

УДК 658.52.011.56

Н.С. ГУРЬЕВА, Н.Е. КУЛИШОВА

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Украина

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ЦВЕТОВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ В ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

В работе рассмотрен процесс воспроизведения текстовой и графической информации в полиграфической системе. В ходе исследования установлено, что существующие системы управления цветом, настроенные на решение широкого спектра задач, обеспечивают одинаковую точность воспроизведения цветов для различных типов оригиналов. Это приводит к существенным погрешностям при решении некоторых специфических задач полиграфического синтеза – воспроизведении фирменной символики либо реалистичных изображений с памятливыми цветами. В работе предложена информационная модель репродукционного процесса в рамках автоматизированной информационной системы полиграфического производства для реализации технологии целевого цветовоспроизведения с целью повышения качества и эффективности функционирования данной системы.

Ключевые слова: информационная модель, автоматизированные информационные системы управления полиграфическим предприятием, система управления цветом, модель потоков данных.

Введение

Одним из направлений развития полиграфической промышленности является интеграция дорецептурных, печатных и послепечатных технологий. При этом все стадии технологического процесса изготовления печатной продукции объединяются информационным потоком, необходимым для совместной работы оборудования полиграфического предприятия под управлением автоматизированной информационной системы управления полиграфическим предприятием (АИСПП).

АИСПП представляет собой модульный программно-аппаратный комплекс, состоящий из инструментов управления технологическим процессом, загрузкой оборудования, выполнением заказов на изготовление полиграфической продукции, а также преобразованием информации на всей технологической цепочке от издательских оригиналов до оттиска. Структура такой системы определяет взаимодействие основных функциональных модулей между собой. При этом накопление, хранение, передача и преобразование информации составляют отдельный класс задач организации технологического процесса, включающий снятие информации при помощи регистрирующих устройств, подключение к источникам информации, изучение информационных потоков, организацию хранения информации (баз данных и прочих способов), выбор и реализацию алгоритмов обработки информации и другие аспекты [1].

Ввиду стремительного развития систем автоматизации в полиграфии на сегодняшний день на ук-

раинском рынке полиграфических услуг представлено множество автоматизированных информационных систем управления полиграфическим предприятием как отечественного, так и зарубежного производства – PrintEffect, Prinect, Annex, АСУ «Типография».

Разные подходы к разработке систем автоматизации создают конкуренцию технологий, что благотворно сказывается на общем ходе развития рынка. Однако ни одна система – ни зарубежная, ни отечественная – не может претендовать на роль универсального решения [2, 3] в плане управления точностью воспроизведения цвета, поскольку развитая АИСПП должна предоставлять возможность подстройки параметров технологических процессов в ходе работы, а также включать средства управления, удовлетворяющие требованиям к изготовлению различных видов полиграфических изделий.

Постановка задачи исследования

В силу широкого развития и внедрения информационных технологий и средств вычислительной техники для преобразования информации в процессе изготовления печатных изданий, а также отсутствия унифицированного решения, обеспечивающего требуемое качество готовой продукции, разработка информационной модели процесса репродуцирования является актуальной и перспективной задачей.

Модель, учитывающая все особенности изготовления различных видов печатной продукции в полиграфической системе является основой построения модуля автоматизированной информаци-

онной системы, отвечающего за все преобразования графической информации, адаптированного под любую структуру и задачи полиграфического предприятия и позволяющего достичь заданного качества цветовоспроизведения.

Таким образом, необходимо исследовать те аспекты функционирования и управления полиграфическим предприятием, которые непосредственно связаны с репродуцированием цвета. Для этого среди множества модулей АИСПП необходимо выделить основные звенья, влияющие на качество готовой печатной продукции и разработать информационные технологии, позволяющие повысить точность воспроизведения цветов оригинала.

Целью работы является исследование процесса репродуцирования в полиграфической системе, выделение функциональных задач, подлежащих усовершенствованию для достижения требуемой точности цветовоспроизведения, а также разработка информационной модели процесса цветовоспроизведения в рамках автоматизированной информационной системы управления полиграфическим предприятием.

Сквозная автоматизация полиграфического производства

Современный этап развития полиграфии характеризуется переходом от решения изолированных проблем управления преобразованием информации и контроля качества при изготовлении полиграфической продукции к системному рассмотрению всей совокупности технологических, технических проблем.

Все функциональные уровни типографии объединяются в единую систему на базе следующих положений: иерархическое строение управления;

модульно-функциональный вид с максимально возможной стандартизацией как модулей, так и связей между ними; единое информационное обеспечение по иерархическим уровням и по отдельным производственным функциям; возможность прямой компьютерной связи с любым этапом технологического процесса.

При этом производственная деятельность по обеспечению заданного уровня качества репродуцирования оригиналов рассматривается как совокупность процессов, образующих некоторую схему, причем выходы одних процессов являются входами других (рис. 1).

Рассматривая всю технологическую цепочку преобразования информации от этапа ввода в компьютерную издательскую систему (КИС) до получения готового оттиска можно выделить единый набор задач, который включает комплексы функциональных задач автоматизированных рабочих мест (АРМов) специалиста по вводу и обработке информации в КИС, цветокорректора-верстальщика, препресс-инженера, технолога и оператора печатного цеха (рис. 2).

Среди этих задач следует особо выделить комплекс функциональных задач, связанных с вводом, подготовкой для печати и выводом графической и текстовой информации в АИСПП и согласованием работы всех цветовоспроизводящих устройств.

Для решения данных задач задействуются системы управления цветом, отвечающие за точность воспроизведения цветов оттиска и, соответственно, за качество печатной продукции. В условиях жесткой конкуренции полиграфических предприятий качество готовой продукции является определяющим фактором для выбора заказчиком того или иного предприятия для печати тиража.



Рис. 1. Функциональная модель IDEF0 процесса изготовления печатной продукции, где представлены логические отношения между работами

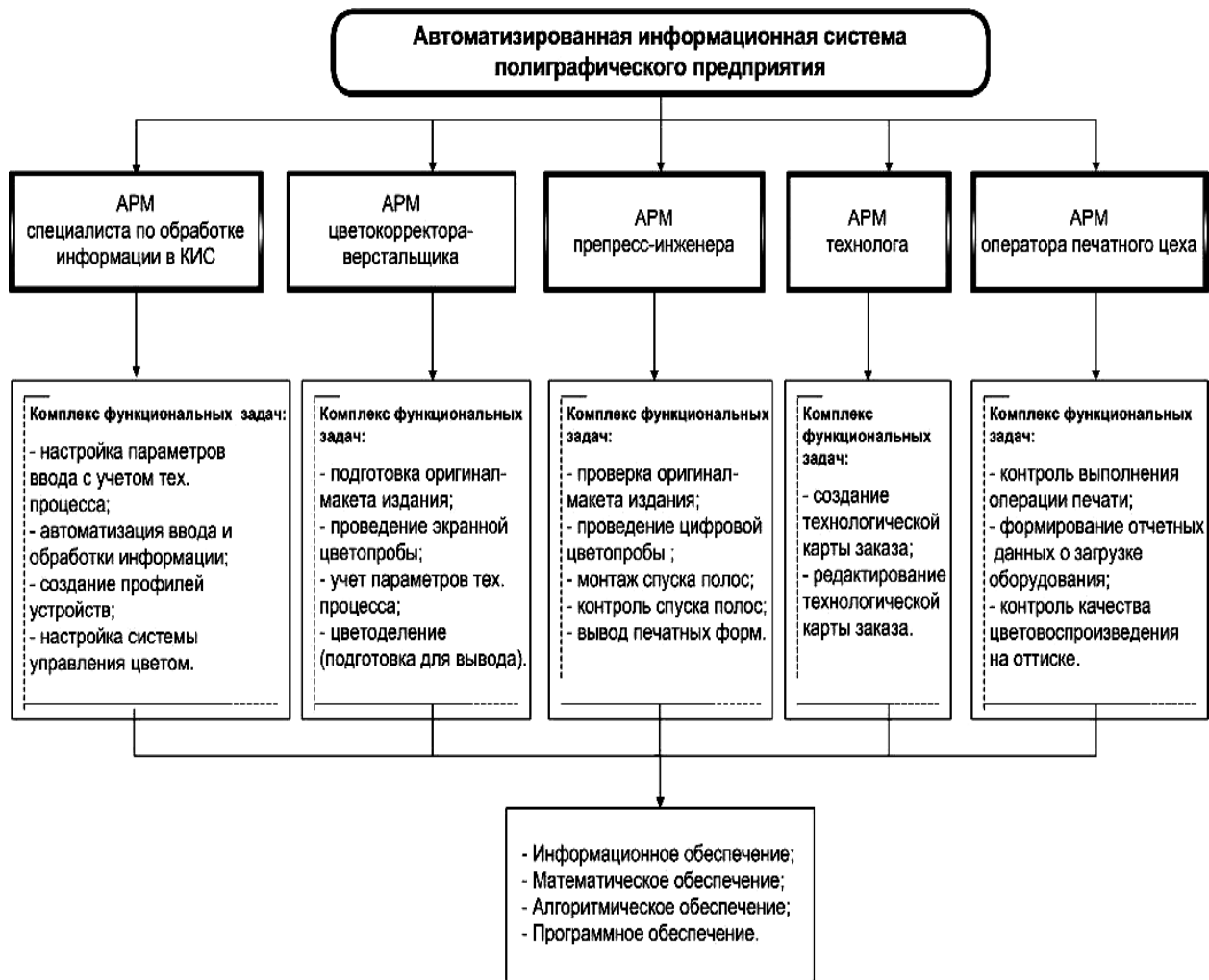


Рис. 2. Структурная схема АИСПП производственных отделов

Существующие системы управления цветом главным образом настроены на обеспечение совместности разнородных цветовоспроизводящих устройств в широких пределах точности воспроизведения всех цветов оригинала. Это может приводить к заметным погрешностям в случае воспроизведения фирменной символики, либо реалистичных изображений с памятливыми цветами, где требуется различная точность воспроизведения цветов внутри цветового охвата. Таким образом, необходимо модифицировать процесс цветовоспроизведения, а именно модуль управления цветом, для реализации технологии целевого цветовоспроизведения.

Задача управления цветом в рамках автоматизированной информационной системы

Согласно стандарту ICC [4], все модули управления цветом содержат четыре основных составляющих:

- пространство связи профилей, позволяющее описать данные о цвете в показателях, которые не

относятся к какому-либо специфическому устройству. Данные о цвете кодируются в аппаратно-независимых координатах пространства *Lab*, при этом в процессе преобразования цветовой информации от устройства-источника к целевому устройству в КИС данное пространство используется как промежуточное;

- профили – файлы с описанием цветовоспроизводящих характеристик устройств;

- программное обеспечение, которое реализует алгоритм преобразования исходных цветовых координат в пространство *Lab*, а также из него в любые целевые пространства;

- цели цветопередачи – различные способы интерпретации цветов, находящихся вне цветовой гаммы, т.е. тех цветов, которые присутствуют в исходном цветовом пространстве, но не могут быть физически воспроизведены устройством вывода.

К **функциональным задачам** модуля управления цветом можно отнести [5, 6]: обеспечение однозначной интерпретации цветовых данных при их передаче между различными цветовыми пространствами и устройствами; преобразование цвето-

вых характеристик изображений, необходимое в процессе подготовки графической информации к печати для получения требуемого качества цветовоспроизведения; минимизация потерь цветовой информации, возникающих за счет различий в цветовых охватах устройств, участвующих в процессе репродуцирования.

Решение этих задач реализуется с помощью концепции аппаратно-независимого цветовоспроизведения. Принцип работы системы управления цветом (рис. 3) состоит в следующем [5, 6]: используя данные о цвете, полученные с помощью профилей устройств, программный модуль преобразует цвета из цветового пространства устройства ввода в аппаратно-независимое пространство (*Lab*), а затем моделирует эти же цвета в цветовом пространстве устройства вывода или отображения с учетом цели цветопередачи. Количество таких преобразований неограниченно. При этом способ преобразования информации между цветовыми пространствами позволяет регулировать репродукционный процесс на данном этапе, что определяет точность воспроизведения цветов оригинала.

Потоки данных в репродукционной системе и построение информационной модели процесса цветовоспроизведения

Для организации информационного обмена между различными частями полиграфической системы и совместной работы всех цветовоспроизводящих устройств необходимо разработать информационную модель данной системы. Процесс разработки информационной модели состоит в получении системной модели объекта моделирования, а также модели потоков данных. Это позволит проанализировать и обобщить информацию о различных параметрах репродукционного процесса и выявить те из них, изменяя которые возможно достичь требуемого качества воспроизведения цветовой информации.

Необходимым условием корректной работы цветовоспроизводящей системы является стабильность технологических параметров данной системы, к которым относятся: постоянство характеристик краскопереноса на запечатываемую поверхность; постоянство спектрального коэффициента отражения запечатываемой поверхности; постоянство колориметрических характеристик используемых колорантов; постоянство физических свойств используемых колорантов, в том числе реологических свойств; постоянство механических характеристик печатных машин; постоянство механических и ряда физических свойств полимеров, а также постоянство процессов их экспонирования и химической обработки, соответствие этих процессов рекомендациям их производителей; постоянство спектрального распределения энергии света и уровня освещенности на всех просмотровых местах предприятия; соответствие помещения отдела допечатной подготовки предприятия стандарту ISO 3664:2000; постоянство климатических условий в помещениях предприятия; постоянство технологических условий послепечатной обработки продукции предприятия; соответствие условий хранения запечатываемых материалов, красок, различных технологических жидкостей и полимеров требованиям их производителей. Перечисленные параметры характеризуют как сам технологический процесс, так и цветовоспроизводящие устройства, работа которых описывается с помощью ICC профилей.

Схема процесса построения профилей цветовоспроизводящих устройств, а также последовательность преобразований цветовой информации оригинала в репродукционной системе на основе построенных профилей представлены на диаграмме потоков данных (рис. 4).

Формально процесс цветовоспроизведения может быть описан системной моделью, включающей структурно-параметрическое и функциональное описания, а также цель репродукционного процесса:

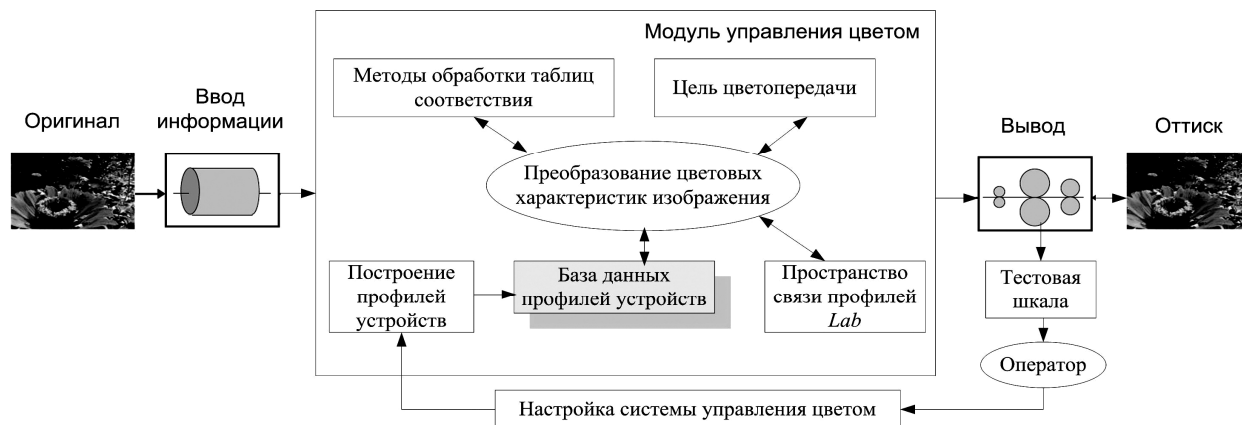


Рис. 3. Структура модуля управления цветом

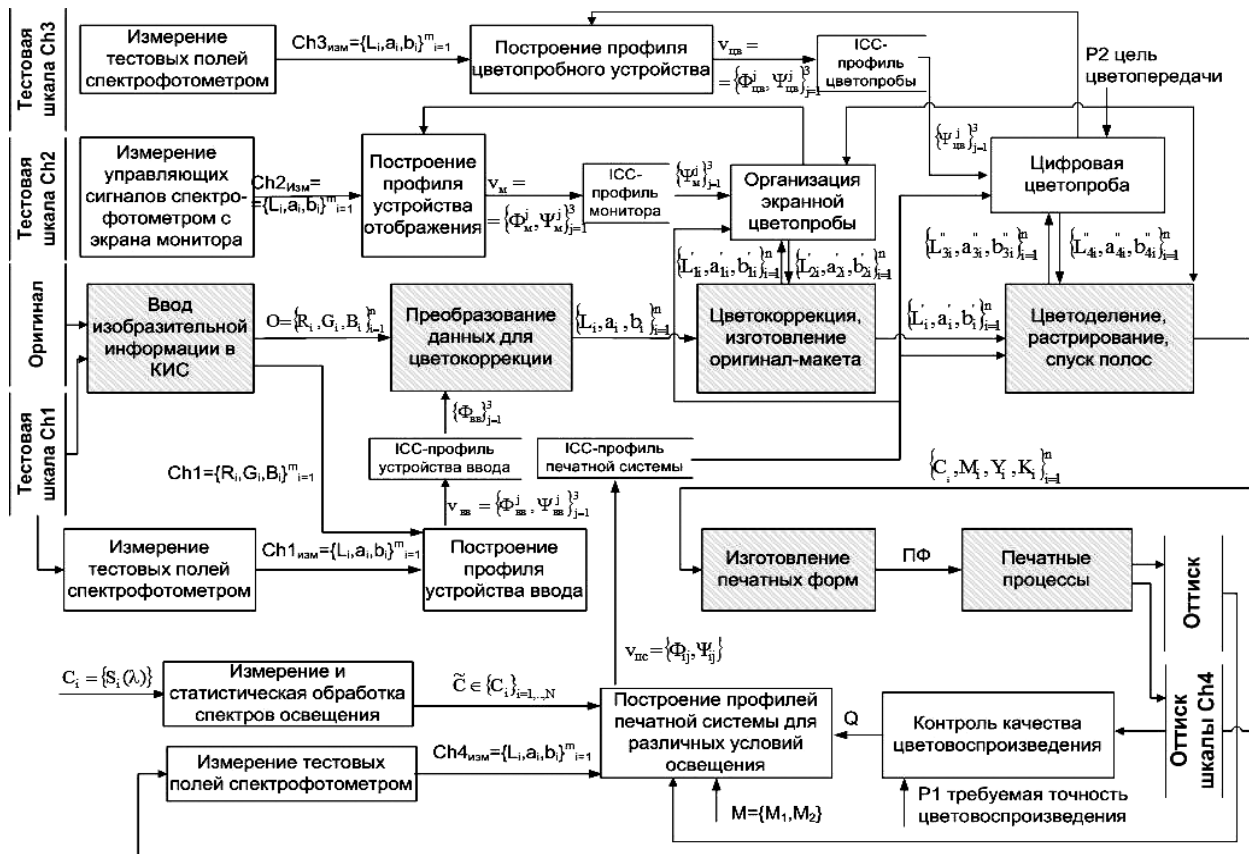


Рис. 4. Диаграмма потоков данных в репродукционной системе

$$S = \langle X, O, v, \varepsilon, U, C, M, F, Q \rangle$$

$$\begin{cases} X = F(O, v, U, C, M), & X = \{L_i, a_i, b_i\}_{i=1, \dots, m} \\ O = \{R_i, G_i, B_i\}_{i=1, \dots, n} \\ v = \{v_j\}_{j=1, \dots, k}, & v_j = \{\Phi_i^j, \Psi_i^j\}_{i=1, \dots, 3} \\ M = (M_1, M_2), & M_1 = \{\hat{X}_{т.б.}, \hat{Y}_{т.б.}, \hat{Z}_{т.б.}\}, M_2 = \{\beta(\lambda_i)\}_{i=1}^N \\ C = (\bar{C}, \bar{C}), & \text{где} \\ \bar{C} = (\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)), & \bar{C} = \{C_j\}_{j=1}^N, C_j = \{S_i(\lambda)\}_{i=1}^{34} \\ Q = P(X, X^*) \rightarrow \min, & \end{cases}$$

где X – набор цветowych координат элементов изображения на оттиске; O – набор цветowych координат пикселей изображения оригинала; v – набор профилей устройств для реализации приоритетного цветовоспроизведения, определяемый набором отображений Φ_i^j и Ψ_i^j ; Φ_i^j – набор отображений для i-й цели цветопередачи, осуществляющих преобразование из цветового пространства j-го устройства в аппаратно-независимое; Ψ_i^j – набор отображений для обратного преобразования; ε – погрешности согласования охватов; U – параметры управления – операторы градиционных преобразований, цветокоррекции; C – условия просмотра конечного поли-

графического продукта $C = (\bar{C}, \bar{C})$, где \bar{C} – условия освещения, определяемые спектральным составом i-го источника излучения $C_i = \{S_i(\lambda)\}$, где S_i – спектр фактического источника излучения в видимом диапазоне длин волн 380...720 нм: $\lambda = \{380 + j \cdot \Delta\lambda\}_{j=0, \dots, 33}$, $\Delta\lambda$ определяется шагом измерения прибора и равно 10 нм; $\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)$ – функции сложения, определяющие отклики фоторецепторов стандартного наблюдателя; M – характеристики краски и бумаги $M = (M_1, M_2)$, где M_1 – цветowe координаты точки белого носителя; M_2 – спектры отражения; F – функция, описывающая технологический процесс; Q – оценка качества цветовоспроизведения.

Целью репродукционного процесса является получение прогнозируемых цветов на оттиске путем решения задачи

$$P(X, X^*) \rightarrow \min, \quad X$$

где P – цветowe различие, которое определяется метрикой ΔE в аппаратно-независимом пространстве Lab, X^* – желаемые значения Lab координат оттиска для заданного типа освещения.

В условиях производства при нормализованных параметрах технологического процесса точность

воспроизведения цвета в основном зависит от методов преобразования цветовой информации в компьютерной издательской системе. Данная информационная модель позволяет обобщить информацию о различных параметрах репродукционного процесса и разработать методы для обеспечения преобразования цветовой информации с требуемой точностью.

Заключение

В процессе исследования автоматизированной информационной системы управления полиграфическим предприятием определен комплекс функциональных задач следующих АРМов: специалиста по вводу и обработке информации в КИС, цветокорректора-верстальщика, препресс-инженера, технолога и оператора печатного цеха. Рассмотрен процесс воспроизведения цветовой информации в рамках данных АРМов и предложена информационная модель репродукционного процесса, которая позволяет реализовать технологию приоритетного цветовоспроизведения и повысить качество функционирования цветовоспроизводящей системы.

Литература

1. Кондрашев В.К. Управление полиграфическим предприятием на основе информационных систем / В.К. Кондрашев, О.И. Музатов, Г.Н. Степанов. – М.: МГУП, 2005. – 164 с.
2. Шишмарев В.Ю. Автоматизация технологических процессов / В.Ю. Шишмарев. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 352 с.
3. Завгородний Н. Автоматизация управления в производстве / Н. Завгородний // Полиграфия. – 2005. – Вып. 5. – С. 18-20.
4. ICC.1:2004-10. Profile version 4.2.0.0. Image technology color management – Architecture, profile format, and data structure / Specification ICC, 2004. – 64 p.
5. Fairchild Mark D. Color Appearance Models / Mark D. Fairchild. – Addison Wesley Longman, 1998. – 368 p.
6. Sharma G. The Digital Color Imaging Handbook / G. Sharma. – New York: CRC Press, 2003. – 764 p.

Поступила в редакцию 20.11.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф., проф. каф. информационных управляющих систем В.П. Авраменко, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСА КОЛЬОРОВІДТВОРЕННЯ В ПОЛІГРАФІЧНИХ СИСТЕМАХ

Н.С. Гур'єва, Н.Є. Кулішова

У роботі розглянуто процес відтворення текстової і графічної інформації в поліграфічній системі. В ході дослідження встановлено, що існуючі системи управління кольором, налаштовані на вирішення широкого спектру завдань, забезпечують однакову точність відтворення кольорів для різних типів оригіналів. Це призводить до істотних погрешностей у вирішенні деяких специфічних завдань поліграфічного синтезу – відтворенні фірмової символіки, або реалістичних зображень з пам'ятними кольорами. У роботі запропонована інформаційна модель репродукційного процесу в рамках автоматизованої інформаційної системи поліграфічного виробництва для реалізації технології цільового кольоровідтворення з метою підвищення якості і ефективності функціонування даної системи.

Ключові слова: інформаційна модель, автоматизовані інформаційні системи управління поліграфічним підприємством, система управління кольором, модель потоків даних.

INFORMATION MODEL OF COLOR REPRODUCTION DURING THE PREPRESS, PRESS AND POSTPRESS

N.S. Gurieva, N.E. Kulishova

It was considered the reproduction process of text and graphic information in the printing system. During the investigation there was found that existing color management systems provide the same accuracy of colors reproduction for the different types of originals. This causes mistakes in solving of some specific tasks of printing synthesis – reproduction of brand colors, or realistic images with memorable colors. It was proposed the information model of reproduction process within the frame of management information system of printery for realization of technology of directed color reproduction for the purpose of the system functioning improvement.

Key words: information model, management information system of printery, color management system, data flow diagrams.

Гур'єва Наталія Сергеевна – аспірант кафедри інженерної і комп'ютерної графіки, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина, e-mail: Natali.Guryeva@gmail.com.

Кулішова Нонна Евгеньевна – канд. техн. наук, доц., с.н.с., доц. кафедри інженерної і комп'ютерної графіки, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина.