

УДК 629.735.05(045)

Л.М. Ситнянських, асист.
О.Г. Ситник, к.т.н., доц.**МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ КОЛІРНОГО СПРИЙНЯТТЯ ЗОБРАЖЕНЬ
З УРАХУВАННЯМ ІНЖЕНЕРНО-ПСИХОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ**

Розглянуто вплив показників кольорового сприйняття зображень на функціонування складних систем авіоніки для оцінювання польотної інформації та особливості критеріїв їх використання, а також їх вплив на якість функціонування, що потребує роз'яснення багатьох теоретичних моментів. Проявлення показників кольорового сприйняття зображень для оптимального функціонування обладнання повітряних суден та особливості критеріїв їх оцінювання обумовлюються неможливістю вирішення проблем розроблення, проектування, експлуатації, обслуговування або ремонту програмно-апаратними засобами оброблення зображень у межах CALS-технологій без допомоги розробленої теорії візуалізації та використання сучасних досліджень.

Handling a problems of influence of color sensing factors to a functionality of complicated systems of avionics and estimation test specialty as also their impact on quality of functionality is requiring of explanation of number of theoretical aspects. Ostent of color sensing markers on functionality of complicated systems of avionics and estimation test specialty are caused by impossibility of the decision of the problems of an optimality of processes of development, designing, operation, servicing or repair with help of firmware for image processing in dimension of CALS-technologies and without the benefit of developed theory of visualization of modern research.

інженерно-психологічний фактор, колірне сприйняття зображень, обладнання повітряних суден, система авіоніки, теорія візуалізації

Вступ

Вирішення проблеми створення сучасного сприйняття колірних зображень з урахуванням інженерно-психологічних факторів впливу на екіпаж для розвитку науки [1] і суспільства [2] дуже актуально, тому для прискорення технічного прогресу потрібне впровадження автоматизованих методів і засобів оброблення візуальної польотної інформації.

У цивільної авіації є проблема оптимального сприйняття колірних зображень, а саме для отримання якісної кольорової документації, яка має відповідати вимогам керівних документів. У багатьох користувачів готовність визначається за її колірним параметром, але точність цього методу залежить від досвіду і здатності фахівців уловлювати потрібних кольорових відтінків [3; 4]. Новий підхід до вирішення проблем через обґрунтування впровадження сучасного Атласу кольоровості дозволять сприймати високоякісні зображення, що відповідають критеріям комфортності сприйняття оком людини і критеріям Н.Д. Ньюберга.

Моделювання процесів колірного сприйняття системами зору, аналогічних оку людини, для аналізу зображень розглянуто в праці [5].

Багато видатних учених [6], зокрема засновник відеоекології В.А. Філін, проводять дослідження фізіології ока. Для вирішення медико-

біологічних проблем організм має повноцінно відпочити, щоб без будь-яких зусиль дати очам волю перебігати від предмета до предмета [1]. Під час фіксації нерухомої точки око робить швидкі коливальні рухи – саккади (з фр. «бавовна вітрила») [2]. Людина спить, чи розглядає мальовничі полотна, чи фіксує в темряві точку – очі безупинно швидко і мимоволі сканують елементи і переглядають зображення.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими завданнями полягають у пізнанні математичної основи [3] колірного змісту у процесі сприйняття РЕ і ФБЛ, що потрібно для розроблення принципів побудови кольорової моделі і сучасного Атласу кольоровості.

Вирішувати проблеми щодо механізму впливу кольору на якість зображень потрібно з урахуванням дії основного інформаційного органа – ока людини [4] і факторів впливу внутрішнього і зовнішнього середовища.

Гіпотезу вирішення наявних проблем створення і кольоророзподілу (рис. 1) та практичну реалізацію за нетрадиційним алгоритмом було викладено у доповіді на конференції «Авіа-2008».

Відомо, що яскравість Y є світловою мірою кількості кольору [5], яка зв'язує колориметрію з фотометрією, а яскравість є однією з координат кольору у системі P або Q

$$Y = a_{yL}L + a_{yM}M + a_{yN}N;$$

$$Q = a_{ql}L + a_{qm}M + a_{qn}N,$$

де

a_{yl}, a_{ym}, a_{yn} – коефіцієнти яскравості для одиничних основних кольорів L, M, N .

Аналіз останніх досліджень

Розв'язання проблем якості сприйняття кольорових зображень, виокремлення невирішених раніше частин загальної проблеми, як встановлено у праці [6], ґрунтується також на секретах давнини [1].

Колір є конкретним зоровим відчуттям [2], яке виникає під час сприйняття відбитих чи випущених тілом випромінювань (рис. 1).



Рис. 1. Фрагмент додатків Атласу кольоровості для порівняння отриманих у процесі оброблення зображень з розрахунком еталоном за новою методикою

Усі складні методики, прилади і системи для визначення кольору інших авторів [3] зводяться до порівняння кольору, що сприймається, зі зразком (оптичним клином, Атласом чи оригіналом кольоровості), який підбирається змішуванням інших кольорів, прийнятих за «основні» відповідно до трикомпонентної гіпотези кольорового зору [5]. Викладене не розкриває повного визначення і вимірювання кольору на моніторах і панелях візуалізації в кабіні літака.

За кордоном найбільш відомі Атласи кольорів О. Манселла, а в Україні користуються Атласом Е.Б. Рабкіна розробленим у ВНДІМ ім. Д.І. Менделєєва [4].

Відповідно до гіпотези кольори C і координати P_i , отримані у результаті змішання n кольорів, дорівнюють сумам відповідних координат P_i кольорів, що змішуються, і має вигляд

$$P = \int_0^{\infty} P(\lambda)\Phi_{\lambda}(\lambda)d\lambda;$$

$$P_u = \sum_{\lambda=0}^{\lambda=\infty} P_i(\lambda_i);$$

$$C = L_k(L) + M_k(M) + N_k(N),$$

де

$P(\lambda)$ – функція додавання кольорів з довжиною хвиль λ_i кольорних відтінків;

$\Phi_{\lambda}(\lambda)$, L_k , M_k , N_k – спектральний розподіл випромінювання і координати кольору.

Метою дослідження є сприйняття якісних зображень через впровадження методу і математичних перетворень параметрів РЕ і ФБЛ для Атласу кольоровості.

Дослідження процесів змішування спектральних кольорів один з одним дає безліч інших, яких немає у спектрі, таких, як пурпурний, оливковий, коричневий, морської хвилі.

Гіпотезу вирішення проблем викладено через моделювання процесів створення кольорового простору, де загальний індекс передачі кольору R_a [1], в якому враховано середнє значення розходжень для n кольорів, визначимо з виразу

$$R_a = 100 - 4,6 \left(\frac{1}{n} \right) \sum_{i=1}^n \Delta E_{cie},$$

де

ΔE_{cie} – колірні розходження між відтворенням та оригіналом у системі МКО.

Для розрахунку R_a використовують загальний індекс передачі кольору для порівняння з якістю відтворення кольорів на репродукції згідно з табл. 1.

Таблиця 1

Відповідність між загальним індексом передачі кольору і якістю відтворення кольорів

Загальний індекс	Числове значення	Оцінка якості передачі кольору
$R_a <$	30	Погана, дуже погана
$R_a =$	30:50	Більш-менш нормальна
$R_a =$	50:65	Задовільна
$R_a =$	65:80	Гарна, оптимальна
$R_a =$	80 :100	Дуже гарна, відмінна
$R_a >$	100	Комфортність сприйняття

Обґрунтування отриманих наукових результатів

Якщо розглянути проблему чутливості фотоелемента до складного спектрального кольорового випромінювання, то вона характеризується його інтегральною чутливістю

$$S = \frac{1}{\Phi} = \frac{\int_0^{\infty} S(\lambda) \Phi_{\lambda}(\lambda)_{\lambda} d\lambda}{683 \int_0^{\infty} V(\lambda) \Phi_{\lambda}(\lambda)_{\lambda} d\lambda}$$

$$= \frac{S(\lambda)_m}{683} = \frac{\int s(\lambda) \Phi_{\lambda}(\lambda)_{\lambda} d\lambda}{\int V(\lambda) \Phi_{\lambda}(\lambda)_{\lambda} d\lambda},$$

де $\Phi_{\lambda}(\lambda)_{\lambda}$ – спектральна щільність потоку випромінювання в стандарті МКО;
 $V(\lambda)$, 683 – відносна і максимальна спектральна світлова ефективність;
 $S(\lambda)$, $s(\lambda)$ – абсолютна і відносна спектральна чутливість.

Кількісну зміну потоку кольорового випромінювання запропоновано оцінювати коефіцієнтами відображення ρ , пропускання τ і поглинання α , (рис. 2), які пов’язані зі спектральними характеристиками відображення (пропускання) і спектральним розподілом падаючого потоку (рис. 3) за виразами:

$$\rho = \frac{\int_0^{\infty} \Phi_{\lambda}(\lambda)_{\rho} d\lambda}{\int_0^{\infty} \Phi_{\lambda}(\lambda) d\lambda};$$

$$\alpha = \frac{\Phi_{\lambda}}{\Phi};$$

$$\tau = \frac{\int_0^{\infty} \Phi_{\lambda}(\lambda)_{\tau} d\lambda}{\int_0^{\infty} \Phi_{\lambda}(\lambda) d\lambda}.$$

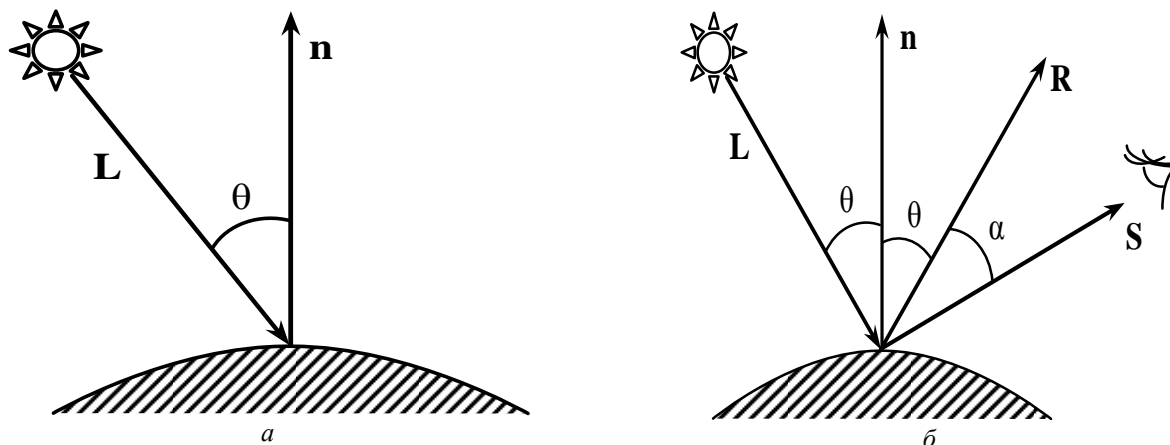


Рис. 2. Дифузійне (а) і дзеркальне відбиття (б) кольорового променя

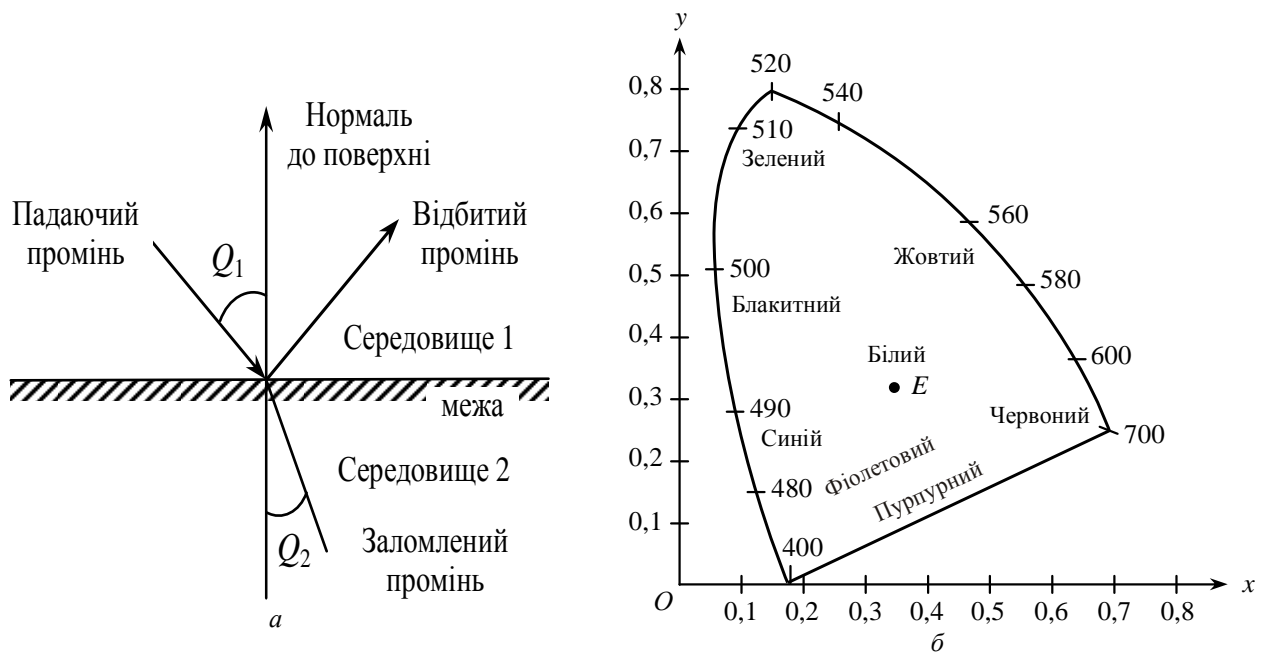


Рис. 3. Геометрія пропускання і поглинання кольорового променя на межі двох середовищ (а), за вимогами уточненої діаграми кольоровості(б)

Прозорість матеріалів у процесі оброблення зображень характеризується оптичною щільністю і коефіцієнтом переломлення матеріалу ρ_r від межі n' і n :

$$D_k = \lg\left(\frac{1}{\tau}\right), \rho_r = \frac{(n' - n)^2}{(n' + n)^2}.$$

Запропоновано застосувати метод формування кольорового змісту РЕ та алгоритм дослідження, а також ввести математичну температурацію. Це означає, що логарифм частоти [4] кожного з відтінків кольору f_k і f_{k-1} є лінійною функцією координати кольору у кольороряду, подібному ряду Фібоначчі, тому справджується геометрична прогресія

$$\frac{f_k}{f_{k-1}} = 1,2\sqrt{2}.$$

Науковий результат, отриманий на підставі застосування теорії обробки РЕ і ФБЛ кольорових зображень, і науково-методичний апарат дослідження викладений у роботі [4], полягає в тому, що отримуємо тривимірний простір та уточнену колірну модель у вигляді трапецеїдальної семигранної піраміди (рис. 4).

Вона відрізняється від відомих колірних моделей [1], оскільки дає змогу отримати у процесі сприйняття високоякісні кольорові напівтонові ілюстрації.

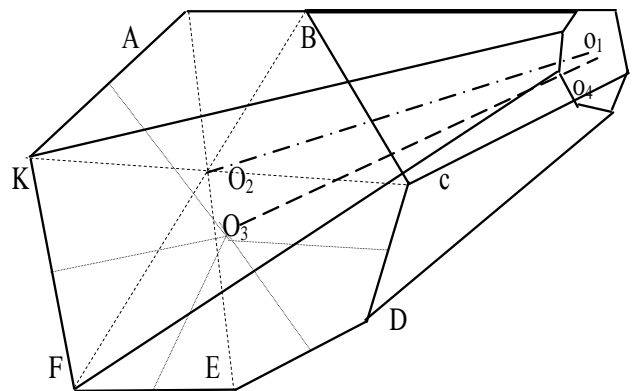


Рис. 4. Модель кольорового простору у вигляді трапецеїдальної семигранної піраміди:

$O_1 O_2$ – висота піраміди, що визначає діапазон градацій сірого кольору (від білого до чорного);

$O_4 O_3$ – медіана, що визначає ступінь комфортності сприйняття пурпурного, оливкового, коричневого зображень оком людини;

ABCDEFK – основа піраміди, що визначає сім основних кольорів

У фізіології нині панує думка, що повне формування сигналів кольоровості відбувається в мозку на основі вищої нервової діяльності.

Колір – це параметр суб'єктивний, і виміряти його не можна [2]. Отже, його або прив'язують до довжини хвилі, або кожен дослідник пропонує свій суб'єктивний його опис, або користуються умовними відносними одиницями виміру, як це прийнято було дотепер у відомих атласах [3].

Запропоновані шляхи вирішення проблем сприйняття кольоровості РЕ і ФБЛ ототожнюють мозок з радіоприймальним пристроєм, що саме налагоджується на частоту електромагнітних хвиль (рис. 5).

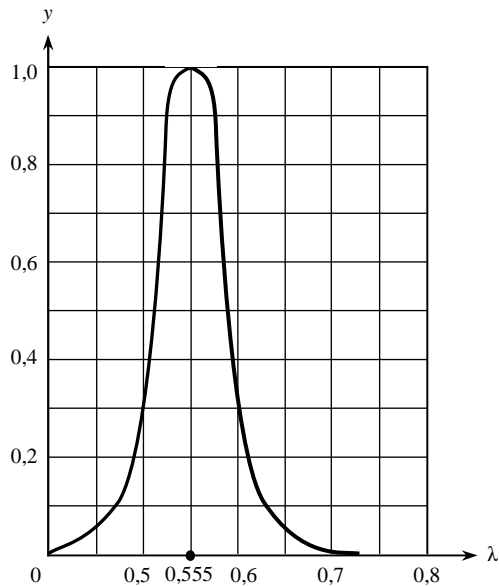


Рис. 5. Крива відносної чутливості зору до РЕ або ФБЛ кольорових напівтонових зображень, що визначається через стан людини й оцінювання електромагнітних хвиль λ головного мозку

На підставі фактів, накопичених сучасною наукою (біологією, фізикою, електрофізіологією, біохімією, гістологією, біоритмологією) – було використано гіпотеза про те, що комфортність сприйняття зображень обумовлена таким фактором, як колірний простір, і залежить від того, як у людському організмі функціонує біоелектричний генератор електромагнітних коливань з частотами А. Соколова, уточнених в табл. 2 і пов'язаних з S-перетином ряду Фібоначчі [4].

Після численних математичних перетворень для вирішення проблем через створення стрункої теоретичної моделі отримаємо залежності зміни сприйманої кольоровості й електричних коливань мозку.

Дослідивши значення p -чисел для ряду, виявимо p -числа Фібоначчі і степені золотого p -перетину [4], де є зв'язані з ними числа одинарного вурфа

$$\Delta_1 = \Phi^2/2 = 1,309\dots,$$

які пропонується використовувати в теорії створення Атласу кольоровості для оптимального розрахунку кроку зміни колірності під час сприйняття зображень.

Таблиця 2

Характеристика хвилі електричної активності головного мозку людини

Типи хвиль	Частота хвиль Гц	Інваріанти алгоритмів хвиль генератора мозку	Медико-біологічний стан людини
Альфа α	8–13	1,255	Спокійне сприйняття
Бета β	14–35	1,618	Напружена робота мозку
Гамма γ	33–55	1,285	Емоційне порушення
Дельта δ	0,5–3,5	1,232	Сон
Ро ρ	55–118	1,465	Потребують додаткових досліджень
Сигма σ	118–225	1,380	
Тета θ	4–7	1,324	Негативне сприйняття

Висновки

Уперше запропоновано нетрадиційний підхід до вирішення проблем оптимального сприйняття зображень за допомогою Атласу кольоровості й оптимізації розрахунків. Зміст Атласу показує, як буде виглядати зміна кроку колірності зображення на основі числових інваріантів, погоджених з функціонуванням біоелектричного генератора електромагнітних коливань і з частотами, що характеризують хвилі електричної активності головного мозку і за допомогою ряду Фібоначчі. Крок зміни колірності виконаний з додавання величини одинарного вурфа $\Delta_1 = 1,309$. Вихідні компоненти, які визначають зображення як єдину систему, перебувають у взаємозалежності, взаємовпливі і взаємозв'язку, а не випадають із неї у вигляді аліхні у трикутній моделі кольорового простору, як це трактувалося раніше. Це не суперечить впливу зовнішнього корпускулярно-хвильового дуалізму на організм людини і погодиться з функціонуванням біоелектричного генератора електромагнітних коливань у природі.

Література

1. *Авадєв А.Л.* Основні концепції розвитку електронних систем індикації й багатофункціональних органів керування літальних апаратів / А.Л. Авадєв, С.Ф. Морин, П.А. Коваленко // *Авіакосмічне приладобудування*. – 2003. – № 1. – С. 43–48.
2. *Боярський А.Н.* Психологічне обґрунтування використання кольорового кодування на багатофункціональних дисплеях / А.Н. Боярський, В.В. Лапа, А.А. Обознов // *Психологічний журнал*. – М., 1999. – № 5. – С. 75–80.
3. *Іванов А.І.* Можливості керування динамічним об'єктом по стереоскопічному зображенню / А.І. Іванов, В.В. Лапа // *Психологічний журнал*. – 2003. – Т. 24. – № 4. – С. 43–46.
4. *Ситник О.Г.* Управление качеством документации и достоверностью информации на основе моделирования происходящих в лазере процессов / О.Г. Ситник, О.А. Сущенко // *Електроніка та системи управління*. – К.: НАУ, 2005. – № 1. – С. 152–156.
5. *Пономаренко В.А.* *Авиационная психология* / В.А. Пономаренко, Н.Д. Завалова. – М.: Ин-т авиационной и космической медицины. – 1992. – 200 с.
6. *Експериментальна оцінка деяких характеристик інформації, відображуваної на екрані кольорової електронно-променевої трубки* / Ю.П. Чучин й ін. // *Ергономічне забезпечення проектування й експлуатації засобів автоматизації*. – 1986. – № 31. – С. 54–61.

Стаття надійшла до редакції 23.04.09.