

УДК 681.6:774

ВИКОРИСТАННЯ КОЛІРНИХ ПРОСТОРІВ ХСМΥК ТА ЕСІСМΥК ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ДРУКУ ЗОБРАЖЕНЬ

М. Р. Семенів¹, В. В. Лапко², В. В. Семенів¹

¹Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна

²Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»,
пр. Дмитра Яворницького, 19, Дніпро, 49005, Україна

Здійснено аналіз просторів ХСМΥК та есіСМΥК з розширеним діапазоном кольорів. Визначено загальні показники обсягу колірної гами досліджуваних просторів. Більший обсяг гами відповідає простору есіСМΥК, проте для цього простору характерна велика різниця між колориметричними вимірюваннями та оптимізованими значеннями, отриманими з ІСС-профілю. Визначено величину розтискування растрових елементів, яке для ХСМΥК збільшене на –3 % у зв'язку з використанням некласичного типу растрування. При підготовці до друку тестового зображення сумарна площа покриття фарб для ХСМΥК становила 301–303 %. Максимальне значення покриття кольорових фарб для есіСМΥК v2 (365–390 %) перевищує межі допуску для офсетного плоского способу друку. Застосування профілю ХСМΥК 2017 при підготовці зображень до друку забезпечить стабільний і передбачуваний процес відтворення розширеної гами кольорів.

Ключові слова: колірний простір, колірна гама, ІСС-профіль, розтискування растрових елементів, нелінійність градації, метод заміни кольорів, кольороподіл.

Постановка проблеми. ХСМΥК – це достатньо новий колірний простір із розширеним колірним охопленням, який базується на характеристичних даних офсетного плоского друку фарбами СМΥК з використанням некласичного типу растрування. ХСМΥК є частиною проєкту Expanded Gamut Project Idealliance, у межах якого Комітетом GRACoL протягом п'ятнадцяти місяців у 2015–2016 роках були проведені дослідження, до яких було залучено двадцять шість тестових прогонів [1–4]. Інший колірний простір з розширеним діапазоном есіСМΥК позиціонують як обмінний колірний простір СМΥК. У квітні 2020 року Європейська ініціатива з кольору (ECI) переглянула колірний простір есіСМΥК. Його нова версія есіСМΥК v2 (FOGRA59) вміщує покращену сіру вісь і, таким чином, розширює можливості застосування есіСМΥК порівняно з попередньою версією.

Виділені колірні простори є корисними засобами для створення та обміну файлами друку, які повинні відображати очікуваний результат друку передбачувано [5–7]. Порівняння параметрів кольороподілу та результатів екранної кольоропроби з використанням просторів ХСМΥК та есіСМΥК дозволить проаналізувати

алгоритми перетворення кольорів та отримати передбачувані результати при підготовці зображень до друку.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У роботі [2] виконано порівняння стандартизованих умов друку із кольірним простором ХСМЯК. За результатами порівняння кольірна гама ХСМЯК на 46 % більша за кольірну гаму CRPC6 (еталонні умови друку на крейдованому папері згідно із стандартом CGATS) та на 43 % більша за кольірну гаму FOGRA51 (стандартизовані умови друку на крейдованому папері згідно із міжнародним стандартом ISO 12647–2:2013). Цікавим також у дослідженні є те, що невелика частка, 2,38 % від гами ХСМЯК, не може бути відтворена на використовуваному у дослідженні кольоропробному пристрої EPSON 9900. Здійснено порівняння кольірних гам ХСМЯК та СМЯКОГВ (семифарбовий друк). Незважаючи на те, що СМЯКОГВ використовує сім фарб замість чотирьох, кольірна гама СМЯКОГВ лише на 14 % більша за гаму ХСМЯК.

Проведено дослідження із симуляцією кольорів на відбитку в Adobe Photoshop та каліброваним монітором із гамою, яка охоплює кольірний простір AdobeRGB [8]. При перетворенні фотографічних зображень з AdobeRGB на PSO Coated v3 (FOGRA51) або ХСМЯК 2017 між двома профілями отримано незначні відмінності: помітна різниця на зображеннях блакитного неба з кращим відображенням у просторі ХСМЯК. Ще один аспект ХСМЯК – це споживання фарби. Щоб досягти більшої кольірної гами, ХСМЯК використовує більше фарби. Але розробник використав кілька прийомів у профілі ХСМЯК, щоб зменшити споживання фарби [2].

Новий кольірний простір із розширеною кольірною гамою, що базується на високоякісному офсетному друці, потребує уважного розгляду вітчизняними науковцями та спеціалістами. Тому ця стаття буде присвячена визначенню основних показників кольірного простору ХСМЯК для підготовки зображень до друку.

Мета статті – аналіз ІСС-профілів на основі характеристичних даних, порівняння результатів екранної кольіропроби і параметрів кольіроподілу з використанням просторів ХСМЯК та есіСМЯК.

Виклад основного матеріалу дослідження. Кожен пристрій, який відтворює колір, може мати свій ІСС-профіль. Деякі виробники забезпечують свої пристрої профілями, які створюються на основі характеристичних даних колориметричних вимірювань відбитків контрольних шкал.

Для порівняння досліджуваних просторів обрано ІСС-профіль PSO Coated v3 на основі характеристичних даних FOGRA51, що описують високоякісний друк на крейдованому папері.

Досліджувані ІСС-профілі та відповідні їм характеристичні дані: ХСМЯК 2017. icc – ХСМЯК 2017 IT8[1].txt; есіСМЯК_v2.icc – Fogra59.txt; PSOcoated_v3.icc – Fogra51.txt.

Для аналізу ІСС-профілів досліджуваних просторів ХСМЯК та есіСМЯК використано онлайн сервіс ChromaChecker, а саме модуль ICC Profile Inspector. ChromaChecker аналізує результати спектральних чи колориметричних вимірювань, імітує процес кольіровідтворення, аналізує кожен окремий ІСС-профіль, перераховуючи ряд параметрів, які забезпечують якісне зображення для профілів

(колірне охоплення, генерація чорного кольору, G7® баланс сірого, криві TVI), і порівнює профілі між собою [9].

В ChromaChecker проаналізовано загальні показники обсягу колірної гами та значення E-Factor (табл. 1). Обсяг колірної гами базується на розрахунку, що містить координати кольору CIE Lab, і являє собою наближення кількості одно-значно відчутних кольорів, що містяться в колірній гамі друкарського процесу. E-Factor – число, яке показує різницю між даними, отриманими з набору даних профілювання або характеристики, та оптимізованими/згладженими значеннями, що надходять за допомогою ICC-профілю. Е-фактор допомагає користувачеві зрозуміти, наскільки точно профіль відображає фактичний стан друкарського пристрою. Е-Factor базується здебільшого на ΔE 2000. Чим менше значення E-Factor, тим ближчим буде збіг кольорів [10].

Таблиця 1

Загальні показники обсягу колірної гами

ICC-профіль	Обсяг колірної гами	E-Factor
XCMYK 2017	586 226	0,87
eciCMYK v2 (FOGRA59)	591 808	1,18
PSO Coated v3 (FOGRA51)	405 912	0,63

Найбільший обсяг колірної гами визначено для простору eciCMYK v2. Проте E-Factor, більший за одиницю, вказує на суттєву різницю між характеристичними даними колориметричних вимірювань та оптимізованими значеннями, що надходять за допомогою ICC-профілю. Отже, така розбіжність між даними може призвести до хибних значень при конвертації зображення з моделі RGB в CMYK.

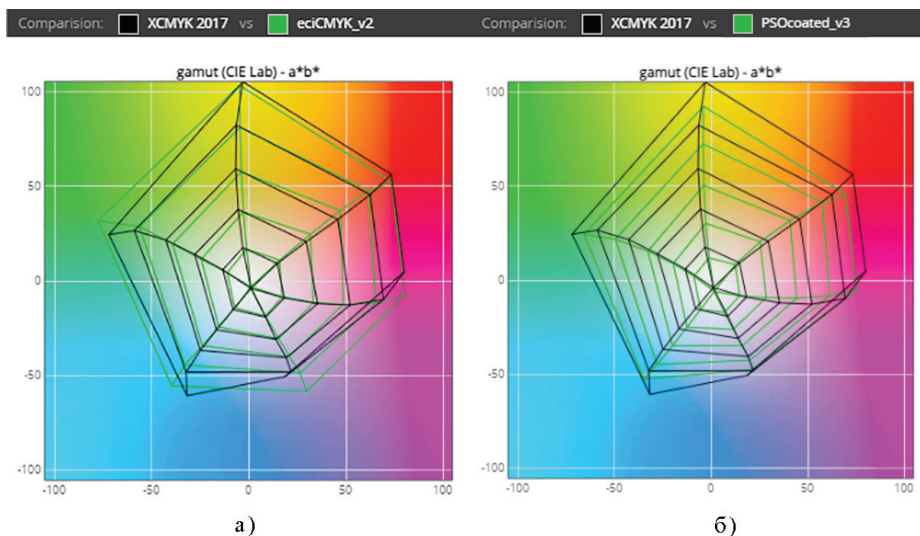


Рис. 1. Порівняння колірних охоплень на хроматичній площині CIE Lab: XCMYK – чорний контур, eciCMYK v2 та PSO Coated v3 – зелений контур

За допомогою ChromaChecker можна порівняти колірну гаму двох просторів на хроматичній площині CIE Lab. Отримані проєкції колірних охоплень показують, що есіСМЯК більше за ХСМЯК в ділянці зелених, синіх та фіолетових відтінків (рис. 1а). Колірне охоплення ХСМЯК, у свою чергу, більше за FOGRA51 (PSO Coated v3) і може відтворити більшу гаму кольорів у ділянці зелених, жовтих та червоних відтінків (рис. 1б).

За параметрами налаштування кольороподілу – криві генерації чорного, показник ТАС (Total Area Coverage – сумарна площа покриття) – колірний простір ХСМЯК 2017 близький до PSO Coated v3. Для всіх трьох досліджуваних просторів криві генерації чорного для перцепційного методу заміни характеризуються плавністю та наближаються до лінійної залежності. Для двох ICC-профілів, есіСМЯК v2 та PSO Coated v3, крива генерації чорного для насиченого методу заміни кольорів відповідає «максимальному» режиму GCR (Grey Component Replacement – заміна сірої компоненти). Тобто для цього методу кольори будуть формуватись виключно двома кольоровими фарбами і третьою чорною.

Для забезпечення оптимального перетворення в модель СМЯК необхідно на друкерській стадії обробки зображення максимально врахувати фактори впливу на кольоровідтворення, наявні в процесі поліграфічного відтворення кольорового оригіналу [11]. Колориметричне TVI (Tone Value Increase – зростання значення тону) – величина, пов'язана з розтискуванням растрового елемента. За допомогою ICC Profile Inspector визначено значення розтискування растрових елементів фарб СМЯК для досліджуваних ICC-профілів (табл. 2).

Таблиця 2

Значення розтискування растрових елементів

ICC-профіль	Максимальне значення розтискування растрових елементів, %			
	Голуба	Пурпурна	Жовта	Чорна
ХСМЯК 2017	17,81	16,37	17,91	18,80
есіСМЯК v2	16,05	8,28	16,08	19,27
PSO Coated v3	16,12	15,28	15,81	16,24

Більші значення розтискування растрових елементів характерні для друкарського процесу, що описує простір ХСМЯК, менші значення відповідають простору есіСМЯК v2 та умовам друку FOGRA51 (PSO Coated v3). Отримані результати пов'язані із застосуванням іншого типу растрування – частотно-модульованого. Нехарактерним є вдвічі менше значення розтискування растрових елементів на відбитках пурпурної фарби (простір есіСМЯК v2).

Для визначення параметра нелінійності досліджуваних колірних просторів в ортогональному просторі ICaS використано комп'ютерну програму «ICaS-Color Inks Gamut» [12], в якій можна здійснити опрацювання та аналіз характеристик даних з використанням простору ICaS. Методика визначення показника нелінійності γ для стандартизованих і виробничих умов одержання кольорових відбитків описана у роботі [11].

Згідно з характеристичними даними ХСМΥК 2017 середнє значення нелінійності відбитків градаційних шкал кольорових фарб – 1,67, чорної фарби – 1,69. Порівняно з іншими характеристичними даними показник нелінійності вищий, що пов'язано з використанням іншого типу растровання, яке передбачено застосовувати для простору ХСМΥК (табл. 3).

Таблиця 3

Середнє значення нелінійності градаційних шкал

Характеристичні дані	Середнє значення нелінійності				
	Голуба	Пурпурна	Жовта	СМΥ _{сер}	Чорна
ХСМΥК 2017 IT8	1,57	1,72	1,71	1,67	1,69
FOGRA59	1,50	1,42	1,56	1,49	1,69
FOGRA51	1,55	1,60	1,58	1,58	1,56

Здійснено підготовку до друку тестового зображення, що містить чотири портрети з різними відтінками шкіри, а також кольори, які важко відтворити поліграфічним способом. На тест-об'єкті є ділянки, які застосовуються для контролю правильної передачі градацій та чистих кольорів на відбитку, їх попарного накладання та різних відтінків ділянки колірною охоплення, а також шкали контролю процесів виготовлення друкарських форм та друку [13].

В Adobe PhotoShop здійснено конвертацію тестового зображення з моделі RGB в модель СМΥК з використанням досліджуваних ICC-профілів для чотирьох методів заміни кольорів (Rendering Intent): перцепційного (Perceptual), за насиченістю (Saturation), відносного колориметричного (Relative Colorimetric) та абсолютного колориметричного (Absolute Colorimetric). Збережені файли проаналізовано в програмі «ICaS-ColorSynthesis» [14] та визначено середні значення відносної площі растрових елементів друкарських фарб та показник сумарного накладання фарб – ТАС (Total Area Coverage).

Результати аналізу каналів СМΥК подано у вигляді гістограм на рисунках 2–3 для різних ICC-профілів і однакового методу заміни кольорів: перцепційного (рис. 2) та за насиченістю (рис. 3). Усереднені значення відносних площ растрових елементів друкарських фарб по всій поверхні тестового зображення, згідно з ХСМΥК 2017, змінюються на 1–3 % залежно від методу заміни кольорів. На рис. 2 гістограма інформує, що для відтворення одного й того ж тестового зображення необхідна різна кількість фарб СМΥК. Якщо застосувати при кольороподілі есіСМΥК, то буде використано більше кольорових фарб, ніж чорної.

Середні значення, отримані згідно з есіСМΥК v2, для трьох методів заміни кольорів однакові, за винятком методу за насиченістю. Кольороподіл з використанням методу заміни кольорів за насиченістю згідно з есіСМΥК v2 та PSO Coated v3 дає майже однаковий результат і забезпечує економію кольорових фарб. У цьому методі заміни кольорів застосовується максимальна заміна сірої компоненти.

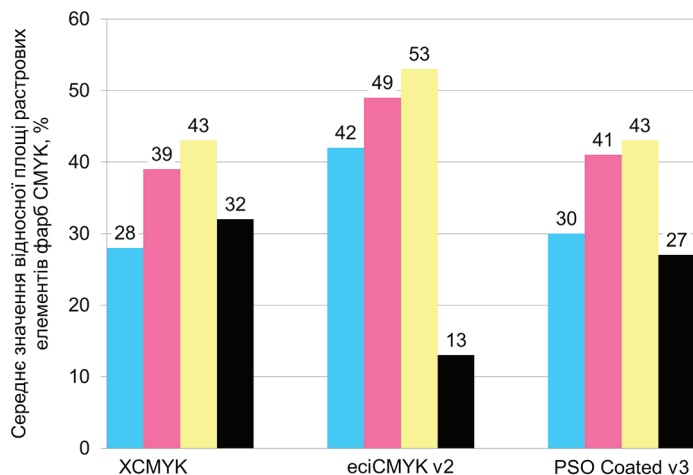


Рис. 2. Гістограма розподілу фарб CMYK із застосуванням перцепційного методу заміни кольорів

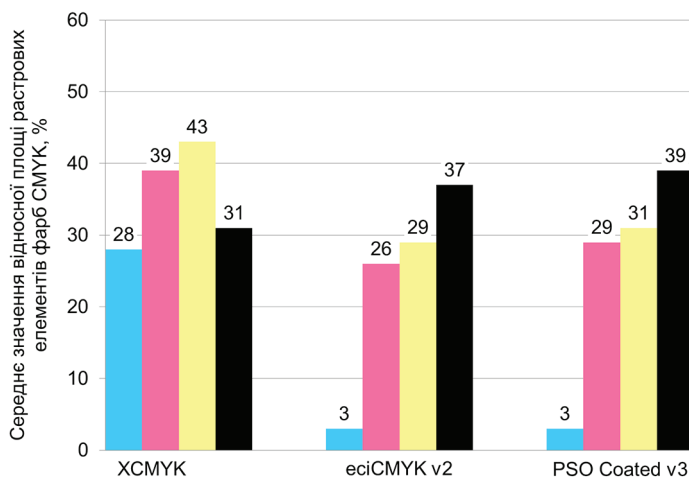


Рис. 3. Гістограма розподілу фарб CMYK із застосуванням методу заміни кольорів за насиченістю

При відтворенні тестового зображення максимальне значення сумарної площі покриття фарб для XCMYK 2017 становить 301–303 % (табл. 4). Максимальне значення покриття кольорових фарб для eciCMYK v2 становить 365–390 %, що перевищує межі допуску для офсетного плоского способу друку (300–310 %). Для ICC-профілю PSO Coated v3 ми отримали значення ТАС, наближені до ICC-профілю XCMYK, за винятком методу заміни кольорів за насиченістю. Отже, застосування профілю XCMYK забезпечить стабільний і передбачуваний процес відтворення кольорів без надмірного намокання паперу. У разі помилкового вибору методу заміни кольорів результати кольороподілу не будуть суттєво відрізнятися.

У ICC-профілях есіСМҮК v2 та PSO Coated v3 закладений варіант кольороподілу з економією кольорових фарб внаслідок максимальної заміни сірої компоненти на чорну фарбу. Максимальна площа накладання фарб при цьому знаходиться в межах 219–226 %. Цей варіант кольороподілу доступний при виборі методу заміни кольорів за насиченістю.

Таблиця 4

**Сумарна площа покриття фарбами (ТАС) для різних ICC-профілів
з врахуванням методу заміни кольорів**

ICC-профілі	Сумарна площа покриття фарбами (ТАС), %			
	перцепційний	за насиченістю	відносний колориметричний	абсолютний колориметричний
ХСМҮК 2017	302	301	302	303
есіСМҮК v2	375	219	365	390
PSO Coated v3	301	226	297	304

У програмі Adobe PhotoShop за допомогою команди *Виділити (Select) → Колірний діапазон (Color Range...) → Поза гамою (Out of Gamut)* виділено пікселі на тестовому зображенні, кольори яких знаходяться поза гамою. Пораховано кількість пікселів, кольори яких знаходяться поза гамою друкарського процесу. Визначено, що найбільшу кількість таких пікселів – 134 600 – отримано для простору есіСМҮК v2. Для простору ХСМҮК кількість таких пікселів становила 9 899. Отримані результати суперечать характеристиці простору есіСМҮК v2, який позиціонують як простір з розширеним діапазоном. Здійснено візуальну оцінку ділянок тестового зображення з невідтворюваними кольорами. Рівень яскравості цих кольорів в межах $L=0...23$. Для відтворення темних кольорів в ICC-профілі есіСМҮК v2 закладено таке співвідношення друкарських фарб, сумарне значення яких виходить за межі допуску і призводить до великої товщини шару фарби, намокання паперу, а відтак до неточності відтворення кольорів.

Висновки. Новий колірний простір ХСМҮК від Idealliance, згідно з проведеними дослідженнями, відповідає стандартизованим умовам офсетного плоского друку на крейдованому папері фарбами СМҮК. Перевагою його застосування є збільшена кількість кольорів у ділянці зелених, жовтих та червоних відтінків, які відтворюються колориметрично точно завдяки використанню частотно-модульованого растрування та збільшенню допустимої товщини шару фарби. Розтискування растрових елементів збільшене на 1–2 % у зв'язку з використанням неklasичного типу растрування, а відтак і нелінійність відтворення градацій збільшена для кольорових фарб і становить 1,67 замість 1,58. Усереднені значення відносних площ растрових елементів друкарських фарб по всій поверхні тестового зображення, згідно з ХСМҮК 2017, змінюються на 1–3 % залежно від методу заміни кольорів, що не суттєво впливає на результати кольороподілу. Максимальне значення сумарної площі покриття фарб становить 301–303 %, що є в межах допуску.

Отже, для підготовки до друку зображень краще використовувати ХСМЯК за умови дотримання основних параметрів друкарського процесу, включно із типом растрівання. Застосовувати простір есіСМЯК v2 варто лише для обміну файлами, оскільки така конвертація не забезпечить точного відтворення кольорів у темних ділянках при друкуванні. З метою економії кольорових фарб слід використовувати ICC-профілі есіСМЯК v2 та PSO Coated v3, вибравши метод заміни кольорів за насиченістю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Introducing the XCMYK Color Space. URL: <https://connect.idealliance.org/HigherLogic/System/DownloadDocumentFile.ashx?DocumentFileKey=d03f553f-ace9-9418-0714-61d09e78d96b&forceDialog=0/>.
2. Deshpande K. XCMYK Gamut Analysis. Multi Packaging Solutions. URL: <https://connect.idealliance.org/viewdocument/xcmky-gamut-analysis-multi-packag>.
3. Baechle T. Idealliance Develops XCMYK Color Space for Inkjet and Digital. URL: <https://whattheythink.com/articles/95105-idealliance-develops-xcmky-color-space-inkjet-digital>.
4. Hagen E. XCMYK: regular CMYK gets a boost. INSIGHTS4PRINT. URL: <https://www.insights4print.ceo/2017/12/xcmky-regular-cmyk-on-steroids>.
5. Kraushaar A. Concept for the colour management based data preparation and reproduction in the publishing industry. URL: <https://fogra.org/en/research/prepress-technology/consolidating-standardization-10057>.
6. eciCMYK (FOGRA53) – CMYK exchange color space. URL: <http://www.eci.org/doku.php?id=en:colourstandards:workingcolorspaces>.
7. Exchange color space eciCMYK v2 with improved gray axis 29. URL: <https://pdf-aktuell.ch/pa/language/en/exchange-color-space-ecicmyk-v2-with-improved-gray-axis>.
8. Hagen E. XCMYK vs CMYK: here's your business case. URL: <https://www.insights4print.ceo/2020/04/xcmky-vs-cmyk-heres-your-business-case>.
9. Chromachecker. URL: <https://chromachecker.com/login/en/tools>.
10. E-Factor™. URL: <https://www.chromachecker.com/info/en/page/efactor>.
11. Занько Н. В., Писанчин Н. С., Шовгенюк М. В. Оцінка розтискування тріадних фарб на основі показника нелінійності. *Комп'ютерні технології друкарства*. 2008. № 20. С. 247–259.
12. Комп'ютерна програма для моделювання колірної тіла друкарських фарб / Семенів В. В., Шовгенюк М. В., Семенів М. Р., Ковальський Б. М. *Комп'ютерні технології друкарства*. 2013. № 30. С. 136–140.
13. Making fine prints in your digital darkroom Monitor calibration and gamma by Norman Koren. URL: <http://www.normankoren.com/makingfineprints1A.html>.
14. Ковальський Б. М., Семенів М. Р., Шовгенюк М. В. Комп'ютерна програма синтезу зображення на відбитку для нової інформаційної та традиційних технологій кольорового друку. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*. 2016. IV (10). Iss. 91. P. 72–78.

REFERENCES

1. Introducing the XCMYK Color Space. Retrieved from <https://connect.idealliance.org/HigherLogic/System/DownloadDocumentFile.ashx?DocumentFileKey=d03f553f-ace9-9418-0714-61d09e78d96b&forceDialog=0/> (in English).
2. Deshpande, K. XCMYK Gamut Analysis. Multi Packaging Solutions. Retrieved from <https://connect.idealliance.org/viewdocument/xcmky-gamut-analysis-multi-packag> (in English).
3. Baechle, T. Idealliance Develops XCMYK Color Space for Inkjet and Digital. Retrieved from <https://whattheythink.com/articles/95105-idealliance-develops-xcmky-color-space-inkjet-digital> (in English).
4. Hagen, E. XCMYK: regular CMYK gets a boost. INSIGHTS4PRINT. Retrieved from <https://www.insights4print.ceo/2017/12/xcmky-regular-cmyk-on-steroids> (in English).
5. Kraushaar, A. Concept for the colour management based data preparation and reproduction in the publishing industry. Retrieved from <https://fogra.org/en/research/prepress-technology/consolidating-standardization-10057> (in English).
6. eciCMYK (FOGRA53) – CMYK exchange color space. Retrieved from <http://www.eci.org/doku.php?id=en:colourstandards:workingcolorspaces> (in English).
7. Exchange color space eciCMYK v2 with improved gray axis 29. Retrieved from <https://pdf-aktuell.ch/pa/language/en/exchange-color-space-ecicmyk-v2-with-improved-gray-axis> (in English).
8. Hagen, E. XCMYK vs CMYK: here's your business case. Retrieved from <https://www.insights4print.ceo/2020/04/xcmky-vs-cmyk-heres-your-business-case> (in English).
9. Chromachecker. Retrieved from <https://chromachecker.com/login/en/tools> (in English).
10. E-Factor™. Retrieved from <https://www.chromachecker.com/info/en/page/efactor> (in English).
11. Zanko, N. V., Pysanchyn, N. S., & Shovheniuk, M. V. (2008). Otsinka roztyksuvannia triadnykh farb na osnovi pokaznyka neliniinosti: Komp'uterni tekhnolohii drukarstva, 20, 247–259 (in Ukrainian).
12. Semeniv, V. V., Shovheniuk, M. V., Semeniv, M. R., & Kovalskyi, B. M. (2013). Komp'uterna prohrama dlia modeliuvannia kolirnoho tila drukarskykh farb: Komp'uterni tekhnolohii drukarstva, 30, 136–140 (in Ukrainian).
13. Making fine prints in your digital darkroom Monitor calibration and gamma by Norman Koren. Retrieved from <http://www.normankoren.com/makingfineprints1A.html> (in English).
14. Kovalskyi, B. M., Semeniv, M. R., & Shovheniuk, M. V. (2016). Komp'uterna prohrama syntezu zobrazhennia na vidbytku dlia novoi informatsiinoi ta tradytsiinykh tekhnolohii kolorovoho druku: Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences, IV (10), 91, 72–78 (in Ukrainian).

doi: 10.32403/0554-4866-2021-2-82-52-61

USING XCMYK AND ECICMYK COLOR SPACES TO PREPARE IMAGES FOR PRINTING

M. R. Semeniv¹, V. V. Lapko², V. V. Semeniv¹

¹*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
krykm@ukr.net*

²*Dnipro University of Technology,
19, Dmytra Yavornytskoho Ave., Dnipro, 49005, Ukraine*

An analysis of XCMYK and eciCMYK spaces with an extended color gamut is performed. These color spaces are useful tools for creating and sharing print files. The general indicators of the gamut volume of the studied spaces are determined. The larger gamut corresponds to the eciCMYK space, but for this space there is a large difference between the colorimetric measurements and the optimized values obtained from the ICC-profile. Projections of color gamut on the chromatic plane of CIE Lab are constructed. eciCMYK is more than XCMYK in green, blue and purple shades. XCMYK color gamut, in turn, is larger than FOGRA51 (PSO Coated v3) and can reproduce a wider range of colors in green, yellow, and red.

The increase of the colorimetric tone value of CMYK inks for the studied spaces is determined. The tone value for XCMYK is increased by 1–3% due to the use of non-classical type of screening. According to the characteristic data of XCMYK 2017, the average value of the nonlinearity of the gradation scales of color inks is 1.67, black ink – 1.69. Compared to other characteristic data, the nonlinearity index for XCMYK space is higher.

When preparing the test image to print, the maximum value of the total area coverage of ink for XCMYK is 301–303%. The maximum total area coverage of ink for eciCMYK is 365–390%, which exceeds the tolerances for offset printing. Out of printing gamut pixels on the test image are counted. The largest number of such pixels is obtained for the space eciCMYK. Use eciCMYK space only for file sharing, as this conversion will not accurately reproduce colors in dark areas when printing. The use of the XCMYK 2017 profile in the preparation of images for printing will provide a stable and predictable process of reproducing an expanded color range.

Keywords: *color space, color gamut, ICC-profile, tone value increase, nonlinearity of gradation, rendering intent, color separation.*

Стаття надійшла до редакції 25.06.2021.

Received 25.06.2021.