формат DNG. Автори провели детальний аналіз конвертованих фотозображень, отриманих різними моделями фотокамер. На основі отриманих даних пропонуються практичні рекомендації щодо включення процесу конвертування у формат DNG у робочий процес опрацювання цифрових фотографічних зображень.

Ключові слова: *фотографія, формат файлу з даними, JPEG, DNG, RAW-конвертер, градаційний зміст, точність кольоровідтворення.*

Постановка проблеми. Результат процесу фотореєстрування інформації залежить від багатьох змінних чинників: потужність освітлення, яскравість об'єкта, кількісні параметри експонари, світлочутливість та ін. У епоху цифрової фотографії до переліку факторів, що визначають показники якості фотозображення, додалися умови оцифровування даних з матриці. Сьогодні виробники цифрової фототехніки інтегрували у програмне забезпечення, що керує роботою камери, два формати оцифровування файлу даних – JPEG та RAW. Формат RAW — це цифровий «негатив», який містить необроблені дані, отримані безпосередньо з сенсора камери. На відміну від JPEG, де застосовується стиснення та внутрішня обробка, RAW-файли зберігають усі вихідні параметри: яскравість, баланс білого, ISO, гаму та метадані. Більшість сучасних камер використовують формат RAW

з розрядністю 12–14 біт на канал, що забезпечує відтворення 4 096–16 384 рівнів яскравості [12]. Це значно ширший динамічний діапазон порівняно з 8-бітним JPEG (256 рівнів), що має вирішальне значення при відновленні деталей у світлах і тінях.

Використання RAW формату дає багато переваг фотографам, але, на жаль, не існує єдиної стандартизованої специфікації збереження таких файлів. Більшість виробників камер використовують свої власні формати збереження неопрацьованих даних зображення. Це робить довготривале зберігання і управління файлами RAW складнішим [9].

Для фотографів, які використовують декілька камер, унікальні RAW формати для кожної з них, стають реальною проблемою. Виробники програмного забезпечення, яке призначено для обробки RAW файлів, повинні забезпечувати широкий набір процедур конвертації таких файлів, який постійно збільшується. Кожного разу, коли нова камера виходить на ринок, вони повинні адаптувати свої конвертери до роботи з RAW форматом цієї камери. Для лабораторій фотодруку, студій, та інших фірм, які займаються обробкою цифрових зображень, велика різноманітність RAW форматів створює серйозні проблеми і така обробка стає дорожчою.

Специфіка створення файлу з даними і є причиною головного недоліку RAW-формату: несумісність файлів з окремих моделей камер з певними версіями програмного забезпечення. Досить часто виникають проблеми з відкриттям файлу. Саме для вирішення цієї проблеми корпорація Adobe розробила власну універсальну специфікацію RAW-формату – DNG та спеціалізоване програмне забезпечення для конвертування RAW-файлів у цей формат.

Формат DNG розробила корпорація Adobe у відповідь на постійно зростаючу кількість недокументованих сирих (RAW) форматів файлів різних камер, які створюються щоразу, коли випускається нова цифрова камера. Проблема полягає в тому, що ці формати файлів є власністю виробника камери. Щоб відкрити такі файли, знадобиться програмне забезпечення для редагування RAW, розроблене виробником камери, або можливість інтерпретувати необроблені дані за допомогою стороннього програмного забезпечення, такого як Capture One, Camera Raw або Lightroom.

Розробляючи Adobe Camera Raw — один з найпоширеніших RAW конвертерів на ринку, який підтримує практично всі RAW формати, компанія Adobe набула багатий досвід в процесах перетворення RAW даних [2, 3]. Для підтримки безлічі RAW форматів Adobe Camera Raw перетворює закриті RAW файли в універсальний внутрішній RAW формат. Тобто, процес перетворення RAW файлів в JPEG чи TIFF здійснюється через проміжний формат. Велика кількість підтримуваних RAW форматів в Adobe Camera Raw, дала фірмі Adobe гарне уявлення про загальні вимоги до універсального RAW формату. Маючи досвід в створенні універсальних форматів (PostScript, PDF, XMP та ін.) компанія Adobe почала розробку універсального RAW формату. Результатом цього стало представлення на виставці Photokina в 2004 році формату Digital Negative (DNG). Він створений як універсальний носій для RAW

даних і частково заснований на TIFF/EP, формату який також використовується і в інших RAW форматах. Поряд з даними зображення, DNG файл містить також метадані, і дозволяє вбудовувати патентовані дані виробника камери (т.з. private data). [3, 12]

Будь-який із понад 500 типів необроблених файлів, які в даний час підтримуються Camera Raw і Lightroom, можна архівувати за допомогою DNG. Деякі камери навіть дозволяють зберігати зняті зображення в цьому форматі (включаючи багато смартфонів, які працюють під керуванням Android та iOS) [13]. Формат DNG є відкритим стандартом, що означає, що специфікація формату файлу (заснована на форматі файлу TIFF 6) зроблена вільно доступною для будь-якого стороннього розробника. Багато програм можуть читати та записувати файли DNG [16]. Це дозволяє DNG залишатися як формат, який відповідає критеріям довгострокового збереження файлів, що дозволить майбутнім поколінням отримувати доступ і читати необроблені дані DNG.

Корпорація Adobe стверджує, що показники якості фотозображень не зазнають змін під час конвертування. Однак лише невелике моделей фотокамер окремих виробників інтегрували DNG-формат у програмне забезпечення як робочий формат оцифровування файлів [3]. Але одночасно залишили і свій оригінальний RAW-формат. Водночас у джерелах відсутня об'єктивна інформація щодо аналізу показників якості фотозображень, конвертованих у DNG-формат, та їх порівняння з показниками фотозображень у вихідному RAW-форматі.

З огляду на актуальність такого дослідження метою статті став аналіз кольорівідтворення, збалансування кольорів та точності відтворення градації на фотозображеннях, конвертованих у DNG-формат.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Опрацьовувати якісні характеристики фотографічного цифрового зображення не лише у графічних редакторах, але і у специфічному програмному забезпеченні, т.зв. RAW-конверторах. Це клас програмних продуктів, які працюють з особливим форматом оцифровування даних, який так і називається RAW-форматом [14]. RAW (з англ. «сирий, необроблений») – формат запису файла даних безпосередньо отриманих (зчитаних) з сенсорів світлочутливої матриці без наступного програмного опрацювання: без інтерполювання даних про дві з трьох кольірних складових кожного пікселя, експокорекції, проведення балансу по білому та ін. Наступне опрацювання усіх перелічених параметрів проводиться у відповідному програмному забезпеченні. Типовий робочий потік оцифровування даних у різні формати зображено на блок-схемі (рис. 1).

При записі даних у формат JPEG ці опрацювання виконує процесор цифрової фотокамери засобами інтегрованого програмного забезпечення безпосередньо перед записом. Перевагою формату RAW є можливість проконтролювати процес опрацювання інформації, оскільки можливий помилковий вибір параметрів. Ще однією вагомою перевагою RAW-файлів є вища розрядність оцифровування даних про яскравість та колір - 12–14 біт на канал (проти 8 біт у JPEG), що дозволяє точно передати 4096–16384 рівнів яскравості, забезпечуючи значно ширший динамічний

та колірний діапазон [5]. Вища розрядність оцифровування та широкий динамічний діапазон у поєднанні зі збереженням даних без стиснення забезпечують можливість відновлення втрачених деталей у високих яскравостях у разі надмірної експозиції. Саме тому оцифровування даних у RAW-формат застосовується, коли постобробка відіграє ключову роль — жанри пейзажу, студійного портрету чи аерофотозйомки.

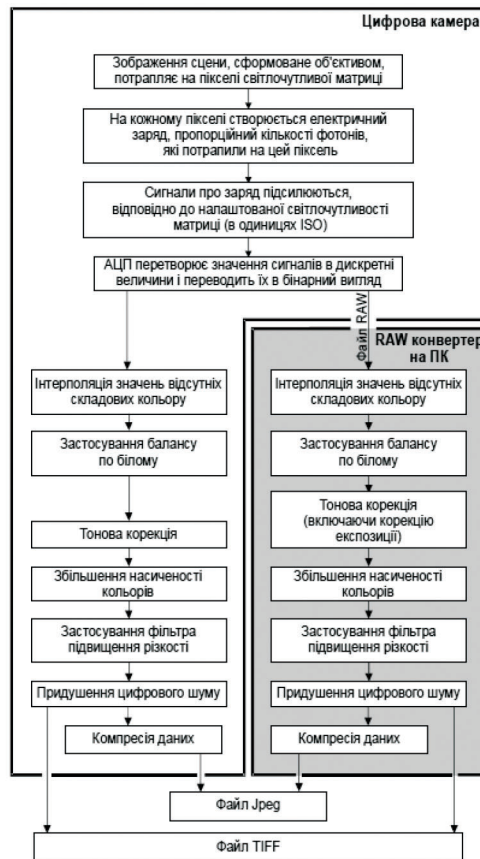


Рис. 1. Блок-схема опрацювання даних з оцифровуванням у різні формати

Також до переваг RAW-формату відноситься так зване неруйнівне редагування, за якого усі зміни записуються у метаданих, а сам зміст RAW-файлу залишається незмінним [6]. Це гарантує повернення до вихідного оригінального зображення у будь-який момент та редагувати вільно, експериментувати і створювати різні варіанти з одного вихідного кадру. Тому ще одна неофіційна назва файлів у RAW-форматі – цифрові негативи, з яких умовно можна отримати безліч варіантів «проявлення» без впливу на вихідне зображення.

Висока якість вихідних даних, оцифрованих у RAW-форматі, сприяє ефективнішій реалізації алгоритмів зниження цифрового шуму та підвищення різкості без негативних наслідків. Крім того користувачам доступна гнучкий вибір колірного

простору: sRGB, Adobe RGB або ProPhoto уже в редакторі, тоді як JPEG вбудовує інтерпретований колір. Збереження у RAW-форматі усіх даних з сенсора забезпечує безперешкодне повноцінне користування новими інструментами з AI-алгоритмами.

Структура RAW-файлу включає [10]:

- Заголовок і метадані про байт-ордер та специфікації сенсора;
- Дані CFA-матриці (зазвичай масив фільтрів Байєра) ;
- Повноцінне зображення JPEG для прев'ю;
- Технічні дані (ISO, дата/час, модель камери, об'єктив);
- Патчі дефектних пікселів, інформацію про позиціонування справних пікселів

Опрацювання RAW-формату (конвертація в TIFF/PNG/JPEG) включає: екстраполяцію інформації про колір, налаштування балансу білого, корекцію геометрії, шум, тональну перевірку, просторові та колірні перетворення. При цьому опрацювання завжди здійснюється не в камері, а пізніше, що дає велику гнучкість. Для редагування таких файлів необхідні відповідні плагіни (програми-додатки) до графічних редакторів, або безпосередньо спеціальне програмне забезпечення для опрацювання RAW-файлів [14].

Перевагою даного формату є можливість проконтролювати процес постфотografічного опрацювання інформації, оскільки можливий помилковий вибір параметрів програмним забезпеченням камери. Однак необхідність використання для опрацювання RAW-файлів фотозображення відповідних плагінів (програм-додатків) до графічних редакторів або спеціального програмного забезпечення для опрацювання є вузьким місцем технології. Така специфіка опрацювання даного формату файлів пояснюється тим, що структура RAW-файлів міняється від камери до камери і навіть для моделей одного виробника може відрізнятися. Існує багато різновидів RAW-файлів, які у кожній моделі фотоапаратів мають різне розширення [16]: .dng – Adobe (загальний стандартизований формат), .cr3, .cr2 – Canon, .bay – Casio, .raf – Fuji, .kdc, .dcr – Kodak, .mrw – Minolta, .nef – Nikon, .orf – Olympus, .ptx, .pef – Pentax, .x3f – Sigma, .arw, .srf – Sony, .erf – Epson.

Написати універсальний конвертер для роботи з RAW-форматом непросто. Основна проблема тут в тому, що немає єдиного стандарту на RAW-дані, і кожний виробник записує їх особливим способом. Універсальний конвертер повинен уміти читати всі ці формати і знати особливості матриць відповідних фотоапаратів – колірні характеристики фільтрів, розташування осередків на матриці. Програма також повинна уміти інтерполювати дані з матриці по можливості без втрати різкості і кольору, а також видавати їх в різних форматах. Недивно, що добрих універсальних конвертерів мало, і створюються вони звичайно великими компаніями, що професійно займаються цифровою обробкою зображень.

Серед великої кількості власницьких RAW-форматів, таких як CR2 (Canon), NEF (Nikon), ARW (Sony), формат Digital Negative (DNG), розроблений компанією Adobe, набуває дедалі більшої популярності. Це пов'язано з низкою технічних та практичних переваг, які вирізняють DNG на тлі інших форматів. Однією з головних переваг DNG є його відкритість і стандартизованість. На відміну від

власницьких RAW-форматів, структура яких може бути змінена виробником без публічного оголошення, специфікація DNG є відкритою [5]. Це забезпечує кращу довготривалу підтримку та сумісність з різними програмами для обробки фотографій. Уніфікований формат дозволяє уникнути ситуацій, коли фотограф не може відкрити файл через відсутність підтримки нових RAW-форматів у його програмному забезпеченні.

Формат DNG призначений для тривалого зберігання зображень. Завдяки відкритості специфікації, архіви у форматі DNG залишаються доступними навіть у випадку припинення підтримки з боку конкретних виробників камер. Це робить його зручним для архівування як у професійних, так і в наукових цілях, де збереження цифрових даних у незмінному вигляді має критичне значення.

DNG дозволяє вбудовувати у файл попередній перегляд зображення, мініатюри, а також метадані редагування, включно з профілями кольору, корекцією експозиції тощо. Це значно спрощує управління фотографіями, пришвидшує попередній перегляд і забезпечує кращу інтеграцію з цифровими робочими процесами [19].

Завдяки ефективному алгоритму стиснення без втрат, файли DNG зазвичай мають менший обсяг порівняно з оригінальними RAW-файлами. Це дозволяє заощадити місце на носіях інформації без шкоди для якості зображення, що є важливим фактором при роботі з великими об'ємами даних. DNG підтримує контроль контрольної суми для виявлення помилок або пошкоджень у файлі. Це забезпечує вищий рівень надійності при зберіганні та передаванні зображень, чого не вистачає багатьом власницьким RAW-форматам.

Отже, переваги RAW-формату як такого та DNG-формату як різновиду протоколу RAW-даних є незаперечними. Для фотографів та дизайнерів важливо чітко знати, що переконвертування будь-якого авторського RAW-формату від виробника у DNG-формат від Adobe не призведе до погіршення показників якості цифрових фотозображень. Автори публікацій [2, 3] стверджують, що за умови використання опції «Lossless DNG» конвертація не впливає на якісні характеристики зображення, оскільки використовує безвтратні алгоритми (TIFF-стандарти або Huffman JPEG-типу) — аналог PNG, що повинно забезпечити повне збереження оригінальних даних. Проте, за певних умов або неправильних налаштувань — можливі часткові втрати допоміжної інформації, що опосередковано може впливати на якість незначною мірою.

Як приклад розглянемо поопераційно процес конвертування файлу у форматі .NEF (Nikon) у формат .DNG [5]:

- Перенесення оригінальних RAW-даних з матриці, з тією самою роздільною здатністю, глибиною (12–14 біт), схемою Байєра (CFA).
- Збереження усі EXIF-дані: ISO, баланс білого, діафрагма, витримка.
- Інтегрування оригінального RAW-файлу у конвертований для забезпечення повної сумісності.
- Опційно додається можливість прев'ю та дані для швидкого завантаження.

Характеристики цифрових зображень - оригінального та отриманого у результаті описаного конвертування наведено у таблиці 1 [4].

Таблиця 1.

**Порівняння головних показників цифрового фотозображення
до та після конвертування**

Параметр	NEF (Nikon D800E)	DNG (Lossless)
Роздільна здатність	7360×4912 px	7360×4912 px
Глибина	14-bit	14-bit
CFA (Bayer)	RGGB	RGGB
Колірна точність (ΔE)	<1.0	<1.0
Рівень шуму	Незмінний	Незмінний
Артефакти	Відсутні	Відсутні
Розмір файлу	48.7 MB	42.8 MB

Таким чином виробник гарантує на рівні пікселя абсолютно ідентичну якість — втрата лише у ваговому об'ємі файлу, але не візуально.

Однак певні обмеження у характеристиках конвертованих даних за інформацією від розробника все таки наявні: окремі виробники (Nikon Capture NX, Canon DPP, Sony Imaging Edge) не підтримують DNG — тому втрачається доступ до власних профілів Picture Style, профілю шумозаглушення або цифрової корекції об'єктива. Зокрема, Nikon Picture Control (vivid, neutral) зберігаються в NEF, але не підтримуються в DNG → у Nikon Capture NX може не відображатись правильно. Sony ARW містить вбудовану компенсацію дисторсії — яка може бути втрачена, якщо не вбудувати відповідний профіль у DNG [11].

Розробник протоколу DNG-формату стверджує, що втрата якісних показників можлива лише якщо обрати алгоритм «lossy DNG» (тобто з втратами). У результаті чого дані про колір відразу перетворюються у простір RGB, знижується розрядність кольору; роздільна здатність може бути зменшена. Це вже фактично створюється компресований формат типу JPEG.

Розглянуті особливості графічного формату файла RAW дозволяють зробити висновки, що постійне оновлення версій графічних редакторів та розширення кола виробників цифрових фотокамер, до яких однозначно можна відносити і камери мобільних телефонів, призведуть до збільшення популярності графічного формату DNG. Однак поки що лише дуже вузьке коло виробників фотокамер прописали у програмному забезпеченні можливість оцифровування у цей формат (наприклад, Pentax), але паралельно залишено і оригінальний RAW-формат від цього ж виробника. Відсутність об'єктивного аналізу кількісних та якісних характеристик конвертованих зображень поки не дозволяє фотографам та графічним редакторам зробити однозначні висновки. На багатьох форумах [10] обговорюється питання якісних показників фотозображень, опрацьованих DNG-конвертером, та при наступному перетворенні у інші графічні формати.

З огляду на викладені вище причини **метою статті** стало дослідження якісних характеристики цифрових зображень, опрацьованих DNG-конвертером від Adobe.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для досягнення задекларованої мети дослідження поставлено наступні завдання: з тест-об'єкта, що складається з півтонової ахроматичної ступеневої шкали та зразків трьох основних кольорів субтрактивного та адитивного синтезу, отримати цифрове фотозображення за допомогою різних моделей дзеркальних фотокамер та камери смартфона в однакових умовах освітлення та з автоматичними налаштуваннями експозиції та балансу білого згідно даних експозаміру. Отримані фото оцифровано відповідно у RAW-формат кожної з фотокамер і конвертовано у формат DNG програмним забезпеченням Adobe DNG Converter. Для об'єктивного оцінювання якісних характеристик цифрових фотозображень відповідними засобами графічних редакторів визначимо наступні показники: координати колірності, які визначають колірне охоплення фотографії, баланс кольорів по нейтральних (ахроматичних) кольорах; відтворення градації (яскравості) та загальний контраст зображення. Для отримання більш інформативних висновків про точність кольоровідтворення фотозображень при подальшому опрацюванні конвертували файли у форматі RAW та DNG у формат TIFF та проаналізувати на цих зображеннях усі оцінювані показники якості, перераховані вище.

Описаний тест-об'єкт сфотографували при збалансованому за спектральним складом джерелі світла (кольорова температура 5300K) дзеркальними фотокамерами різних моделей: EOS 80D (Canon), EOS 600D (Canon) та Nikon D3100, а також фотокамерою смартфона Iphone 11 (Apple).

За визначеними на отриманих фотозображеннях координатами колірності чистих та бінарних кольорів було побудовано фігури колірного охоплення на діаграмах колірності a^*b^* , зображені на рис. 2. Проаналізуємо отримані результати, проілюстровані відповідними діаграмами. Перше, що варто відзначити, це суттєву відмінність колірного охоплення усіх без винятку фотозображень від колірного охоплення оригіналу. Після конвертування колірне охоплення усіх фотозображень з формату RAW у формат DNG все ж частково змінюється, хоча і не по усіх основних кольорах та на різну величину.

Серед усіх фото, отриманих дзеркальними фотокамерами, саме цифрові негативи з фотокамери Nikon D3100 при конвертуванні у DNG-формат відрізняються суттєвою зміною колірних характеристик (рис. 2в). Усі фігури колірного охоплення на діаграмі колірності суттєво зміщені одна відносно одної. Колірне охоплення цифрових негативів досить звужене (центральної багатокутники). При наступному конвертуванні у формат TIFF колірне охоплення суттєво розширюється, але все ж не досягає колірного охоплення оригіналу та є відмінності у відтворенні кольорів на зображеннях, отриманих з формату NEF та DNG.

Конвертування фотозображень, отриманих різними моделями фотокамер від виробника Canon та оцифрованих безпосередньо після зйомки у формат CR2, вплинуло на колірні характеристики мінімально. Конвертування у формат TIFF з обох «сирих» форматів файла формує на фотозображенні практично ідентичні кольори (фігури колірного охоплення накладаються одна на одну). Тобто конвертування CR2 у DNG, а також CR2 у TIFF та DNG у TIFF, практично не змінює колірне охоплення.

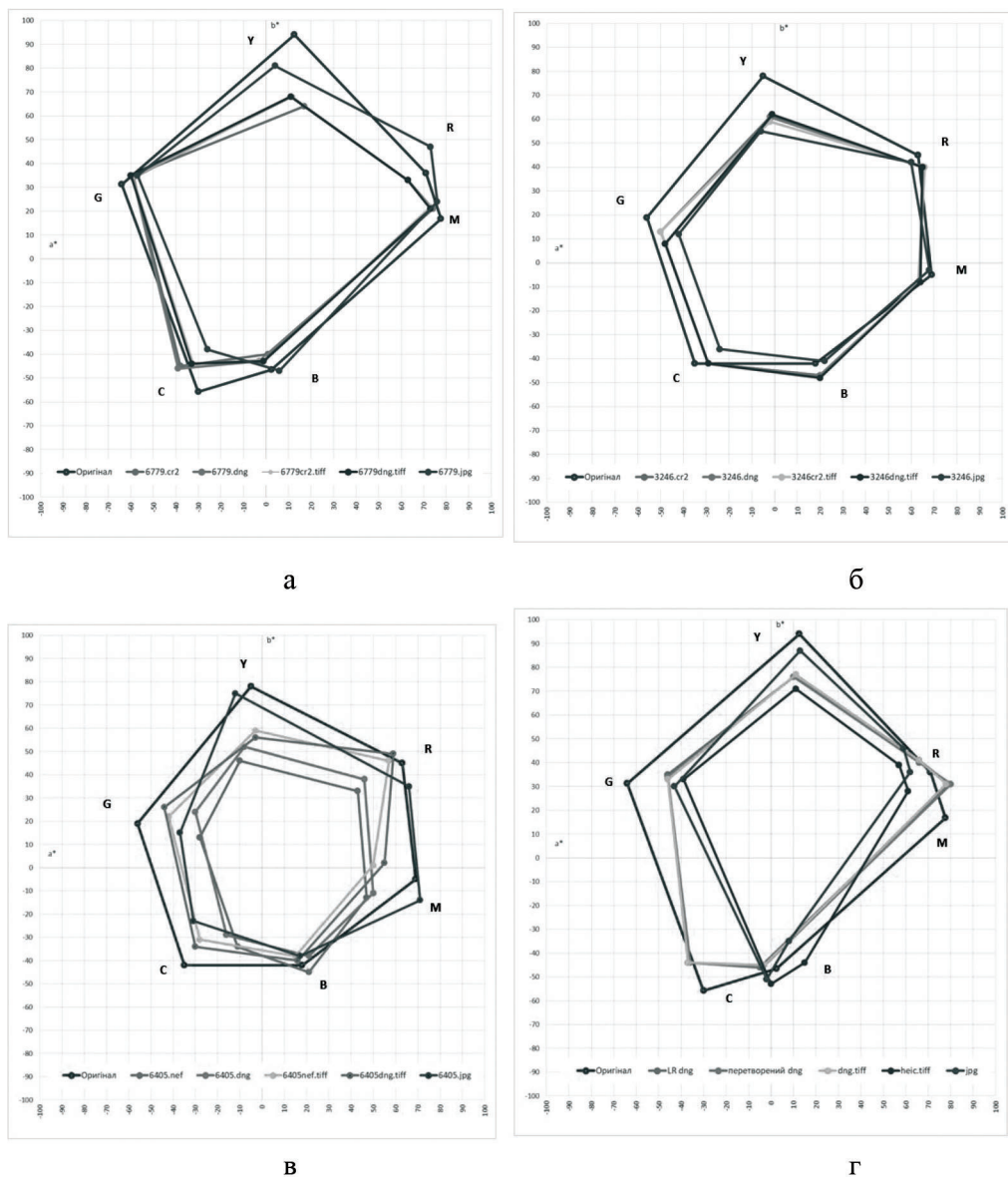


Рис. 2. Діаграми колірності фотозображень, оцифрованих у RAW-форматах від виробників фотокамер та конвертовані у DNG-формат:

а - отриманих фотокамерою EOS 80D (Canon); б - отриманих фотокамерою EOS 600D (Canon); в - отриманих фотокамерою D3100 (Nikon); г - отриманих камерою смартфона Iphone 11 (Apple)

Аналізуючи фотозображення, отримані Iphone 11 (Apple), можна однозначно стверджувати, що зображення у форматі DNG забезпечує найширше колірне охоплення, а наступне конвертування у формат TIFF забезпечує фотозображенням

аналогічні колірні характеристики. Тобто колірний зміст практично залишається без змін.

Для більш повного аналізу було визначено колірний контраст ΔE по чистих та бінарних кольорах на усіх фотозображеннях за значеннями координат колірності до та після конвертування. Отримані значення наведено у таблиці 2.

Таблиця 2.

**Колірний контраст у відтворенні кольорів між фотозображеннями
у форматах RAW та DNG**

Колір патча Модель камери	R	Y	G	C	B	M
EOS 80D (Canon)	0	7,81	1	1,73	7,07	0
EOS 600D (Canon)	1	1,41	5,39	0	0	1
D3100 (Nikon)	5,83	6,32	11,22	7,68	7,07	3,61
Iphone 11 (Apple)	1	0	1	1	1,41	1

З отриманих значень видно, що частина кольорів після конвертування не змінилася зовсім або змінилася мінімально. Як відомо, при колірному контрасті $\Delta E > 5$ кольори візуально не відрізняються. На фотозображенні, отриманому фотокамерою EOS 80D (Canon) жовтий та синій кольори після конвертування суттєво змінилися - ΔE суттєво вище п'яти. На фотозображенні з камери EOS 600D (Canon) спостерігаємо лише незначне перевищення критичного значення колірної контрасту по зеленому кольору. Максимально вплинуло конвертування на колірні характеристики фотозображення з фотокамери D3100 (Nikon) – майже по усіх кольорах колірний контраст суттєво перевищує критичне значення у п'ять одиниць. І лише при конвертуванні у формат DNG фотозображення, отриманого фотокамерою смартфона, колірний зміст практично залишається без змін: по усіх контрольованих патчах колірний контраст не перевищує гранично допустиме значення.

Для більш повного оцінювання якісних показників конвертованих фотозображень доречно проаналізувати баланс кольорів по ахроматичних відтінках. На рис. 3 зображено графічні залежності, що демонструють співвідношення вмісту основних кольорів адитивного простору (RGB) по ахроматичних кольорах. Згідно засад теорії кольору збалансування кольорів на кольоровому зображенні можна оцінити по ахроматичних кольорах, які повинні відтворюватися однаковим вмістом основних кольорів адитивного чи субтрактивного синтезу. На графічних залежностях для збалансованого фотозображення криві, що показують вміст трьох кольорів, розташовуються максимально близько одна до одної, тобто вміст трьох кольорів на одному з полів ахроматичної шкали є однаковим.

Порівняємо ступінь збалансування кольорів на оригінальних та конвертованих фотозображеннях. Перша залежність на рис. 3 демонструє характеристики фотозображення, отриманого фотокамерою D3100 (Nikon). Взаємне розташування кривих

демонструє деяке розбалансування кольорів на оригінальному фотозображенні у форматі NEF – крива червоного кольору розташована вище решти двох, тобто вміст червоного кольору вищий, ніж зеленого та синього кольорів. Але аналогічне співвідношення барвників адитивного синтезу спостерігається на конвертованому фотозображенні.

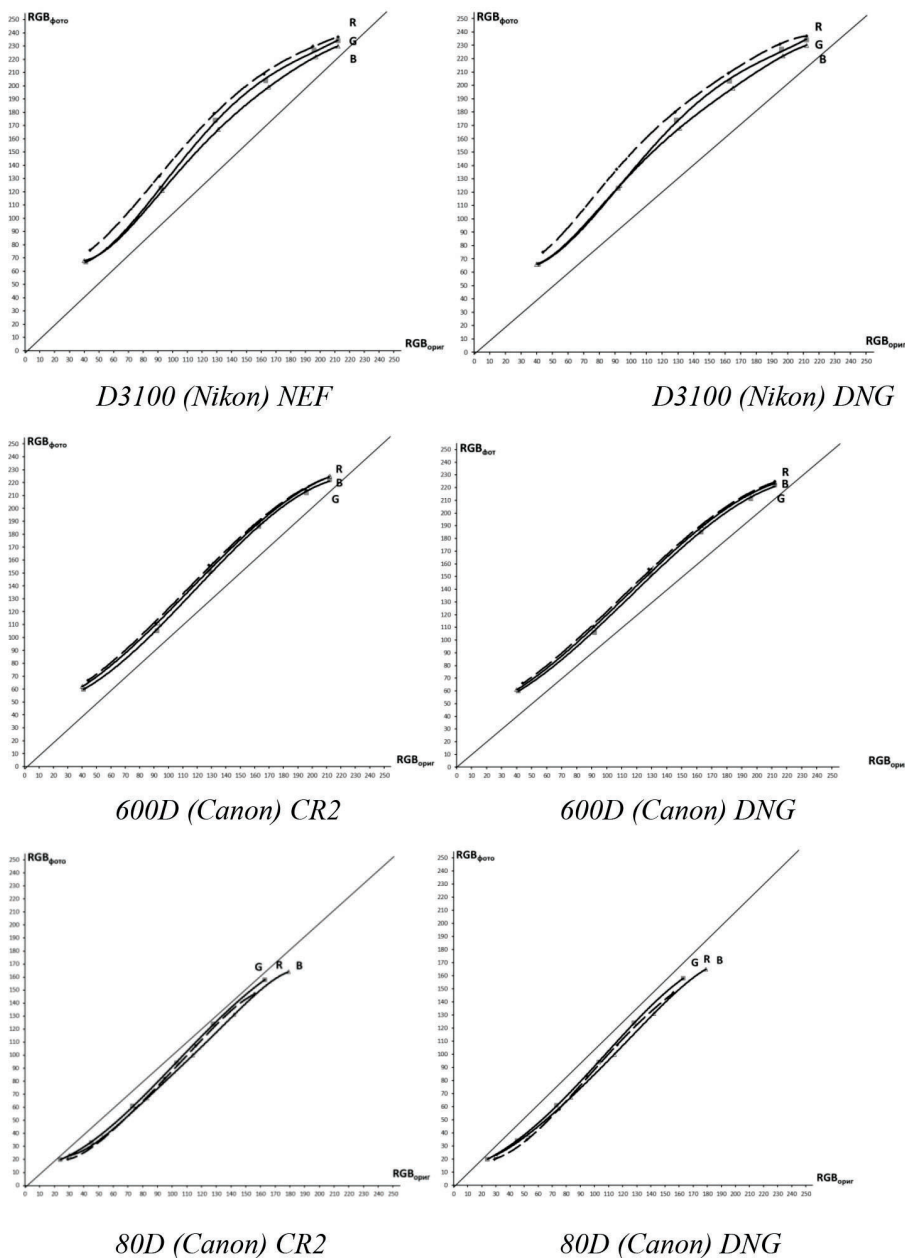


Рис. 3. Графічна залежність вмісту основних кольорів RGB по ахроматичній шкалі на фотозображеннях до та після конвертування

Аналогічна тенденція прослідковується у кольоровідтворенні і для фотозображень, отриманих фотокамерами 600D (Canon) та 80D (Canon). Тобто ступінь збалансування кольорів формується ще на етапі фотозйомки та оцифровування даних зі світлочутливої матриці і не змінюється при конвертуванні у формат DNG.

За графічними залежностями на рис. 3 можна оцінити і відтворення яскравостей та, зокрема, вплив процесу конвертування на цей показник цифрового фотозображення. Принципових змін у відтворенні тональності після конвертування у формат DNG не відзначається.

Висновки. Постійне оновлення версій графічних редакторів та розширення кола виробників цифрових реєструючих пристроїв, до яких однозначно можна відносити і камери мобільних телефонів, призведуть до збільшення популярності графічного формату DNG. Поки що лише дуже вузьке коло виробників фотокамер прописали у програмному забезпеченні можливість оцифровування у цей формат, але паралельно залишено і оригінальний RAW-формат від цього ж виробника.

Проведений об'єктивний аналіз якісних показників фотозображень, отриманих фотокамерами різного класу, включаючи фотокамеру у смартфоні, свідчить, що частина показників усе ж зазнає змін. Аналіз кольоровідтворення показав, що після конвертування фотозображення з формату RAW у формат DNG окремі кольори суттєво змінилися, настільки, що зміна колірності буде візуально помітна спостерігачеві. Було визначено, що фотозображення, отримані дзеркальними фотокамерами від Canon, у результаті конвертування між форматами зазнали менших змін у кольоровідтворенні, ніж, наприклад, у фотозображень, отриманих фотокамерою Nikon D3100. Водночас на показники тоновідтворення та збалансування кольорів процес конвертування між форматами файла не впливає.

Оскільки відтворення кольорів є критичним показником якості, тому кожен практикуючий фотограф повинен оцінити вплив конвертування файлів між форматами RAW та DNG для конкретної моделі фотокамери. Отриману інформацію слід враховувати при коректурі фотозображень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 9 Best RAW File Converters in 2025 – [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL <https://fixthephoto.com/best-raw-file-converters.html>.
2. Adobe. (2021). Understanding RAW files and the digital negative. Adobe. Why – [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.adobe.com/creativecloud/photography/discover/raw-vs-jpeg.html>.
3. Adobe. (2023). What's new in Lightroom and Camera Raw. Adobe Creative Cloud Updates.
4. Afroz DNG vs. RAW – Which is Better and Why – [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL <https://www.stellarinfo.com/blog/dng-vs-raw/>.
5. Comparison Of RAW Converters For Nikon – [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL https://wypictures.wordpress.com/2015/08/07/comparison-of-raw-converters-for-nikon/?utm_source.

6. DIGITAL PHOTO EDITING WORKFLOW – [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL https://www.cambridgeincolour.com/tutorials/digital-photo-editing-workflow.htm?utm_source=chatgpt.com.
7. Evening, M. (2020). Adobe Photoshop Lightroom Classic Classroom in a Book (2020 release). Adobe Press.
8. Frost Lee. The Question-and-Answer Guide to Photo Techniques - David & Charles, 2002 – 130 p.
9. James Andrew. What is EV (exposure value) in photography? . – [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL <https://www.digitalcameraworld.com/features/what-is-ev-exposure-value>.
10. Jeff Collier 6 Best Free RAW Editors: Top Picks for 2025 – [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL https://shotkit.com/free-raw-editors/?utm_source=chatgpt.com.
11. Kelby Scott. The Digital Photography: Part 1 (2nd Edition)– Peachpit Press, 2013 – 256 p.
12. Kelby, S. (2020). The Adobe Photoshop Lightroom Classic Book for Digital Photographers. New Riders.
13. Lightroom vs On1 Photo Raw: Which Photo Editor is the Best? – [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL <https://lightroom-photoshop-tutorials.com/lightroom-vs-on1-photo-raw/>.
14. McHugh, B. (2019). Why RAW is still essential in modern photography. Digital Photography School.
15. Shaw David. П'ять найважливіших параметрів камери та як їх використовувати . – [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL <https://l-house.in.ua/blogs/tpost/ns3kbayujk-pyat-naivazhlyvshih-parametry-kameri-ta>.
16. The Benefits of Shooting in RAW for Photography – [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL <https://www.prints4sure.com/blogs/news/the-benefits-of-shooting-in-raw-for-photography>.
17. The Benefits of Shooting RAW in Photography – [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL https://www.vernonchalmers.photography/2025/05/the-benefits-of-shooting-raw-in.html?utm_source.
18. Torres Nate What is Exposure Value in Photography? – [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL <https://www.imaginated.com/blog/what-is-exposure-value/>.
19. Usnea Lebendig RAW vs. JPEG: What Are the Important Differences? – [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL https://shotkit.com/raw-vs-jpeg/?utm_source=chatgpt.com.

REFERENCES

1. 9 Best RAW File Converters in 2025 – Retrieved from: URL <https://fixthephoto.com/best-raw-file-converters.html> (in English).
2. Adobe. (2021). Understanding RAW files and the digital negative. Adobe. Retrieved from: <https://www.adobe.com/creativecloud/photography/discover/raw-vs-jpeg.html>(in English).
3. Adobe. (2023). What's new in Lightroom and Camera Raw. Adobe Creative Cloud Updates.
4. Afroz DNG vs. RAW – Which is Better and Why – Retrieved from: URL <https://www.stellarinfo.com/blog/dng-vs-raw/> (in English).
5. Comparison Of RAW Converters For Nikon – Retrieved from: URL https://wypictures.wordpress.com/2015/08/07/comparison-of-raw-converters-for-nikon/?utm_source (in English).

6. DIGITAL PHOTO EDITING WORKFLOW – Retrieved from: URL https://www.cambridgeincolour.com/tutorials/digital-photo-editing-workflow.htm?utm_source=chatgpt.com (in English).
7. Evening, M. (2020). Adobe Photoshop Lightroom Classic Classroom in a Book (2020 release). Adobe Press.
8. Frost Lee. The Question-and-Answer Guide to Photo Techniques - David & Charles, 2002 – 130 p.
9. James Andrew. What is EV (exposure value) in photography? – Retrieved from: URL <https://www.digitalcameraworld.com/features/what-is-ev-exposure-value> (in English).
10. Jeff Collier 6 Best Free RAW Editors: Top Picks for 2025. - Retrieved from: URL https://shotkit.com/free-raw-editors/?utm_source=chatgpt.com (in English).
11. Kelby Scott. The Digital Photography: Part 1 (2nd Edition)– Peachpit Press, 2013 – 256 p.
12. Kelby, S. (2020). The Adobe Photoshop Lightroom Classic Book for Digital Photographers. New Riders.
13. Lightroom vs On1 Photo Raw: Which Photo Editor is the Best? – Retrieved from: URL <https://lightroom-photoshop-tutorials.com/lightroom-vs-on1-photo-raw/> (in English).
14. McHugh, B. (2019). Why RAW is still essential in modern photography. Digital Photography School.
15. Shaw David. Piat naivazhlyvishykh parametriv kamery ta yak yikh vykorystovuvaty Retrieved from: URL <https://l-house.in.ua/blogs/tpost/ns3kbayujk-pyat-naivazhlyvshih-parametriv-kameri-ta> (in Ukrainian).
16. The Benefits of Shooting in RAW for Photography – Retrieved from: URL <https://www.prints4sure.com/blogs/news/the-benefits-of-shooting-in-raw-for-photography> (in English).
17. The Benefits of Shooting RAW in Photography – Retrieved from: URL [https://www.vernon-chalmers.photography/2025/05/the-benefits-of-shooting-raw-in.html?utm_source=\(in English\)](https://www.vernon-chalmers.photography/2025/05/the-benefits-of-shooting-raw-in.html?utm_source=(in%20English)).
18. Torres Nate What is Exposure Value in Photography? – Retrieved from: URL <https://www.imaginated.com/blog/what-is-exposure-value/> (in English).
19. Usnea Lebendig RAW vs. JPEG: What Are the Important Differences? – Retrieved from: URL https://shotkit.com/raw-vs-jpeg/?utm_source=chatgpt.com (in English).

doi: 10.32403/0554-4866-2025-1-89-70-84

EVALUATION OF QUALITY INDICATORS OF PHOTOGRAPHIC IMAGES CONVERTED TO DNG FORMAT

M. M. Dubnevyh., Z. M. Selmenska, L. Ya. Mayik

*Lviv Polytechnic National University
19, Pid Holoskom, St., Lviv, 79020, Ukraine
dubnevychmyroslava@gmail.com
zorselm@gmail.com
ludmyla.maik@gmail.com*

The development of the media industry increases the demand for high-quality visual content, in particular digital photographic images. The photographic process is very flexible and the final result depends on many factors. In particular, the format of the data file affects the accuracy of capturing optical information. It is known that the maximum information about the color content and brightness of the photographic image is stored in the RAW format. But this format is interpreted uniquely by each manufacturer of digital photography equipment, which leads to difficulties in reading data by software. Therefore, Adobe Corporation has proposed its universal format for recording raw data from a photosensitive matrix - DNG. Since this file recording format is not yet integrated into the vast majority of camera software, the developers suggest converting the original RAW formats to DNG format.

The article considers the current issue of determining the quality characteristics of digital photographic images converted from RAW formats of different camera manufacturers to the DNG format. The authors conducted a detailed analysis of converted photographic images obtained by different camera models. Based on the data obtained, practical recommendations are offered for including the process of converting to the DNG format in the workflow of processing digital photographic images.

Keywords: *photography, data file format, JPEG, DNG, RAW converter, gradation content, color accuracy.*

Стаття надійшла до редакції 23.05.2025.

Received 23.05.2025.