

ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА АТЛАСУ КОЛЬОРОВОСТІ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ РАСТРОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ І ФРАГМЕНТІВ БАЗОВОЇ ЛАНКИ ПРИ СИНТЕЗІ КОЛЬОРОВИХ НАПІВТОНОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Ситник О.Г.

Поряд з іншими проблемами розвитку науки і прискорення технічного прогресу розвиток суспільства поставив задачу прискорити впровадження автоматизованих методів і засобів контролю якості зображення в органи управління (ОУ) з метою отримання для ЗС України якісної документації, яка відповідає вимогам керівних документів міністра Оборони і начальника ГШ. Відомо, що у багатьох виробництвах готовність продукції визначається по її кольорі, але точність цього методу, наприклад, у поліграфії залежить від досвіду контролерів, від їхньої здатності уловлювати поява потрібних відтінків. Крім того, методи візуалізації, математичні моделі обробки інформації, системи штучного інтелекту (ШІ) мають велике самостійне значення для ЗСУ. Це потрібно з метою вивчення проблемних питань механізму кольору з урахуванням дії основного нашого інформаційного органа – ока [3] і в цій частині спрямовані на вирішення і інших проблем для пізнання механізму фізіологічних, біохімічних, генетичних і імунологічних процесів життєдіяльності особового складу ЗСУ, а також удосконалювання профілактики діагностики і лікування найбільш розповсюджених захворювань як наслідків радіаційного впливу.

Друге важке проблемне питання, це створити систему технічного зору (СТЗ), що є складовою частиною системи електронного репродукування зображень (ЕРЗ), це значить розробити і побудувати пристрій з пакетом прикладних програм (ППП), що перетворить світло в сигнали які описують форму, яскравість і колір [3] тіл навколишнього середовища, від яких ці промені приходять. З яскравістю і формою справа теж обстоїть не так просто, як здається на перший погляд. Проте вони однозначно зв'язані з кількістю відбитих чи тіла фотонів, що випускаються ділянками, і можуть бути обмірювані, наприклад, фотоелементами. Яскравість Y є [4] світловою мірою кількості кольору. Вона зв'язує колориметрію з фотометрією, тобто яскравість є однієї з координат кольору з рівнянням у системі P

$$Y = a_{yL} L + a_{yM} M + a_{yN} N \quad (1)$$

де a_{yL} , a_{yM} , a_{yN} – коефіцієнти яскравості;

L , M , N – яскравості одиничних основних квітів.

Усі відомі дотепер моделі зору [3] засновані на вимірі яскравості. Інша справа колір. З цією проблемою справа обстоїть набагато складніше. Колір – це конкретне зорове відчуття [3], що виникає при сприйнятті відбитих чи випущених тілом випромінювань. Таким чином, за кількісну міру кольору можна взяти довільну

координату кольору Q, яку представити у виді лінійної комбінації координат P

$$Q = a_{ql} L + a_{qm} M + a_{qn} N \quad (2)$$

де $a_{ql}, a_{qm}, a_{qn} (P \rightarrow L, M, N)$ – постійні коефіцієнти.

А всі складні методики, прилади і системи для визначення кольору, розроблені вченими і його виміром – колориметрії, зводяться до порівняння кольору, що спостерігається, зі зразком (оптичним клином, атласом чи кольоровості оригіналом), що підбирається шляхом змішання трьох інших квітів, прийнятих за "основні" відповідно до трикомпонентної гіпотези колірної зору. Але справа в тім, що однакові фарбування можуть бути підібрані різними сполученнями з багатьох "трійок", тобто "основних квітів" [3], які може бути скільки завгодно.

До методів візуальної колориметрії відноситься вимір кольору шляхом порівняння його з квітами заздалегідь заготовлених відомих [2] зразків і підбора найбільш близького по кольорі зразка. Зразки виготовляються звичайно у виді кольорових зразків (накольоровістий) на папері. Досить великий набір таких кольорових зразків, систематизованих за визначеним правилом, утворить атлас квітів. Усі кольори атласу заздалегідь по можливості точно вимірюються (звичайно шляхом спектрофотометрирования), і в атласі приводяться їхні координати кольоровості, або їхня довжина хвилі. За рубежом найбільш відомі атласи квітів О. Манселла, а в нас користаються атласом Е. Б. Рабкина і розробленим у ВНИИМ ім. Д. И. Менделєєва. У системі Манселла п'ять основних і п'ять проміжних відтінків, позначають буквами: червоний (R), жовто-червоний (YR), жовтий (Y), зеленувато жовтий (GY), зелений (G), синьо-зелений (BG), синій (B), пурпурно синій (PB), пурпурний (P) і червоно-пурпурний (RP). Кожний з цих десяти відтінків підрозділяється ще на десять частин. Кількість кольору поділяється на дев'ять ступіней, що включають чорний і білий кольори. Атлас Е.Б. Рабкина містить 37 таблиць, що розрізняються між собою по колірному тоні квітів, що містяться в них. У кожній таблиці мається 55 накольоровістий з інтервалами коефіцієнта відображення між суміжними кольорами, рівними однаково числу саме помітних розходжень відповідно до закону Вебера-Фехнера. Усього в кожній таблиці мається 10 ахроматичних накольоровістий. Атлас квітів ВНИИМ оформлений у виді наборів близько 1000 окремих зразків, де кольору розташовані відповідно до рецептури їхнього виготовлення. Усе це вище викладене все-таки повної картини визначення і виміру кольору до кінця не розкриває.

У вирішенні цієї проблеми не допомагає звертання і до фізичної властивості кольору – залежності фарбування даного тіла від спектрального складу вихідних від нього електромагнітних коливань. Відповідно до четвертого закону змішання [2] квітів координати $P_{ц}$, отриманого при змішанні n квітів, дорівнюють сумам відповідних координат P_i квітів, що змішуються

$$P_{ц} = \sum_{\lambda=0}^{\lambda=\infty} P_i(\lambda_i) \quad (3)$$

де λ_i – довжини хвиль різних кольорних відтінків.

Беручи усе більш малі інтервали між ординатами функцій спектрального розподілу випромінювання (і відповідно функцій додавання квітів), одержуємо в межі вираження для координати [2] кольори який потім розраховується з використанням транспортної (TR) задачі.

$$P = \int_0^{\infty} P(\lambda) \Phi_{\lambda}(\lambda) d\lambda \quad (4)$$

де $P(\lambda)$ – функція додавання квітів у системі P ;

$\Phi_{\lambda}(\lambda)$ – спектральний розподіл потужності випромінювання який потім розраховується з використанням TR задачі.

Залежність тут неоднозначна [4]. У той час як, наприклад, кожен вид звуку (кожна нота будь-якого регістра) відповідає строго визначеній частоті звукових коливань. Палітра квітів, що розрізняються людським оком [3], не йде ні в яке порівняння з розмаїтістю музичних і інших усіяких тонів, сприйманих вухом. Точне відчуття тону охоплює від 30 до $30 \cdot 10^{10}$ коливань у секунду, тобто 10 октав, з яких у кожній 12 півтонів. Математично рівномірна температура означає, що логарифм частоти звуку є лінійна функція координати ноти в звукоряді, причому в кожній октаві частота подвоюється. Натреноване вухо зауважує десяту частку півтонів. Око і вухо в деякому змісті "антиподи". Але око не здатне розкласти складний колір на складові його монохроматичні кольори [3], у той час як вухо розрізняє окремі тони при спільному їхньому звучанні.

Любої колір може бути утворений змішанням електромагнітних коливань різних частот. Так, білий утвориться при змішанні і всіх квітах спектра, і тільки двох "додаткових": жовтого і синього, жовтогарячого і блакитного і т.д. Більш того, відповідно до фізичної теорії при додаванні монохроматичний синій і жовтий кольори, у результаті їхньої інтерференції [3] повинні утворитися биття з довжинами хвиль, що відповідають ультрафіолетовій і інфрачервоній областям спектра, що, як відомо, невидимі. Але ми проте бачимо біле світло !

Алгебраїчне вираження довільного кольору в колірній системі P записується у виді колірного рівняння

$$Ц = L_{ц} (L) + M_{ц} (M) + N_{ц} (N) \quad (5)$$

де $P \rightarrow (L), (M), (N)$ – основні кольори; $L_{ц}, M_{ц}, N_{ц}$ – координати кольору.

Кольору по суб'єктивному принципі поділяються: на теплі – жовтий, жовтогарячий, червоний, червоно-коричневий; холодні кольори – синій, синьо-зелений, фіолетовий; прикордонні кольори – жовто-зелений, пурпурно-фіолетовий (вони викликають відчуття легкого тепла); до нейтральних квітів відносяться – білий, чорний, срібний і золотий. Ці особливості квітів використовуються не тільки в живописі, їхній просторовий вплив враховується в оформленні інтер'єрів, але більш в ОУ ЗС України і при ЕРЗ.

Звертання до спектра теж нічого не проясняє. Адже розбивка на сімох квіт

прийнята І. Ньютоном умовно, за аналогією з родин тонами звукової гами. Хто з тварин першим побачив світ у кольорі? С. Робінсон вважає, що ще 400 млн. років тому риби сприймали колір [3]. А першим, хто спробував пояснити це явище був Ньютон [3], що шляхом змішання трьох головних фарб – синьої, червоної і зеленої можна одержати їхнє величезне різноманіття.

А люди, як встановлено, навіть без спеціальної підготовки, розрізняють до 17000 ÷ 20000 хроматичних квітів, але ще і 300 ахроматичних (білого, сірого і чорного) [3], а назви кожного з них є присутнім у словнику і розрізняється народами Півночі. Привілей людського ока? Аж ніяк. Колір воістину є мовою, на якому говорять майже усі тварини. Хвилясті папуги і деякі черепахи розрізняють навіть відтінки кольору. Колір "керує" життям риб, птахів і багатьох плазуючих, а також приматів.

Змішання спектральних квітів один з одним дає безліч інших, котрих немає в спектрі, таких як пурпурний, маслиновий, коричневий, морської хвилі. Тому для розрахунку колірних розходжень між іспитовими і відтвореними в процесі ЕРИ квітами використовують загальний індекс [2] передачі кольору R_a , у якому враховується середнє значення колірних розходжень для n квітів

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

де (ΔE_{cie}) – колірне розходження між відтвореним кольором і оригіналом у рівно контрастній системі МКО.

Звичайно при розрахунку R_a використовують кольору з 1-го по 8-й з числа рекомендованих МКО. Для умов, коли немає можливості порівняння репродукції з оригіналом у процесі ЕРЗ, приймається зразкова відповідність між загальним індексом передачі кольору і якістю відтворення квітів запропонованій в (табл. 1)

Таблиця 1

п/п	Загальний індекс	Числове значення	Оцінка якості передачі кольору
1.	$R_a <$	30	Погане, дуже погане
2.	$R_a =$	30:50	Більш-менш нормальне
3.	$R_a =$	50:65	Задовільне
4.	$R_a =$	65:80	Гарне, оптимальне
5	$R_a =$	80 :100	Дуже гарне, відмінне
6.	$R_a >$	100	Комфортність сприйняття

Але до цього їх відмінність була зроблена з довільним кроком, тому для всієї цієї розмаїтості дотепер не знайдена єдиної об'єктивної й оптимальної фізичної підстави систематизації і класифікації. У цьому і складається одне з призначень науки про синтезовані зображення, тому що для того щоб уникнути плутанини понять, варто ввести первинну класифікацію, що і зроблено нами в даній роботі. А як відомо, задача наукового аналізу в тім і складається [3], щоб спочатку

класифікувати, а потім систематизувати виявлені факти. Досліджуючи "стану" і "процеси", ми пропонуємо застосовувати завжди різну методику. Для "станів" (якості зображень) – класифікацію по будь-якому довільно прийнятому принципу, зручному для огляду якості в цілому. Для "процесів", особливо зв'язаних з кольоровістю растрових елементів (PE) чи фрагментів базової ланки (ФБЛ) необхідна систематика, заснована на ієрархічному принципі – супідрядності подібних, хоча і не ідентичних, груп різного рангу. Це і є критерієм класифікації [3], настільки ж чітким, як і систематизація. Усякий розподіл матеріалу при класифікації умовно, але саме тому воно конструктивно, тому що визначається задачею, поставленої систематизатором. Тому нами пропонується ввести математичну температура для кольору, це означає, що логарифм частоти [3] кожного з відтінків кольору є лінійна функція координати кольору у кольороряді, подібному до ряду Фібоначчі, для його оптичних щільностей. Інакше кажучи, відношення двох наступних частот кольору можна записати як

$$f_k / f_{k-1} = \sqrt[12]{2} \quad (7)$$

де f_k і f_{k-1} – наступні частоти кожного колірної відтінку.

Звідси видно, що послідовність частот кожного колірної відтінку в рівномірно темперованому кольороряді – геометрична [3] прогресія, тобто

$$f_k = f_{k-1} \cdot 2^{1/12(k-1)} \quad (8)$$

де f_1 – початкове (базове) значення частоти кольору;

k – порядковий номер колірної відтінку в послідовності;

$1/12$ – показник прогресії, що залежить від сукупності величин, що визначають колір у цілому.

Як бачимо отримана дискретизація такого ряду близька до технічно раціонального. У сучасних умовах рішення задачі про вибір раціональної дискретизації фізичних величин [3] по відтінках кольору стає особливо важливим у зв'язку із широким розвитком інформаційних систем в ОУ і в ЗС України взагалі, обчислювальної техніки і систем ЕРЗ, що використовує ряди Фібоначчі.

Усі було б добре, коли експерименти підтверджуються отриманими фактами, але погано тільки інше, коли дослідження однієї поставленої задачі і розробка її іноді підмінюється цитуванням відомої статистики [3] про те, що око людини має усього два типи світлочутливих приймачів: палички і колбочки. Вони містять зорові пігменти: перші – родопсин, а другі – хлоролаб і еритролаб. Деякі дослідники [3] вважають, що в колбочках мається і якийсь третій, невідомий ще науці пігмент, що відповідає гіпотезі трикомпонентної теорії кольору, тому упор робиться ними на його пошуки, а або на удосконалювання програмно-апаратних методів і засобів, прийнявши уже відомі факти за постійну величину, що, наприклад, палички в сприйнятті кольору не беруть участь і працюють в основному в умовах слабкої освітленості, а колбочки видають сигнал, що несе інформацію про спектральний складі світла. А ця інформація надходить у мозок, що за рахунок також мало

відомих перетворень цих сигналів створює відчуття кольору, що ними вважаються невідомою величиною і предметом для вивчення. Безумовно, це дуже цікаво, але для фахівців іншого наукового напрямку. З позицій нашого аспекту дослідження випливає, що явища [3] кольоросприйняття не порозуміваються трикомпонентною гіпотезою кольору, а значить треба шукати пояснення нашої здатності розрізняти кольору найбільше комфортно для нас не тільки у відомих законах фізики, а й в інших областях, у тому числі в психології людини, з використанням машинної графіки як інструментарію для наукового пошуку і моделювання оптимальних зображень.

Якщо визнати справедливим, що розрізняти кольору можна тільки на рівні вищої нервової діяльності, а розрізняти найбільше комфортно їхня прерогатива тільки людини, це відразу ж зробить задачу створення СТЗ настільки ж складною, як і задача створення штучного інтелекту. Таким чином, світло – ті ж самі електромагнітні коливання, що і рентгенівські промені і радіохвилі, але корпускулярної структури. Так в основі зробленого де Бройлем [2] узагальнення про хвилі матерії лежить його висловлення про те, що світлові промені складаються з дрібних часток, що викидаються в усіх напрямках світним тілом, і ці частки повинні збуджувати коливання настільки ж неминучі, як камінь, кинутий у воду породжує хвилі. Тому мимоволі виникає сумнів у тім, що око за допомогою лінійних перетворень (додавання і вирахування), і за допомогою трикомпонентної гіпотези, може розрізнити довжину хвилі навіть монохроматичного випромінювання. У той час як змішуючи чотири фарби, художник може одержати майже всі існуючі відтінки.

Кольорове телебачення і фотографія [4] користаються трьома квітами, а у поліграфії використовують чотири кольори, але це відноситься до синтезу, створенню кольору в процесі ЕРЗ, а якщо розглянути аналіз, те тут трохи інша картина. Для виміру кольору використовуються різні способи, оскільки основну масу вимірюваних квітів складають кольору не сам висвітленням предметів, яки самі не мають колір, а здобувають його в сполученні з висвітленням, фотоелектричними приймачами, з оптичними властивостями предметів [4] (в основному це їхня здатність відбивати і пропускати світло), що повинні враховуватися в процесі ЕРЗ.

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

$$S = 1/\Phi = \int_0^{\infty} S(\lambda) \Phi_{\lambda}(\lambda)_{\lambda} d\lambda / 683 \int_0^{\infty} V(\lambda) \Phi_{\lambda}(\lambda)_{\lambda} d\lambda = \quad (9)$$

$$= S(\lambda)_m / 683 = \int_0^{\infty} s(\lambda) \Phi_{\lambda}(\lambda)_{\lambda} d\lambda / \int_0^{\infty} V(\lambda) \Phi_{\lambda}(\lambda)_{\lambda} d\lambda$$

де $\Phi_{\lambda}(\lambda)_{\lambda}$ – спектральна щільність потоку випромінювання стандартного джерела

МКО (міжнародна комісія по освітленню);

$V(\lambda)$ – відносна спектральна світлова ефективність;

$S(\lambda)$ і $s(\lambda)$ – абсолютна і відносна спектральна чутливість;

683 – максимальна спектральна світлова ефективність.

Тоді розглянемо кількісну зміну потоку випромінювання, що оцінюють коефіцієнтами відображення ρ , пропущення τ і поглинання α , і які зв'язані зі спектральними характеристиками відображення (пропущення) і спектральним розподілом падаючого потоку випромінювання вираженнями ;

$$\rho = \int_0^{\infty} \Phi_{\lambda}(\lambda)_{\rho} d\lambda / \int_0^{\infty} \Phi_{\lambda}(\lambda) d\lambda; \quad \alpha = \Phi_{\alpha} / \Phi; \quad \tau = \int_0^{\infty} \Phi_{\lambda}(\lambda)_{\tau} d\lambda / \int_0^{\infty} \Phi_{\lambda}(\lambda) d\lambda \quad (10)$$

де $\Phi_{\lambda}(\lambda)$ – спектральна щільність потоку випромінювання.

Поряд з коефіцієнтом пропущення τ прозорість матеріалів у процесі ЕРЗ характеризується оптичною щільністю

$$D = \lg(1 / \tau) \quad (11)$$

Якщо відомий коефіцієнт переломлення матеріалу в процесі ЕРЗ то втрати на відображення на поверхні роздгнула ρ_r можна розрахувати по формулі Френеля, що для випадку перпендикулярного падіння лучачи на поверхню, що має місце для лазерного формного автомата (ЛФА) у процесі ЕРЗ, тому має вид

$$\rho_r = (n' - n)^2 / (n' + n)^2 \quad (12)$$

де n' і n – коефіцієнти переломлення на двох сторонах від границі роздгнула;
 $n = 1,5$; $\rho = 0,04$ – для граничної поверхні між повітрям і склом.

Але перш ніж розробляти СТЗ, що відповідає критеріям комфортності сприйняття зображень, необхідно уточнити саму колірну модель на сучасному рівні розвитку науки. Тому що колір пропонується деякими дослідниками [2] характеризувати трикомпонентною гіпотезою світла і як групою з трьох чисел, то ними будь-який колір [4] представляється як крапка в тривимірному чи просторі як вектор [3]. Причому основні кольори утворюють колірну координатну систему x, y, z чи трикутник і сюди ж додати пропонується чорний колір що називається – аліхна, десь окремо. A, B, C – основні кольори які представлені у виді векторів. В новій концепції крапка D – відповідає чорному кольору і мають нульову яскравість. Крапка E – білий колір якій характеризує кольоровості випромінювань $x_E = y_E = z_E$. Вектор t – зміна яскравості і буде характеризувати по осі z сірі тони. Це не суперечить запропонованій концепції єдності і цілісності системи кольоровості для усіх видів зображень [3]. Усе вище викладене дозволяє запропонувати оптимальну колірну модель у виді семигранної піраміди [3], де в підставі знаходяться основні кольори (червоний, жовтогарячий, жовтий, зелений, блакитний, синій, фіолетовий), а на перетинанні діагоналей D знаходиться чорний колір, тоді висота t , от чому ми скористаємося ще висотою, відвівши її для цієї третьої характеристики, проведена нагору з крапки перетинання і буде характеризувати градації сірого кольору, а вершина висоти E і всієї піраміди буде характеризувати білий колір.

У підсумку одержуємо тривимірний простір, і колірну модель [3] у виді семигранної піраміди, що не суперечить і оптимальності конфігурації РЕ і ФБЛ [3], що відрізняється від відомих колірних моделей типу RGB, і що дозволяє одержати в процесі ЕРЗ високоякісні кольорові напівтонові ілюстрації для ОУ і ЗС України. Це відповідає критеріям комфортності сприйняття оком людини а значить це є і тривимірний простір всіх електромагнітних колірних хвиль, зображення також повинно відповідати і вимогам керівних документів міністра Оборони і начальника ГШ до документації. У фізіології в даний час вважається, що повне формування сигналів кольоровості відбувається в мозку на основі вищої нервової діяльності, отже, колір – параметр суб'єктивний, і вимірити його не можна, тому його або прив'язують до довжини його хвилі, або кожен дослідник пропонує свій суб'єктивний його опис, або користаються умовними відносними одиницями виміру, як це прийнято було дотепер у відомих атласах [2].

Відомо, що життя нервових кліток зв'язана з коливаннями біоелектричних потенціалів. Переважає ритм із частотою $8\div 13$ хвиль у секунду. Подібний ефект був виявлений і при дослідженні людського мозку. А. Соколов назвав його альфа-ритмом кори великих півкуль головного мозку [3]. Дослідження властивостей альфа-ритму показало, що при спалахах різних відтінків світла його амплітуда знижується, а частота залишається незмінної. Під час сну ритм випадає, відновлюючи при пробудженні з тією же частотою $8\div 13$ Гц. Енергетичне джерело його відомий – це геомагнітне поле Землі і ту ж частоту мають електростатичні хвилі атмосфери, що у процесі еволюції впливали на ритм біосфери, а організм людини як єдине ціле з природою теж біоритмічна система [3].

Дослідник Мексі ототожнює мозок з радіоприймальним пристроєм, що саме набудовується на частоту електростатичних хвиль атмосфери [2]. Однак важко собі поки представити, як мозок резонує безпосередньо на будь-яку зміну частоти зовнішнього електромагнітного поля, наприклад, хвиль атмосфери, а якщо через око надходить світловий вплив, то він, як ми думаємо, ще й оптичний приймач [3]. У такому випадку психіка наша, імовірно, була б надмірно хитливою. Потрібний якийсь демпфер, що згладжує вплив зовнішнього корпускулярно-хвильового дуалізму, якийсь [3] біоенергетичний резонансний стабілізатор, що володіє стійкими резонансними властивостями. Це, як було встановлено, миготливий епітелій бронхів для всього організму в цілому, але його пропонується розглядати як систему [3], периферійна частина якої, видимо, є присутнім і в пристрої ока, будь те око рухаючий нерв, де розглядаються шляхи і ядра зорового аналізатора око рухаючого нерва і нервів вегетативної нервової системи, або в пігментному шарі сітківки, чи в складі зорового нерва, де є симпатичне нервово сплетення очноямкової артерії, сірий шар верхнього горбка середнього мозку, і корковий кінець зорового аналізатора. Реснички миготливого епітелію, що коливаються ритмічно, утворюють коливальну систему зі стійкими резонансними властивостями і з електромагнітними коливаннями з частотою альфа-ритму. Тому нами висловлена думка про те, що в

організмі людини функціонує біоелектричний генератор електромагнітних коливань, частоти якого підкоряються принципам побудови ряду Фібоначчі, інакше ніяк не можна пояснити ефект комфортності сприйняття зображень оком людини, і які коливаються в унісон з альфа-ритмом кори великих півкуль головного мозку і геомагнітним полем Землі. Отут, як ми думаємо, можна простежити глибокі причинно-наслідкові зв'язки, що склалися в процесі еволюції людини і життя на Землі.

А. Чижевським висунуте припущення [3] про аероіонізацію як про енергетичне джерело життя, відповідно до якого організм сприймає електричні заряди будь те атмосфери, чи як ми думаємо, світлового випромінювання. На підставі фактів, накопичених сучасною наукою (біологією, фізикою, електрофізіологією, біохімією, гістологією, біоритмологією), можна висунути гіпотезу, що комфортність сприйняття зображень, обумовлена одним з таких факторів як кольоровість, залежить від того, як у людському організмі [3] функціонує біоелектричний генератор електромагнітних коливань з частотами представленими А. Соколов, що були використані в роботі з табл. 2.

Таблиця 2

Найменування головних інваріантів мозку,	Типи хвиль мозку і їхній частотний діапазон, Гц	Інваріанти алгоритмів хвиль мозку, S-перетину
альфа (α)	8 – 13	1,255
бета (β)	14 – 35	1,618
гама (γ)	33 – 55	1,285
дельта (δ)	0,5 – 3,5	1,232
Ро (ρ)	55 – 118	1,465
сигма (σ)	118 – 225	1,380
тета (θ)	4 – 7	1,324

Медицина наука має тепер задачу експериментальної перевірки висунутої гіпотези, а ми думаємо, що динаміка роботи біоелектричного генератора така, що в значній мірі залежить тільки від співвідношення крайніх частот тієї чи іншої хвилі.

Однієї з таких характеристик є середнє геометричне значення крайніх частот, обумовлене по формулі

$$f = \sqrt{f_1 f_2} \quad (13)$$

де $f_1 f_2$ – крайні (граничні) частоти коливань.

Рішення задачі привело до створення стрункої теоретичної моделі залежності зміни сприйманої кольоровості й електричних коливань мозку, що описується формулою

$$b^p = b^g = 1 \quad (14)$$

де $p = 2,3,4;$

$g = 1,2.$

З цих співвіднесень виходить таблиця числових інваріантів, що характеризує хвилі електричної активності головного мозку і підтверджуюча нашу гіпотезу про її

ідентичність з формалізованим кроком зміни кольоровості, що ми пропонуємо. Це розкриває ще одну з граней проблеми комфортності сприйняття синтезованих зображень [3], і зокрема, при побудові Атласу кольоровості, що дозволить дати пояснення на багато накопичені в цій області ЕРЗ проблемні питання у фундаментальних дослідженнях на новому більш високому рівні розуміння процесів, що відбуваються, і їхнього використання в ОУ.

При рішенні задачі одержання оптимального Атласу кольоровості напівтонових зображень використовуємо принцип побудови ряду Фібоначчі [3], для чого позначимо через $\varphi_p(n)$ числовий ряд чисел Фібоначчі, де $n=1,2,3,\dots$, - числовий номер ряду і при кількості кроків $p = 0,1,2,3,\dots$, тоді з цих міркувань при $n > p$ впливає наступне рекурентне співвідношення

$$\varphi_p(n) = \varphi_p(n-1) + \varphi_p(n-p-1) \quad (15)$$

де p – ціле ненегативне число.

Якщо ми розглянемо всі значення p -чисел для ряду, то об'явимо p -числа Фібоначчі і степені золотого p -перетину [3], де присутні зв'язані з ними числа: як величина подвійного вурфу $\Delta_2 = 2,618$, котра як було встановлено [4] впливає на розрахунок оптимальної площі РЕ і ФБЛ; золоті пропорції $\alpha = 1,618$, котра як було встановлено [4] впливає на розрахунок градаційного змісту РЕ і ФБЛ; так і одинарного вурфу $\Delta_1 = \Phi^2 / 2 = 1,309\dots$, що пропонується використовувати для оптимального розрахунку зміни кольоровості в ОУ. Це ще раз підтверджує зроблені раніше в [3] запропонованій концепції висновки про те, що вихідні компоненти, що визначають зображення як єдину систему, знаходяться у взаємозалежності, а не випадають з її як чорний колір, як це трактувалося раніш, і все це не суперечить впливу зовнішнього корпускулярно-хвильового [3] дуалізму, на організм людини, погодиться з функціонуванням біоелектричного генератора електромагнітних коливань.

При цьому системний кількісний аналіз хвиль електричної активності мозку відкриває цікаві закономірності [3], представлені в у виді числових інваріантів. Дійсно, задамося числовим параметром $s = 0,1,3,4,5, \dots$, що може приймати будь-які значення. І розглянемо числовий ряд, $(s + 1)$ перших членів якого – одиниці, а кожний з наступних дорівнює сумі двох членів: попереднього і віддаленого від попереднього на s кроків. Тепер, якщо n -й член цього ряду позначимо через $\varphi_s(n)$, те виходячи з (15) одержимо шукану загальну формулу

$$\varphi_s(n) = \varphi_s(n-1) + \varphi_s(n-s-1) \quad (16)$$

При $s = 1$ одержимо вже знайомий золотий перетин, а з цієї формули ряд Фібоначчі. Якщо $s = 2,3,4,\dots$, приймає значення тоді одержимо новий ряд чисел, що відомий як s -числа Фібоначчі. Тоді рівняння золотого s -перетину можливо представити наступним враженням

$$x^{s+1} - x^s - 1 = 0 \quad (17)$$

де s – золота пропорція; x^s – корінь рівняння чи інваріанти хвиль.

Вище встановили математичний зв'язок між золотими s -перетину і s -числами

Фібоначчі. І дійсно, сусідні віднесення s -чисел Фібоначчі з абсолютної математичної точністю збігають з золотими s -пропорціями. Математики у таких випадках говорять, що золоті s -перетину є числовими інваріантами s -чисел Фібоначчі, а значить і інваріантами хвиль електричної активності головного мозку, що відкриває одну з сторін проблеми комфортності сприйняття синтезованих кольорових напівтонових зображень – проблему оптимального і автоматизованого розрахунку кольоровості РЕ і ФБЛ з кроком одинарного вурфу $\Delta_1 = 1,309\dots$. Для перевірки розробленого алгоритму рішення запропонованої гіпотези реалізуємо розроблену програму [3,4], що сформує зміст Атласу кольоровості для розрахунку, наприклад, 512-ти градацій кольоровості з метою формування кожного з РЕ чи ФБЛ зображення як представлено в (табл.3).

ВИСНОВКИ Зміст інформації у виді фрагмента Атласу кольоровості, для оптимізації розрахунків кольоровості РЕ і ФБЛ, представлена в (табл.3) показує, як же тепер буде виглядати зміна кольоровості зображення в Атласі на основі числових інваріантів, що погодяться з функціонуванням біоелектричного генератора електромагнітних коливань і з частотами, що характеризують хвилі електричної активності головного мозку. Це підтверджується розрахунками, а крок зміни кольоровості, що із простих, довільних, дійсних і безособових чисел у виді перебору чи варіантів координат кольору, як було раніш [2], знайшов реальний зміст шляхом формалізації його за допомогою ряду Фібоначчі. Крок зміни кольоровості виконаний з додавання величини одинарного вурфу $\Delta_1 = 1,309$. Ці співвідношення наочно виражені в приведеній нами вище таблиці, але не звертали на себе увагу фахівців тому, що відбите в них явище не було враховано і сприймалося абстрактно. Тепер запропонована таблиця знайшла реальний зміст і значення.

Фрагмент таблиці Атласу перетворень кольоровості РЕ і ФБЛ із використанням числових інваріантів представлений у (табл.3)

Таблиця 3

№ п/п. Кількість масштабувань	Крок зміни кольоровості РЕ і ФБЛ	№ п/п. Кількість масштабувань	Крок зміни кольоровості РЕ і ФБЛ
1.	1,309016994374947;	172.	0,522595241273032;
2.	1,073949517852394;	173.	0,522489710652956;
3.	0,952583083877009;	174.	0,522385259672833;
4.	0,877438833123346;	175.	0,522281871270484;
5.	0,825868277527390;	176.	0,522179528747838;
6.	0,788043292611416;	177.	0,522078215761172;
7.	0,758979307412298;	178.	0,521977916311647;
8.	0,735866125279922;	179.	0,521878614736170;
9.	0,716992866714829;	180.	0,521780295698526;
10.	0,701255203840479;	181.	0,521682944180806;
11.	0,687906730990909;	182.	0,521586545475097;
		343.	0,512871644804503;
		344.	0,512840848341238;
		345.	0,512810212335837;
		346.	0,512779735497276;
		347.	0,512749416548568;
		348.	0,512719254226582;
		349.	0,512689247281848;
		350.	0,512659394478370;
		351.	0,512629694593447;
		352.	0,512600146417490;
		353.	0,512570748753844;

12. 0,676423823723187; 183.0,521491085175444; 354.0,512541500418616;
13. 0,666427679314402; 184.0,521396549170048; 355.0,512512400240506;
14. 0,657637097054674; 185.0,521302923633718; 356.0,512483447060629;
15. 0,649838689299661; 186.0,521210195020548; 357.0,512454639732362;
16. 0,642867428793773; 187.0,521118350056827; 358.0,512425977121170;
17. 0,636593563318660; 188.0,521027375734156; 359.0,512397458104451;
18. 0,630913583714887; 189.0,520937259302789; 360.0,512369081571377;
19. 0,625743847178423; 190.0,520847988265153; 361.0,512340846422733;
20. 0,621015984324816; 191.0,520759550369585; 362.0,512312751570782;
21. 0,616673531611990; 192.0,520671933604245; 363.0,512284795939085;
22. 0,612669422471468; 193.0,520585126191212; 364.0,512256978462378;
23. 0,608964091081640; 194.0,520499116580753; 365.0,512229298086418;
24. 0,605524020358667; 195.0,520413893445769; 366.0,512201753767834;
25. 0,602320616810749; 196.0,520329445676388; 367.0,512174344473994;
26. 0,599329329149639; 197.0,520245762374737; 368.0,512147069182862;
27. 0,596528950928516; 198.0,520162832849846; 369.0,512119926882857;
28. 0,593901063688778; 199.0,520080646612710; 370.0,512092916572728;
29. 0,591429588511777; 200.0,519999193371492; 371.0,512066037261413;
30. 0,589100422016473; 201.0,519918463026857; 372.0,512039287967910;
31. 0,586901138730151; 202.0,519838445667448; 373.0,512012667721152;
32. 0,584820746063234; 203.0,519759131565483; 374.0,511986175559874;
33. 0,582849481300514; 204.0,519680511172476; 375.0,511959810532495;
34. 0,580978642396774; 205.0,519602575115086; 376.0,511933571696992;
35. 0,579200446155439; 206.0,519525314191069; 377.0,511907458120779;
36. 0,577507908731010; 207.0,519448719365354; 378.0,511881468880587;
37. 0,575894744440482; 208.0,519372781766223; 379.0,511855603062347;
38. 0,574355279676415; 209.0,519297492681593; 380.0,511829859761080;
39. 0,572884379343026; 210.0,519222843555402; 381.0,511804238080773;
40. 0,571477383729721; 211.0,519148825984101; 382.0,511778737134277;
41. 0,570130054125602; 212.0,519075431713223; 383.0,511753356043189;
42. 0,568838525787652; 213.0,519002652704801; 384.0,511728093937750;
43. 0,567599267122246; 214.0,518930480780453; 385.0,511702949956730;
44. 0,566409044138114; 215.0,518858908325571; 386.0,511677923247332;
45. 0,565264889389198; 216.0,518787927578915; 387.0,511653012965079;
46. 0,564164074756009; 217.0,518717530983298; 388.0,511628218273719;
47. 0,563104087520339; 218.0,518647711111941; 389.0,511603538345118;
48. 0,562082609275196; 219.0,518578460665643; 390.0,511578972359167;
49. 0,561097497283552; 220.0,518509772470025; 391.0,511554519503678;
50. 0,560146767958745; 221.0,518441639472843; 392.0,511530178974292;
51. 0,559228582188583; 222.0,518374054741374; 393.0,511505949974381;
52. 0,558341232266220; 223.0,518307011459863; 394.0,511481831714957;

53. 0,557483130225159; 224.0,518240502927044; 395.0,511457823414577;
54. 0,556652797404561; 225.0,518174522553720; 396.0,511433924299256;
55. 0,555848855095279; 226.0,518109063860402; 397.0,511410133602371;
56. 0,555070016137563; 227.0,518044120475014; 398.0,511386450564579;
57. 0,554315077358758; 228.0,517979686130649; 399.0,511362874433730;
58. 0,553582912754105; 229.0,517915754663390; 400.0,511339404464773;
59. 0,552872467326378; 230.0,517852320010172; 401.0,511316039919682;
60. 0,552182751510876; 231.0,517789376206716; 402.0,511292780067367;
61. 0,551512836121534; 232.0,517726917385493; 403.0,511269624183590;
62. 0,550861847761909; 233.0,517664937773759; 404.0,511246571550892;
63. 0,550228964651620; 234.0,517603431691621; 405.0,511223621458502;
64. 0,549613412824793; 235.0,517542393550163; 406.0,511200773202269;
65. 0,549014462662173; 236.0,517481817849602; 407.0,511178026084579;
66. 0,548431425723051; 237.0,517421699177516; 408.0,511155379414276;
67. 0,547863651847031; 238.0,517362032207083; 409.0,511132832506597;
68. 0,547310526499057; 239.0,517302811695383; 410.0,511110384683081;
69. 0,546771468334063; 240.0,517244032481735; 411.0,511088035271513;
70. 0,546245926960241; 241.0,517185689486075; 412.0,511065783605842;
71. 0,545733380882187; 242.0,517127777707364; 413.0,511043629026110;
72. 0,545233335607275; 243.0,517070292222052; 414.0,511021570878386;
73. 0,544745321899418; 244.0,517013228182557; 415.0,510999608514694;
74. 0,544268894169485; 245.0,516956580815795; 416.0,510977741292941;
75. 0,543803628985818; 246.0,516900345421739; 417.0,510955968576860;
76. 0,543349123698544; 247.0,516844517372008; 418.0,510934289735934;
77. 0,542904995165231; 248.0,516789092108497; 419.0,510912704145331;
78. 0,542470878570006; 249.0,516734065142033; 420.0,510891211185847;
79. 0,542046426328100; 250.0,516679432051058; 421.0,510869810243833;
80. 0,541631307068625; 251.0,516625188480357; 422.0,510848500711139;
81. 0,541225204689148; 252.0,516571330139792; 423.0,510827228198504;
82. 0,540827817476141; 253.0,516517852803093; 424.0,510806153468220;
83. 0,540438857286029; 254.0,516464752306647; 425.0,510785114568621;
84. 0,540058048781948; 255.0,516412024548341; 426.0,510764164699474;
85. 0,539685128721864; 256.0,516359665486409; 427.0,510743303279198;
86. 0,539319845294005; 257.0,516307671138321; 428.0,510722529731346;
87. 0,538961957495972; 258.0,516256037579686; 429.0,510701843484551;
88. 0,538611234554211; 259.0,516204760943187; 430.0,510681243972472;
89. 0,538267455380775; 260.0,516153837417534; 431.0,510660730633732;
90. 0,537930408064613; 261.0,516103263246445; 432.0,510640302911867;
91. 0,537599889394842; 262.0,516053034727640; 433.0,510619960255274;
92. 0,537275704413645; 263.0,516003148211872; 434.0,510599702117152;
93. 0,536957665996692; 264.0,515953600101968; 435.0,510579527955454;

94. 0,536645594459077; 265.0,515904386851889; 436.0,510559437232832;
95. 0,536339317185008; 266.0,515855504965824; 437.0,510539429416588;
96. 0,536038668279550; 267.0,515806950997283; 438.0,510519503978623;
97. 0,535743488240929; 268.0,515758721548233; 439.0,510499660395383;
98. 0,535453623651964; 269.0,515710813268231; 440.0,510479898147817;
99. 0,535168926889333; 270.0,515663222853589; 441.0,510460216721322;
100.0,534889255849492; 271.0,515615947046555; 442.0,510440615605696;
101.0,534614473690114; 272.0,515568982634502; 443.0,510421094295093;
102.0,534344448586046; 273.0,515522326449148; 444.0,510401652287976;
103.0,534079053498822; 274.0,515475975365783; 445.0,510382289087067;
104.0,533818165958875; 275.0,515429926302512; 446.0,510363004199307;
105.0,533561667859616; 276.0,515384176219522; 447.0,510343797135805;
106.0,533309445262633; 277.0,515338722118354; 448.0,510324667411798;
107.0,533061388213327; 278.0,515293561041195; 449.0,510305614546606;
108.0,532817390566309; 279.0,515248690070186; 450.0,510286638063589;
109.0,532577349819980; 280.0,515204106326747; 451.0,510267737490100;
110.0,532341166959719; 281.0,515159806970896; 452.0,510248912357451;
111.0,532108746309162; 282.0,515115789200619; 453.0,510230162200862;
112.0,531879995389089; 283.0,515072050251212; 454.0,510211486559430;
113.0,531654824783460; 284.0,515028587394668; 455.0,510192884976077;
114.0,531433148012192; 285.0,514985397939058; 456.0,510174356997521;
115.0,531214881410253; 286.0,514942479227928; 457.0,510155902174228;
116.0,530999944012752; 287.0,514899828639719; 458.0,510137520060376;
117.0,530788257445639; 288.0,514857443587181; 459.0,510119210213819;
118.0,530579745821715; 289.0,514815321516814; 460.0,510100972196042;
119.0,530374335641654; 290.0,514773459908307; 461.0,510082805572134;
120.0,530171955699749; 291.0,514731856274005; 462.0,510064709910737;
121.0,529972536994115; 292.0,514690508158364; 463.0,510046684784022;
122.0,529776012641112; 293.0,514649413137441; 464.0,510028729767647;
123.0,529582317793801; 294.0,514608568818372; 465.0,510010844440720;
124.0,529391389564038; 295.0,514567972838875; 466.0,509993028385765;
125.0,529203166948314; 296.0,514527622866762; 467.0,509975281188690;
126.0,529017590756849; 297.0,514487516599446; 468.0,509957602438746;
127.0,528834603545912; 298.0,514447651763476; 469.0,509939991728500;
128.0,528654149553199; 299.0,514408026114072; 470.0,509922448653798;
129.0,528476174636049; 300.0,514368637434665; 471.0,509904972813730;
130.0,528300626212406; 301.0,514329483536457; 472.0,509887563810599;
131.0,528127453204355; 302.0,514290562257978; 473.0,509870221249891;
132.0,527956605984120; 303.0,514251871464660; 474.0,509852944740239;
133.0,52778803632237; 304.0,514213409048410; 475.0,509835733893391;
134.0,527621697338763; 305.0,514175172927201; 476.0,509818588324185;

135.0,527457543454571;	306.0,514137161044670;	477.0,509801507650510;
136.0,527295530347312;	307.0,514099371369709;	478.0,509784491493280;
137.0,527135614907276;	308.0,514061801896081;	479.0,509767539476405;
138.0,526977755195857;	309.0,514024450642040;	480.0,509750651226756;
139.0,526821910405613;	310.0,513987315649947;	481.0,509733826374141;
140.0,526668040821953;	311.0,513950394985903;	482.0,509717064551274;
141.0,526516107786383;	312.0,513913686739391;	483.0,509700365393744;
142.0,526366073661241;	313.0,513877189022915;	484.0,509683728539991;
143.0,526217901795845;	314.0,513840899971652;	485.0,509667153631272;
144.0,526071556493986;	315.0,513804817743109;	486.0,509650640311643;
145.0,525927002982713;	316.0,513768940516788;	487.0,509634188227918;
146.0,525784207382339;	317.0,513733266493853;	488.0,509617797029655;
147.0,525643136677619;	318.0,513697793896807;	489.0,509601466369120;
148.0,525503758690047;	319.0,513662520969171;	490.0,509585195901266;
149.0,525366042051220;	320.0,513627445975177;	491.0,509568985283706;
150.0,525229956177215;	321.0,513592567199449;	492.0,509552834176684;
151.0,525095471243950;	322.0,513557882946717;	493.0,509536742243054;
152.0,524962558163460;	323.0,513523391541506;	494.0,509520709148249;
153.0,524831188561083;	324.0,513489091327850;	495.0,509504734560263;
154.0,524701334753475;	325.0,513454980669012;	496.0,509488818149621;
155.0,524572969727453;	326.0,513421057947192;	497.0,509472959589359;
156.0,524446067119612;	327.0,513387321563259;	498.0,509457158554994;
157.0,524320601196686;	328.0,513353769936477;	499.0,509441414724506;
158.0,524196546836623;	329.0,513320401504239;	500.0,509425727778312;
159.0,524073879510344;	330.0,513287214721803;	501.0,509410097399243;
160.0,523952575264154;	331.0,513254208062039;	502.0,509394523272521;
161.0,523832610702788;	332.0,513221380015173;	503.0,509379003085736;
162.0,523713962973038;	333.0,513188729088539;	504.0,509363542528824;
163.0,523596609747986;	334.0,513156253806336;	505.0,509348135294044;
164.0,523480529211763;	335.0,513123952709385;	506.0,509332783075959;
165.0,523365700044848;	336.0,513091824354898;	507.0,509317485571408;
166.0,52325210140988;	337.0,513059867316243;	508.0,509302242479493;
167.0,523139712937948;	338.0,513028080182717;	509.0,509287053501550;
168.0,523028514715361;	339.0,512996461559320;	510.0,509271918341134;
169.0,522918487270851;	340.0,512965010066540;	511.0,509256836703994;
170.0,522809611563233;	341.0,512933724340130;	512.0,509241808298056;
171.0,522701868969448;	342.0,512902603030899;

Список литературы

1. Підхід до багатомірного розбиття для задач оптимізації / Хуанг Х., Пардалос П. М. // Кибернетика и системный анализ. — 2002. — № 2. — С. 134-147.

2. Деякі практичні підходи до розв'язку динамічних ігор переслідування-втечі / Імадо Ф. // Кибернетика и системный анализ. — 2002. — № 2. — С. 147-163.
3. Просте роз'яснення теореми про платний обід в оптимізації / Хо Ю.-Ч., Пепіне Д. Л. // Кибернетика и системный анализ. — 2002. — № 2. — С. 164-172.
4. Білінійні керуючі системи спеціального типу / Хайек О. // Кибернетика и системный анализ. — 2002. — № 2. — С. 173-188.
5. Характеристика $C_{1,1}$ функцій / Іоффе А., Мілош Т. // Кибернетика и системный анализ. — 2002. — № 3. — С. 3-13.
6. Випуклий аналіз і умови екстремуму в теорії екстремальних задач / Тихоміров В. М. // Кибернетика и системный анализ. — 2002. — № 3. — С. 14-33.
7. Про теорему Д'єдоне у рефлексивних банахових просторах / Адлі С., Ернст Е., Тера М. // Кибернетика и системный анализ. — 2002. — № 3. — С. 34-39.
8. Багатофункціональний підхід до екстремальних задач, що мають нескінченновимірне відображення. Необхідні умови при односторонніх обмеженнях / Джианессі Ф., Мastroені Г., Удерцо А. // Кибернетика и системный анализ. — 2002. — № 3. — С. 39-51.

41. **Ситник А.Г.** Исследование и разработка Атласа цветности для формирования растровых элементов и фрагментов базового звена при синтезе цветных полутоновых изображений // Кибернетика и системный анализ. — № 3. — К.: ИК НАНУ, 2000. — С. 99 – 109.