УДК 623.765:681.513.6

О.Ю. Горобець

Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, Київ

МЕТОД КОЛЬОРОВОГО КОДУВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ В ПЕРСПЕКТИВНИХ АСУ

В даній статті розглянуті питання пов'язані з розробкою алфавіту кольорового кодування складових елементів інформаційної моделі автоматизованої системи управління. Розглянуті існуючі методи та моделі представлення кольору, проаналізовані їх переваги та недоліки. Проведено обґрунтування вибору кольорової моделі, яка взята за основу при розробці методу кольорового кодування. В основу метода покладені припущення про необхідні яркісний та кольоровий контрасти елементів, що поєднані в складі інформаційної моделі, а також їх відповідність діяльності оператора та вирішуваним ним задач.

Ключові слова: *оператор, інформаційна модель, інформаційні елементи, колір.*

Вступ

Перебуваючи на робочому місці оператор автоматизованої системи управління (АСУ) виконує важку кропітку працю. Головною особливістю його роботи є постійна взаємодія з інформаційною моделлю, в якій представлена інформація про об'єкт управління та хід процесу управління. Від того на скільки вдало розроблена структура засобів відображення інформації, та проведено розподіл інформаційних елементів між ними можна говорити наскільки вдало побудована інформаційна модель (ІМ) в цілому. В багатьох роботах по розробці ІМ загальна увага приділена структурі засобів відображення та вибору (формуванню) алфавіту кодування інформаційних елементів [1 – 3]. Роботи по вибору кольорового кодування інформації обмежувалися оцінкою контрастності та кольорової яскравості інформаційних елементів. З розвитком технічних можливостей засобів відображення інформації гостро постали питання кольорового кодування інформаційних елементів [4 − 7], кількість яких перевищує десятки одиниць. Доказано, що колір впливає як на сприйняття інформації оператором, так і на його психологічний стан – ці особливості необхідно враховувати при розробці ІМ в перспективних АСУ [6].

В умовах повсякденного життя без особливого збитку людина задовольняється спрощеними поданнями про природу кольорів, не звертається увага на те, що кольори - це відбите світло. Не звертається увага на те, що зміна освітлення змінює і кольори предметів. Тільки завдяки відносній стабільності кольорів навколишнього освітлення вдається досить вдало підбирати й погоджувати кольори між собою в різних життєвих умовах. У комп'ютерній графіці, де й сам монітор, і зображення на його екрані, є джерелами світла, колишній досвід і представлення людини про кольори непридатні. Комп'ютер розрізняє тільки формальне подання кольору, тому розробнику програмного забезпечення насамперед потрібно зрозуміти, що при формуванні ІМ необхідно враховувати такі фактори як: призначення ІМ, склад та характер задач, вирішуваних оператором, напруженість роботи, природа світла, оточуюче світло, та встановлені вимоги до відображення інформації. Виходячи з того, що кольори при розробці ІМ можна математично описати як співвідношення базових компонентів, необхідно визначити як базову модель формування кольору інформаційного елементу (ІЕ), так і визначити метод вибору кольору для кодування цих елементів.

Мета статті – представлення результатів розробки методу формування алфавіту кольорового кодування ІЕ при розробці ІМ у перспективних автоматизованих системах управління.

Основна частина

Для розробки методу формування кольорової гами ІЕ для ІМ в перспективних АСУ необхідно визначитися з термінами, які використовуються в теорії кольору. ***Колірний тон (hue)***: цей термін описує головну характеристику кольору, що відрізняє червоні кольори від жовтого й синього [7]. ***Хроматичність (chromaticity)***: високохроматичні кольори містять максимум власного кольорів з мінімальними або нульовими домішками білого, чорного або сірого. Іншими словами, ступінь відсутності домішок інших кольорів у конкретному кольорі характеризує його ароматичність [6]. ***Яскравість (value)*** залежить від кількості світла, випромінюваного кольорами. Чим більше в кольорі світла, тим він яскравіше. Таким чином, пурпурний - менш яскравий, ніж небесно-голубий, тому що випромінює менше світла [7]. ***Контраст*** − це міра індукції. Розрізняють наступні види контрасту: по яскравості, по насиченості й по колірному тону [6]. ***Яскравісний контраст*** – відношення різниці яскравості плям до більшої яскравості. ***Насиченість (saturation)*** − також називають "інтенсивністю" (intensity) кольору, що описує силу

© О.Ю. Горобець

кольору щодо його яскравості (value). Іншими словами насиченість кольору позначає його відмінність від сірого при певній яскравості освітлення [6].

Розрізняють такі кольорові тони [7]: - теплі кольори; холодні кольори; темні кольори; яскраві або насичені кольори; тьмяні кольори. Параметри кольорів можуть бути виражені за допомогою декількох колірних моделей. Розглянемо основні з них.

Модель RGB. При кольоровому сприйнятті людським оком безпосередньо сприймаються три кольори — червоний, зелений, синій. Інші кольори утворяться при змішуванні цих трьох основних [1]. Саме на даних кольорах заснована колірна модель RGB (по перших буквах англійських назв базових кольорів цієї моделі - Red (червоний), Green (зелений), Blue (синій)). RGB — трьохканальна колірна модель. Ця модель представляється у вигляді тривимірної системи координат. Кожна координата відбиває внесок кожної складової в результуючі кольори в діапазоні від нуля до максимального значення. Усередині отриманого куба й «перебувають» всі кольори, утворюючи колірний простір [1].

Модель CMYK. CMYK − чотирьохканальна колірна модель. C - Cyan (голубий), M - Magenta (пурпурний), Y - Yellow (жовтий), K - Black (чорний). У кольори моделі CMYK пофарбоване все, що не світиться власним світлом. Пофарбовані несвітлові об'єкти поглинають частини спектра білого світла, що їх засвічує. Залежно від того, у якій області спектра відбувається поглинання, об'єкти пофарбовані в різні кольори. Кольори, які самі не випромінюють, а використовують біле світло, віднімаючи з нього певні кольори називаються субтрактивними («віднімаючими») [1]. При змішаннях двох субтрактивних складових результуючі кольори затемнюється (поглинають більше світла).

Модель L*a*b. L*a*b − трьох канальна колірна модель. Вона була створена з метою подолання істотних недоліків моделей RGB, CMYK, HSB, зокрема, вона покликана стати апаратно-незалежною моделлю й визначати кольори без огляду на особливості пристрою (монітора, принтера, друкованого верстата й т.і.). Будь-які кольори даної моделі визначаються світлотою (L) та двома хроматичними компонентами: параметром **a**, що змінюється в діапазоні від зеленого до червоного, і параметром **b**, що змінюється в діапазоні від синього до жовтого [7].

Як видно з приведеної вище інформації про моделі представлення кольорів, існує досить значне різноманіття обробки та представлення кольору. Переважна більшість інформації, яка необхідна оператору, відображається на екрані монітора і лише невелика частина – за допомогою друку або відображення через мультимедійні проектори.

Екран монітору (як і всяке інше не випромінююче світло тіло) – темний. Його вихідним кольором є чорний. Всі інші кольори на ньому утворюються шляхом використання комбінації трьох кольорів, які у своїй суміші повинні утворити білі кольори. Дослідним шляхом була виведена комбінація "червоний, зелений, синій" - RGB - red/green/blue. Чорний колір в схемі відсутній, тому що він є природнім кольором екрану монітора [3].

Звідси слідує висновок, що при розробці методу кольорового кодування елементів ІМ доцільним буде використовувати модель RGB та її властивості для подальшого аналізу та вибору кольорів.

Як було приведено вище, колір має досить велику кількість параметрів, які в тій чи іншій мірі впливають на сприйняття людиною інформації, але в даній роботі розглядаються питання саме взаємодії оператора із кольоровою моделлю та її вплив на сприйняття ним інформації. Отже с поміж всіх існуючих параметрів кольору необхідно відібрати лише найважливіші. Це будуть: складові кольору (R – кількість червоного кольору; G – кількість зеленого кольору; B – кількість синього кольору); яскравість кольору; кольоровий контраст; яскравісний контраст. Для обрахування параметрів кольору використаємо такі співвідношення.

Яскравість розраховується як [7].

$$\text{Ярк} = 0{,}59 \cdot \text{R} + 0{,}3 \cdot \text{G} + 0{,}11 \cdot \text{B}, \qquad (1)$$

де R – вміст червоного кольору; G – вміст зеленого кольору; B – вміст синього кольору;

Кольоровий контраст – це відстань між точками кольорового куба у просторі, а отже[7]:

$$\text{d} = \sqrt{(\text{x}_1 - \text{x}_2) + (\text{y}_1 - \text{y}_2) + (\text{z}_1 - \text{z}_2)}, \qquad (2)$$

де x_1, y_1, z_1 – RGB складові обраної та точки, що аналізується, а x_2, y_2, z_2 – RGB складові фону, на тлі якого знаходиться ця точка.

Яскравісний контраст буде визначатися як модуль різниць яскравостей фону та точки, яка аналізується [1]:

$$\text{K} = \left| \left(\text{Я}_\text{ф} - \text{Я}_\text{о} \right) / 255 \right|, \qquad (3)$$

де $\text{Я}_\text{ф}$, $\text{Я}_\text{о}$ – яскравості фону та аналізуємої точки.

Дії для визначення основних параметрів кольорів надані на рис. 1.

Рис. 1. Послідовність дій для визначення основних параметрів кольорів

Виходячи із визначеного алгоритму та визначених співвідношень отримаємо певні характерис-

тики кольорового вирішення ІМ, що аналізується (рис. 2). В результаті розрахунку основних параметрів використаних кольорів в існуючій інформаційній моделі АСУ були виявлені такі недоліки.

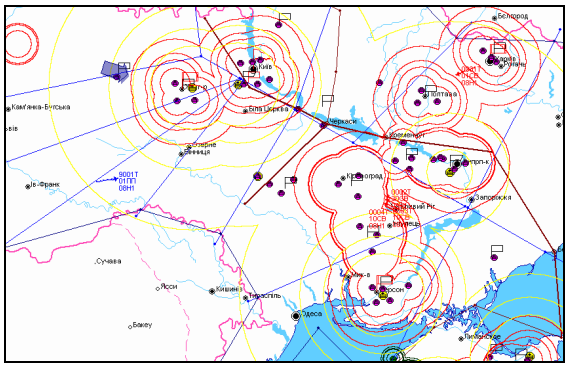

Рис. 2 Аналізуєма інформаційна модель

Колір фону карти України й інших держав однаковий. Це вимагає відображення ще й таких ІЕ, як державний кордон. Кордони держав відображаються кольором RGB (255, 85, 170), при цьому колірний контраст державного кордону й фону карти становить 0,34, а яркісний контраст 0,30. Такий контраст між кольорами фону й об'єкта відноситься до слабкого контрасту й не може вважатися задовільним.

Вихід зі цієї ситуації може бути наступний. Можливо змінити яскравість відображення державного кордону, або відображати територію України обраними базовим кольором фону, а території інших держав кольорами, що відрізняються від базового на 10-15%.

При цьому колірний контраст в 8%, буде незначним, але дозволить однозначно розрізняти між собою території держав за рахунок великих площ, які відображуються цими кольорами.

У таких умовах державний кордон може бути представлений різницею між кольорами територій.

Розглянемо такий інформаційний елемент як зони розмежування. При цьому відзначимо, що RGB даного елемента (128, 0, 0). При ближчому розгляді даний елемент сприймається як чорний (0, 0, 0). Дана особливість подання інформації суперечить досвіду діяльності оператора. У цьому випадку колірний контраст становить 0,28, а яркісний контраст 0,05. Колірний контраст такого рівня розрізняється оператором, як різні кольори, і дозволяє інтерпретувати ці лінії як різні ІЕ. Об'єднання їх у рамках одного ІЕ вимагає знань і витрат зусиль операторів, що підвищує інформаційне навантаження на них.

Найпростішим способом рішення даного завдання було б відображення даного ІЕ одним кольором, наприклад (0, 0, 255). Але дане рішення не є розумним, тому що за допомогою таких же кольорів відображаються інші ІЕ. При цьому в інформаційній моделі даний ІЕ відображається лініями різної товщини (3 пкс і 2 пкс). Невелика, на перший погляд, різниця в числових значеннях товщини ліній на практиці приводить до утворення двох різних інформаційних елементів. Дані елементи сприймаються окремо й вимагають певних зусиль по декодуванню даної інформації й погоджуванні її в єдиний ІЕ.

У такий спосіб при відображенні даного елемента реалізовано з використанням трьох елементів алфавіту кодування: колір, товщина ліній, тип лінії. При цьому дані елементи алфавіту не погоджені між собою й можуть знижувати оперативність їхнього сприйняття оператором.

Для рішення протиріччя відображення даного ІЕ можна запропонувати наступний підхід.

На картах границі розмежування позначаються коричнево-жовтогарячими кольорами (249, 157, 56). Застосуємо дані кольори й для подання інформації про зони відповідальності, при цьому відобразимо лінії однієї товщини.

Розглянута ІМ має ще ряд подібних недоліків, пов'язаних з відсутністю погодження кольорового кодування ІЕ.

Отже, таких недоліків досить багато, зокрема: співпадіння кольорів, дуже низька яркісна та кольорова контрастність, кольори територій інших держав не відбивають інформаційне навантаження покладене на них. Тобто, постає задача вирішення даних проблем. Отже, необхідно розробити метод, який дозволить проаналізувати та віднайти кольорову гаму інформаційної моделі, і, як підсумок, отримати кольорове кодування будь-якого інформаційного елементу в даній моделі.

Структура методу у вигляді послідовності дій для пошуку оптимального кольорового кодування елементів інформацій моделі представлена на рис. 3.

Сутність запропонованого методу полягає у дослідженні існуючої інформаційної моделі, виявлення в ній недоліків та неузгоджень і, відповідно, усунення цих недоліків. За базові показники взято такі характеристики кольору як: колір, яркість, яркісний контраст та кольоровий контраст. Для кожного з ІЕ спочатку перевіряється узгодженість з фоном, тобто основною частиною ІМ, а потім узгодженість між собою. Шляхом виконання декількох послідовних ітерацій по узгодження ІЕ, отримується оптимальне кольорове кодування елементів ІМ. Звісно, отримані дані є лише варіантом кольорового кодування, яке може бути покладене в основу при розробці ІМ.

Висновки

Через особливості роботи оператора з інформаційною моделлю, кольорове вирішення ІМ має велике значення. А отже, якщо бажано мати адекватне сприйняття оператором будь-якої інформації, то необхідно розробляти інформаційні моделі згідно з ергономічними вимогами.

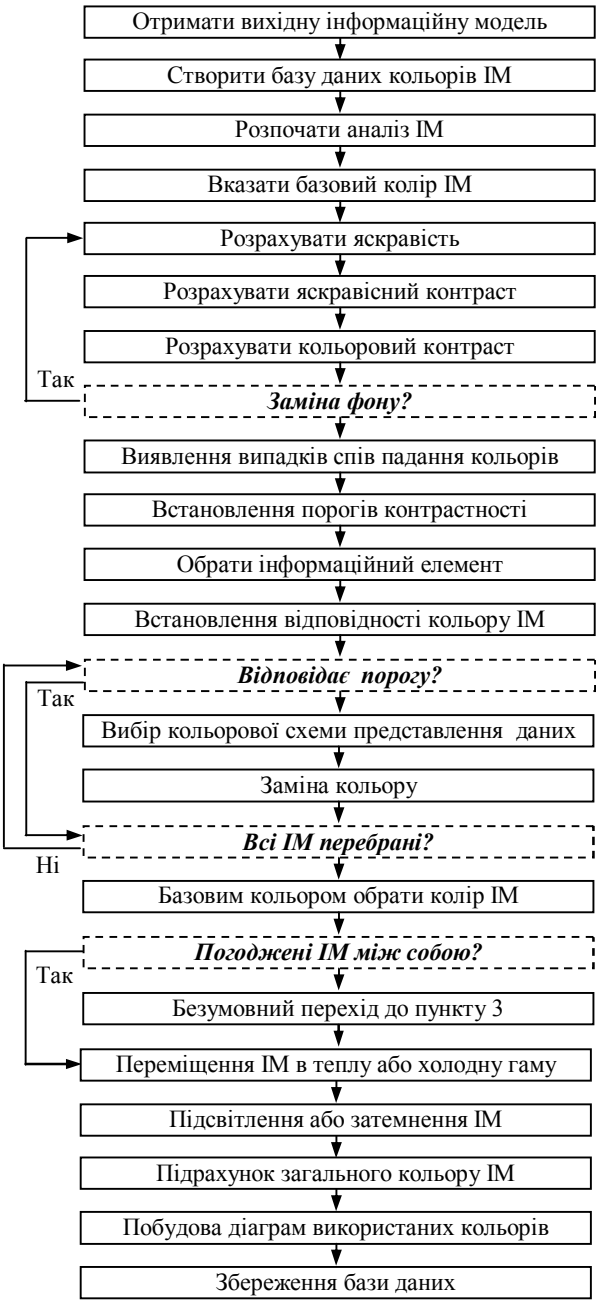

Рис. 3. Структура розробленого методу

В роботі були розглянуті основні моделі представлення кольорів, їх принципи та загальна характеристика.

За ознаками можливості формалізованої роботи з кольоровою моделлю, та ступенем розповсюдженості за основу було взято модель кольору RGB. Використавши дану кольорову модель були розраховані основні параметри кольору.

Отримана інформація дала змогу проаналізувати недоліки існуючої ІМ. Застосувавши запропонований метод відшукання кольорового кодування ІЕ були віднайдені альтернативні кольори кодування ІЕ. Виконання всіх кроків запропонованого методу дозволить отримати оптимальне співвідношення кольорів у формаційній моделі.

Список літератури

1. Пономаренко Е. Алгоритмы и способы цветовоспроизведения / Е. Пономаренко, А.В. Тайц. – К: Инвира, 1997. − 249 с.

2. Симонович С. Специальная информатика: Учебное пособие / С. Симонович, Г. Евсеев, А. Алексеев. – М. : АСТ-ПРЕСС: Инфорком-Пресс, 1998. − 473 с.

3. Руководство по эргономическому обеспечению разработки и эксплуатации вооружения и военной техники войск ПВО страны. В/ч 03444, 1979. – 378 с.

4. Обоснование структуры информационной модели АРМ оператора АСУ специального назначения / М.А. Павленко, А.В. Александров, П.Г. Бердник, А.В. Першин // Проблеми информатики и моделирования. Матеріали п'ятої міжн. НТК. – Х.: НТУ ХПІ, 2005. – С. 32.

5. Математичне і програмне забезпечення автоматизованих систем управління: Навч. пос. / Ю.В. Глєбов, Б.І. Нізієнко, С.А. Войтович. − Х.: ХВУ, 2003. − 264 с.

6. Фрилинг Г. Человек – цвет – пространство: Прикладная цветопсихология / Г. Фрилинг, К. Аур. −М: Наука, 1978. − 176 с.

7. Шахрова М.М. Цветная фотография / М.М. Шахрова. – К.: Выща школа, 1995. – 231 с.

Надійшла до редколегії 30.08.2015

Рецензент*:* д-р техн. наук доц. М.А. Павленко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

МЕТОД ЦВЕТНОГО КОДИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ В ПЕРСПЕКТИВНЫХ АСУ

А.Ю. Горобец

В данной статье рассмотрены вопросы связаны с разработкой алфавита цветового кодирования составных элементов информационной модели автоматизированной системы управления. Рассмотрены существующие методы и модели представления цвета, проанализированы их преимущества и недостатки. Проведено обоснования выбора цветовой модели, которая взята за основу при разработке метода цветового кодирования. В основу метода положенные предположения о необходимых яркостных и цветовых контрастов элементов, объединенных в составе информационной модели, а также их соответствие деятельности оператора и решаемым им задач.

Ключевые слова: *оператор, информационная модель, информационные элементы, цвет.*

COLOR CODING METHOD OF INFORMATION MODEL ELEMENTS IN PERSPECTIVE ACS

A.Yu. Gorobec

This article discusses questions related to the development of the alphabet color coding of components information model of the automated control system. The existing methods and models to represent color, analyzed their advantages and disadvantages. A study selection CEE tum model, which is taken as the basis for developing a method of color-coding. The method is based on the assumption put the necessary brightness and color contrasts elements combined as part of information-term model, as well as their compliance with the operator's activities and of its objectives.

Keywords: *statement, information model, information elements, color.*