

## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ КОЛЬОРОКОРЕКЦІЇ НА ОСНОВІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Розвиток поліграфічних і мультимедійних технологій зумовлює зростання вимог до точності та стабільності кольоровідтворення, що робить автоматизацію кольорокорекції одним із ключових напрямів цифрової обробки зображень. Завдяки інтеграції штучного інтелекту системи управління кольором переходять від жорстко регламентованих алгоритмів до адаптивних моделей, здатних самостійно аналізувати властивості зображення, умови освітлення та характеристику пристроїв для покращення точності передачі кольору.

Згідно з дослідженням The AI-Driven Revolution in Colour Management for Paper-Based Printing [1], системи на основі машинного навчання змінюють традиційне профілювання пристроїв завдяки здатності враховувати динамічні фактори, такі як зміна характеристик друкарських матеріалів, коливання параметрів чорнил, неоднорідність паперу та варіації температурно-вологісного режиму друкарського процесу. AI-алгоритми можуть аналізувати спектральні дані, відстежувати поведінку кольору під час тиражування та автоматично коригувати профілі або параметри подачі фарби. Такі підходи дозволяють значно зменшити відхилення  $\Delta E$ , стабілізувати колір у довгих тиражах та скоротити час при ручному налаштуванні. Машинне навчання сприяє появі нових форм інтелектуального керування кольором, де алгоритми можуть не лише відтворювати цільовий колір, а й оптимізувати процеси профілювання, калібрування та автоматичного узгодження кольорових діапазонів між пристроями [1].

Одним із ключових напрямів розвитку є використання нейронних мереж для автоматичного покращення кольору, що дозволяє отримувати більш природні переходи тону, зберігати локальні деталі та підвищувати насиченість без спотворення кольорного балансу [2]. Дослідження показують, що CNN-моделі здатні аналізувати контекст зображення та значно перевершують традиційні методи корекції, такі як гістограмне вирівнювання або лінійні перетворення. Завдяки великій кількості навчальних даних нейромережі формують узагальнені уявлення про структуру кольору, що забезпечує високу універсальність у різних прикладних задачах – від обробки фотографій до поліграфічного відтворення.

Подальшим кроком стала розробка нейронних мереж, що вмюють навчатися перетворенням між різними кольорними просторами. Такі моделі здатні адаптивно

змінювати відтінки, коригувати перенасичені області та зменшувати колірні спотворення, які виникають унаслідок обмеження гамути пристрою. Нейронні мережі не просто повторюють математичні перетворення RGB-LAB чи HSV-RGB, а формують нелінійні мапінги, які дозволяють досягати кращої візуальної узгодженості та точності передачі кольору у складних сценах, ніж традиційні колориметричні моделі.

Окремого значення набули застосування інтелектуальних алгоритмів у вузькоспеціалізованих задачах, пов'язаних із точним аналізом кольору та структур. Зокрема, моделі машинного навчання, що виконують автоматичну корекцію кольору під час обробки мікроскопічних зображень, показали високу ефективність у компенсації похибок освітлення, кольорових викривлень сенсорів і спектральних нерівномірностей. Попри специфічність вихідної задачі, такі роботи підтверджують важливість ML-методів у корекції кольору в умовах нестабільного освітлення й високої чутливості до дрібних колірних відхилень. Ці принципи можуть бути адаптовані для задач поліграфічного контролю, калібрування сканерів та підготовки оригінал-макетів [3].

Машинне навчання формує нову парадигму кольорокорекції, у якій інтелектуальні системи здатні не лише аналізувати та компенсувати похибки, але й адаптуватися до умов конкретного пристрою чи сцени. Подальші дослідження пов'язані з інтеграцією AI у системи ICC-профілювання та створенням комплексних мультимодальних рішень, здатних об'єднати дані друкарських систем, сканерів і камер в єдину адаптивну систему управління кольором.

### Список літератури

1. Real-Time User-Guided Image Colorization with Learned Deep Priors. [Online]. Available: <https://arxiv.org/abs/1705.02999>.
2. Chebotarova, I., Chebotarov, R., Manakov, V., Vovk, O., Mendelieva, M., & Trunova, T. (2025). Using the Delphi Method for Expert Evaluation of Digital Images by Lightness. 15th International Conference on Advanced Computer Information Technologies, ACIT 2025. (p. 55-58). DOI: <https://doi.org/10.1109/ACIT65614.2025.11185761>.
3. Дзеніс, С. (2025). Впровадження систем штучного інтелекту в процеси поліграфії: автоматизація та контроль якості. Інформаційні технології в сучасному світі: дослідження молодих вчених. (с. 108). Науковий керівник: Чеботарьова І.Б.