

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ОСНОВИ ТЕОРІЇ КОЛЬОРУ

**Навчально-методичний посібник
для здобувачів освітнього ступеня бакалавра
спеціальності 186 “Видавництво та поліграфія”
усіх форм навчання**

ЧЕРКАСИ 2020

УДК 7.017.4(075.8)
ББК 85.14 я 73
0 – 75

*Затверджено Вченою радою ЧДТУ,
протокол № від 2020 року,
згідно з рішенням кафедри механіки,
поліграфічних машин і технологій
протокол № 5 від 28.11.2019 року.*

Упорядники: Веретільник Тимофій Іванович, *канд. техн. наук., професор*,
Мисник Людмила Дмитрівна, *канд. техн. наук., доцент*,
Капітан Руслан Борисович, *канд. техн. наук., доцент*,
Мамонов Юрій Петрович, *канд. техн. наук., доцент*,
Манзюра Олександр Васильович, *ст. викладач*.

Рецензент:

Основи теорії кольору. Навчально-методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня бакалавра спеціальності 186 “Видавництво та поліграфія” усіх форм навчання [Електронний ресурс]/ [упоряд. Т.І. Веретільник, Л.Д. Мисник, Капітан Р.Б., Мамонов Ю.П., Манзюра О.В.] ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2020 –130 с.

Навчальне видання допоможе студентам засвоїти всі теми навчальної дисципліни “Основи теорії кольору”. Особливістю видання є велика кількість ілюстративного матеріалу. Частина рисунків наведено в графічному вигляді, що істотно полегшує розуміння досліджуваних питань з побудови гармонійних колірних сполучень, використання колірних моделей, налаштування системи керування кольором, застосування колірних профілів, виконання кольорокорекції та кольороподілу тощо.

Рекомендовано для студентів спеціальності 186 “Видавництво та поліграфія”.

Навчальне електронне видання
мережного використання

ОСНОВИ ТЕОРІЇ КОЛЬОРУ
НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК
для здобувачів освітнього ступеня бакалавра
спеціальності 186 “Видавництво та поліграфія”
усіх форм навчання

Упорядники: **Веретільник** Тимофій Іванович, **Мисник** Людмила Дмитрівна, **Капітан** Руслан Борисович, **Мамонов** Юрій Петрович, **Манзюра** Олександр Васильович.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
ІСТОРІЯ РОЗУМІННЯ СВІТЛА І КОЛЬОРУ	4
РОЗДІЛ 1 ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТЕОРІЇ КОЛЬОРУ	13
1.1 Поняття кольору	13
1.2 Властивості кольору	16
1.3 Особливості кольору	22
1.4 Контрольні запитання та тестові завдання.....	26
РОЗДІЛ 2 ОСНОВИ ТЕОРІЇ КОЛІРНОГО ЗОРУ	27
2.1 Зв'язок між спектральним складом випромінювання і його кольором	27
2.2 Око як відтворююча система	28
2.3 Особливості візуального сприйняття. Оптичні ілюзії.....	31
2.4 Контрольні запитання та тестові завдання.....	40
РОЗДІЛ 3 ФІЗИЧНА ПРИРОДА КОЛЬОРУ	42
3.1 Промениста енергія. Спектр енергії випромінювання	42
3.2 Температурне випромінювання. Колірна температура	43
3.3 Джерела світла в поліграфії	47
3.4 Контрольні запитання та тестові завдання.....	48
РОЗДІЛ 4 ГАРМОНІЙНІ СПОЛУЧЕННЯ КОЛЬОРІВ	49
4.1 Теорії гармонійних сполучень кольорів.....	49
4.2 Базові колірні комбінації й стилі	60
4.3 Схеми та методи гармонійного поєднання кольорів	63
4.4 Контрольні запитання та тестові завдання.....	69
РОЗДІЛ 5 ПСИХОЛОГІЯ СПРИЙНЯТТЯ КОЛЬОРУ	71
5.1 Фактори, що впливають сприйняття кольору	71
5.2 Колірні асоціації. Орієнтований вплив колірного подання.....	76
5.3 Психологічні особливості сприйняття кольору	83
5.4 Національно-культурна специфіка сприйняття кольорів	85
5.5 Колір шрифту в поліграфії. Сполучення кольорів тексту та фону.....	86
5.6 Типи колірних контрастів	92
5.7 Контрольні запитання та тестові завдання.....	95
РОЗДІЛ 6 СИНТЕЗ КОЛЬОРУ	96
6.1 Системи цифрового представлення кольору	96
6.2 Опис цифрових моделей представлення кольору	102
6.3 Переклад колірних значень систем RGB, CMYK і CMY.....	113
6.4 Вимірювання кольору.....	114
6.5 Ідеальні друкарські фарби	119
6.6 Математичне перетворення	121
6.7 Контрольні запитання та тестові завдання.....	124
ГЛОСАРІЙ	126
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	130

ВСТУП

Нас оточує різноманіття кольорів, в природі немає безбарвних предметів. Одні кольори дуже яскраві і чисті, інші – бліді і настільки невизначені, що їм важко підібрати назву. Більшу частину знань про оточуючий світ отримуємо, аналізуючи колірні враження, сприймаючи візуально колір, котрий ще з древності був і засобом інформації, і символом, і окрасою. В цьому полягає його соціальне значення. Вивчення кольору, як константи естетичного сприйняття, є важливою потребою часу.

Особливо актуальним є дослідження кольору в поліграфії. Основна задача, яку вирішують поліграфічні технології – це високоякісний друк кольорових зображень максимально наближених по відтворенню кольору до оригіналу. Досконалість немає меж, особливо коли мова йде про предмет, пов'язаний зі сприйняттям кольору. В умовах інтенсифікації розвитку процесів поліграфічного та мультимедійного виробництва гостро постає питання створення таких колірних рішень продукції (етикеток, обкладинок книг і журналів, зображень на їх сторінках, елементів керування та навігації у мультимедійних виданнях навчального, дидактичного, розважального спрямувань тощо), що дозволить не лише привернути увагу споживачів, але й вплинути на їх рішення про придбання даної продукції.

Однак для формування грамотного та доцільного колірної рішення продукції треба оперувати багатьма властивостями кольору. Для цього необхідно знати природу формування кольору та його властивості – тон, хроматичність, насиченість, яскравість, контрастність, відтінок та ін.; бути обізнаним у питаннях еволюційних змін визначення кольору в рамках колірних моделей; знати, яким чином відбувається утворення кольору та які особливості притаманні процесу візуального сприйняття кольору; використовувати спеціалізовані знання щодо формування гармонійних колірних сполучень, формування колірних профілів, використання технологій кольороподілу, кольоровідтворення та ін.

ІСТОРІЯ РОЗУМІННЯ СВІТЛА І КОЛЬОРУ

“Барва є тонким камертоном часу. Кожне століття чи великі історичні епохи так чи інакше витворюють притаманний їм кольоровий феномен, бо народ в силу географічних умов, історико-суспільного розвитку, традицій, духовного потенціалу виробляє своє відношення до кольору”. В.Овсійчук.

Колірна символіка має прадавнє походження, виникнувши в ті часи, коли людина навчилася добувати і використовувати природні фарби. Люди з незапам'ятних часів надавали особливого значення читанню “мови фарб”, що знайшло відображення в стародавніх міфах, народних переказах, казках,

наприклад, розподіл магії на “білу” і “чорну” свідчить про вагому роль кольору в магичних ритуалах.

Первісні народи ототожнювали кольори з найбільш важливими для них стихіями та речовинами: вогнем, водою, землею, молоком, кров’ю. Їм відповідали червоний, білий та чорний (рис. 1). Ці три кольори надовго зберігають значення головних.



Рисунок 1 Малюнки первісних людей

Пізніше приєднуються жовтий (колір землі та піску), зелений (колір рослин у всіх народів), синій (небо). Раніш усіх, мабуть, виділився червоний колір. Це колір стихії Вогню, яка вважається джерелом активності та руху, колір богів, царів, магів. Червоний означав кров, тепло, сонце та життя. У давніх германців він символізував ще силу та війну. Вогняне волосся вважалося ознакою бойового духу, відваги та безстрашності. Білий колір означав причетність до Бога. На рис. 2 можна бачити барви трипільської культури.



Рисунок 2 Орнаменти та барви трипільської культури

Проблема колірної гармонії належить до найбільш складних проблем естетики, тому що ставлення людини до кольору формується під впливом безлічі різноманітних факторів. І все ж таки історія культури дає можливість простежити динаміку змін “колористичного ідеалу”.

Один з перших мислителів, який намагався зрозуміти природу кольору, грецький філософ і проповідник *Емпедокл* (V ст. до н. е.), вважав, що існує чотири основних кольори: *білий, чорний, червоний і жовтий*, що відповідають чотирьом основним елементам: вогню, повітрю, воді і землі. Зразки живопису того часу, що дійшли до нас, головним чином розписи ваз, якраз і відрізняються переважанням чорної, білої, червоної і жовтої фарб та їх комбінацій (рис. 3).

Проблема кольору досліджувалася в працях *Платона, Арістотеля* і багатьох інших античних філософів. Поряд з безмежною вірою античних

мислителів у число, логіку, закономірність ідеальних кольорів тощо, на практиці відбувалося зародження першої психофізіологічної системи кольорів.



Рисунок 3 Зразки давньогрецького живопису

Від грецької *хрома* (колір) походить поняття *хроматизм*, в яке античні автори вкладали таку сутність:

- колір як психічне, безпредметне, ідеальне;
- фарба як фізичне, предметне, матеріальне;
- вплив кольору на тіло людини як фізіологічне;
- емоції як їхнє інформаційно-енергетичне співвідношення.

Схожі тенденції у розумінні гармонії кольору спостерігалися й у філософії Древніх Індії та Китаю серед ідеалістів (*Веданта, Конфуціанство*) і матеріалістів (*Лаоцзи, Ян Чжу, Ван Чун*).

В епоху середньовіччя (*XII-XV ст.*) відбувається інтерпретація колірної семантики за суворими релігійними канонами і догматами християнства та ісламу (рис. 4). В роботах учених вже зустрічаються елементи теорії колірних гармоній. Велика кількість учених і філософів погоджується з естетикою “золотої середини” Арістотеля, але все ж таки поняття гармонії переосмислюється – на перший план виступає не єдність, а боротьба протилежностей. У колірних гамах з’являються напружені контрасти, кольори вітражів гранично насичені, їхні сяючі фарби доповнюються блиском мозаїки, дорогоцінних металів і каменів (рис. 5).



Рисунок 4 Мозаїки та фрески епохи середньовіччя

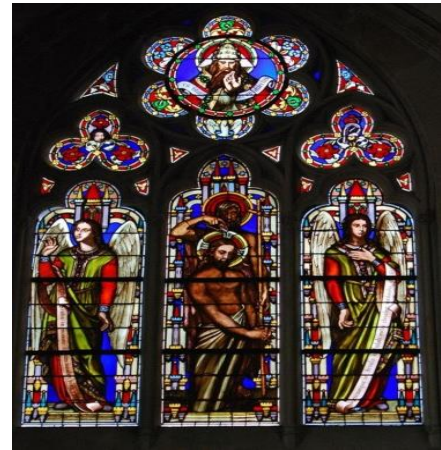


Рисунок 5 Зразки вітражів епохи середньовіччя

Відродження (XV-XVII ст.) характеризується значною втратою символічного значення кольору і створенням “практично-живописних” систем кольорів. Крім того, проблема кольору в епоху Відродження ускладнюється індивідуалізацією мистецтва: у кожній країні, у кожній художній школі і ледве не в кожного майстра з’являється своєрідність колірних уподобань. Основа колірної гармонії вбачається у контрастних зіставленнях за колірним тоном і яскравістю. Водночас пом’якшуються хроматичні контрасти світлотінню та повітряною перспективою (рис. 6).

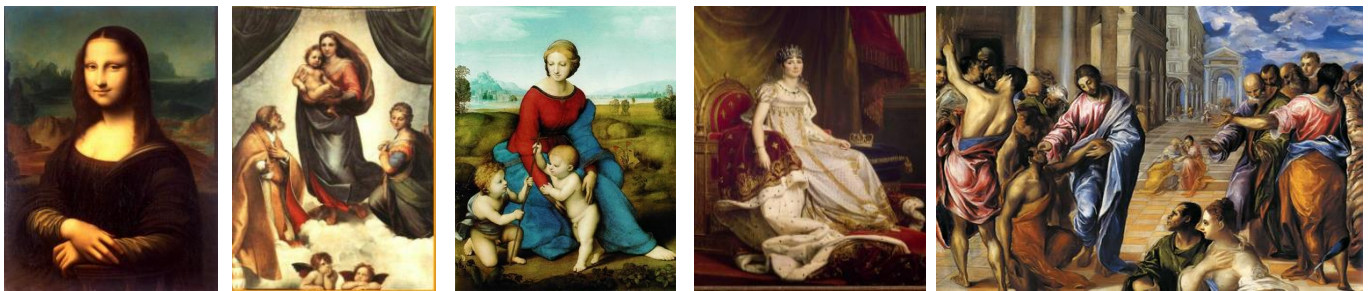


Рисунок 6 Полотна майстрів епохи Відродження

Живопис епохи Просвітництва (XVII-XVIII ст.) характеризується динамікою композицій (рис. 7).

Епоха Просвітництва зробила великий внесок в розвиток теорії кольору.

Ісаак Ньютон (1643-1727) вперше впроваджує наукову, фізичну теорію кольорів, яка справедлива й до цього часу. Він розкладав сонячне світло за допомогою призми на барви веселки, синтезував їх у біле світло і знову розкладав через іншу призму (рис. 8).



Рисунок 7 Живопис епохи Просвітництва

Це один з найефектніших дослідів Ньютона, що демонструють його теорію складного складу “білого” сонячного світла: *“Найбільш дивовижна суміш кольорів – білий колір. Не існує такого сорту променів, який окремо міг би викликати білий колір: він завжди складений, і для отримання його потрібно усі вищезгадані кольори в правильних пропорціях. Часто я із здивуванням спостерігав, як усі призматичні кольори, сходяться і змішуються так само, як і світло, яке падає на призму, знову давали абсолютно чисте і біле світло, яке помітно відрізнялося від прямого сонячного світла тільки у тому випадку, коли застосоване скло не було цілком чистим”*.

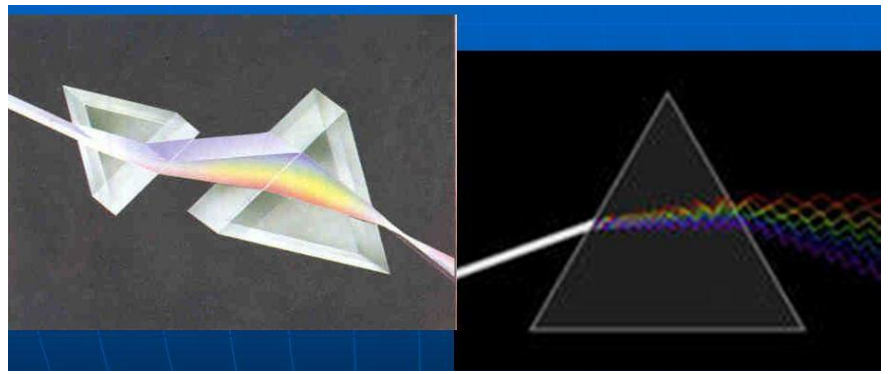


Рисунок 8 Розкладання сонячного світла за допомогою призми

Відкриття, зроблене Ньютоном, полягає в наступному: забарвлення будь-якого об’єкта залежить від того, яке світло йде від нього до ока спостерігача. Це, у свою чергу, залежить як від характеру світла, яке падає на об’єкт, так і від поверхні об’єкта, що відбиває, поглинає та пропускає окремі промені спектра. Якщо у світлі, що падає на поверхню, відсутні деякі кольори, їх не буде й у світлі, відбитому від цієї поверхні. Білий колір синтезується, коли збірна лінза воз’єднує промені спектра. Однак якщо перегородити шлях частині спектра, суміш зафарбується в додатковий колір. Наприклад, коли шлях перегороджено

зеленому променю, то одержуване світло має забарвлення пурпурного кольору, що є додатковим до зеленого.

Два кольори, об'єднання яких дає білий колір, називаються додатковими кольорами.

Якщо видалити жовтий колір, то кольори, які залишились (червоний, оранжевий, зелений, синій і фіолетовий) дадуть фіолетовий колір, тобто колір, додатковий до жовтого.

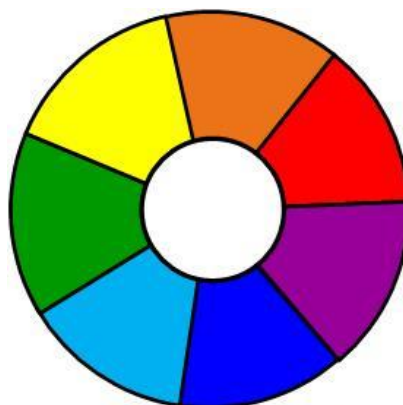
Кожен колір є додатковим по відношенню до суміші усіх інших кольорів спектру. У змішаному кольорі неможливо побачити окремі його складові. В цьому відношенні око відрізняється від вуха, яке може виділити будь-який із звуків акорду.

Спектр (рис. 9) було взято Ньютоном за основу для систематизації кольорів у вигляді кола.



Рисунок 9 Спектр

Ідея графічного вираження системи кольорів замкненою фігурою була підказана тим, що кінці спектру мають тенденцію замкнутися – синій кінець через фіолетовий може перейти у пурпуровий (котрого немає у спектральній смузі), а потім – у червоний (рис. 10).



NEWTON 1660

Рисунок 10 Колірне коло Ньютона

Мовою оригіналу ці кольори мали такі назви — *red, orange, yellow, green, blue, indigo* та *violet*. В українській термінології основними кольорами спектру є *червоний, оранжевий, жовтий, зелений, блакитний, синій, фіолетовий*. Втім проблема відповідності кольорів в українській та англійській термінології

ускладняється тим, що сучасна англійська мова не розрізняє блакитного і синього кольорів, і обидва позначає кольором *blue*.

Російський учений *Михайло Ломоносов (1711-1765)* увійшов в історію як автор роботи “Слово про природу світла. Нова теорія про кольори” (1756 р.) та першої гіпотези про трикомпонентність колірної зору. Суть гіпотези в тому, що в органі зору людини є всього три кольоросприймаючих апарати, які дають збудження трьох кольорів – червоного, синього, жовтого. Від змішування цих збуджень, на думку Ломоносова, і виникають відчуття всіх кольорів та відтінків, рівне їхнє змішування дає відчуття білого, відсутність збуджень дає відчуття чорного. Ідея теорії була підказана практичним досвідом живописців, які здобували всі кольори за допомогою змішування трьох головних фарб.

Т. Юнг (1773-1829) здійснив зворотні експерименти з колірними променями. Він довів, що кольори спектру можна звести до трьох основних: зеленого, червоного та синього. Ці три промені були сфокусовані в одній точці і з'єдналися в єдиний білий промінь – іншими словами, Юнг відтворив світло. В 1801 р. він запропонував теорію трикомпонентного колірної зору на основі червоного, зеленого та синього кольорів.

Німецький поет та учений *І. В. Гете (1749-1832)* запропонував класифікувати кольори за фізіологічним принципом – усі кольори розподілити на дві групи: теплі (первинні, позитивні) та холодні (другорядні, негативні). Він відзначив властивість деяких фарб впливати на душу людини. Гама жовтих кольорів, близьких до світла, протиставляється гамі блакитних, від світла віддалених. Основа колірної круга Гете – трикутник головних кольорів, але це не кольори спектру, а найбільш поширені фарби художників – жовта, синя та червона.

Гете перший виокремив три основні пари додаткових кольорів: *червоний-зелений, жовтий-фіолетовий, синій-оранжевий* (рис. 11).



Рисунок 11 Колірне коло Гете

Гете вперше спробував охарактеризувати чуттєво-емоційний вплив не лише окремих кольорів, але й їхніх різноманітних сполучень. Якщо окремі кольори можуть викликати різноманітні емоції, як позитивні, так і негативні, то сполучення кольорів, що відповідають принципу додатковості, завжди сприймаються як гармонійні. До них Гете відносив кольори, що розташовуються на протилежних кінцях діаметра колірного кола.

Завдяки сучаснику Гете *Ф. О. Рунге (1777-1810)*, живописцю романтичної школи, колірна система отримала третій вимір і вперше вийшла в простір.

Рунге вважав, що всю різноманітність кольорів не можна звести до колірної круга чи спектральної смуги, і вперше запропонував власну систему знаходження кольорів на поверхні глобуса в якості координатної системи. На лінії екватора розміщувалися насичені кольори, на південному полюсі – чорний колір, на північному – білий, між ними – всі мало насичені кольори. (рис. 12).

Як художника, його першочергово цікавило питання застосування мало насичених кольорів при зображенні колірно-повітряної перспективи в реалістичному живописі.



Рисунок 12 Колірна модель Ф. О. Рунге

Великим досягненням науки XIX ст. стала висунута англійським фізиком *Д. Максвеллом (1831-1879)* електромагнітна теорія світла, яка узагальнила досліди і теоретичні висновки багатьох фізиків різних країн у галузях електромагнетизму, термодинаміки й оптики. Вперше у світі Максвелл отримав кольорове зображення на основі фотографічного метода та побудував перший колориметр.

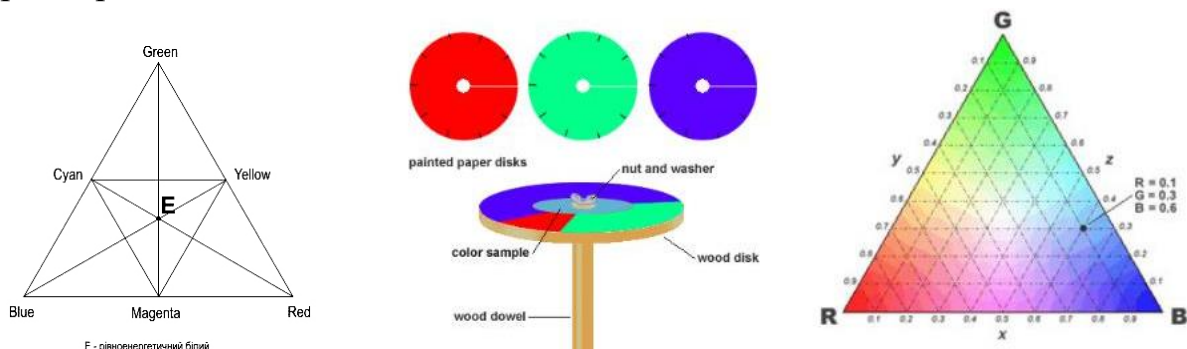


Рисунок 13 Колірна модель Д. Максвелла

1857 року Максвелл, спираючись на принципи трикомпонентної теорії колірної зору, сформулював адитивну теорію утворення кольору. Відповідно до неї, всі кольори можна отримати з червоного, синього та зеленого променів, а колір будь-якого об'єкта визначається ступенем поглинання та відбиття його поверхнею випромінювань різних зон спектру. Максвелл розробив схему трикутника, де три первинних кольори, що випромінюються, знаходяться у кутах (рис. 13). Змішування трьох основних променів дає білий колір. Технічними засобами (на екрані телевізора та монітора) розмаїття кольорів створюється завдяки саме цій системі.

Історія розвитку моделей представлення кольору починаючи з XVI століття зроблена *Ф. Геритсеном*. Вона свідчить про те, як неухильно розвивалися углиб представлення і теорії, пов'язані з феноменом кольору (рис. 14).

Згідно з малюнком, більшість цих моделей прив'язували колірну гамму до основних геометричних фігур. Круги, які пізніше стали сферами, були найбільш популярними. Також досить часто зустрічаються трикутники, які потім перетворилися на конуси і піраміди. Проте з часом для відображення видимих кольорів в теорії почали частіше використовувати квадратні і кубічні моделі [3].

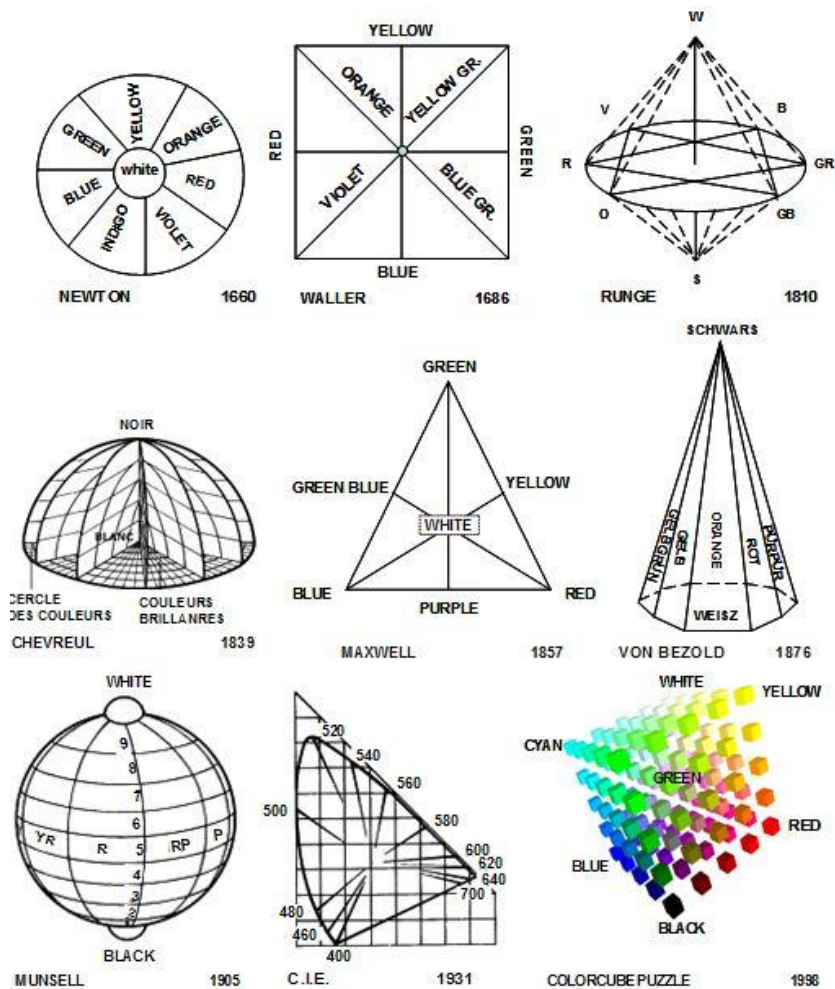


Рисунок 14 Історія розвитку моделей представлення кольору

Базуючись на представленні колірних моделей з позиції еволюції їх вигляду, можна дати таке визначення сучасного поняття “*колірна модель*”.

Колірна модель – це математичне визначення колірного простору.

Колірна модель визначає діапазон кольорів, які в зображенні можна показати на екрані або одержати під час кінцевого друку.

У цьому просторі кожне значення є певною точкою – кожен колір існує у вигляді набору числових координат. Цей метод дозволяє передавати колірну інформацію між комп’ютером, спеціальними програмами й периферійними пристроями.

На сьогоднішній день для створення та оброблення різнокольорових зображень використовуються такі колірні моделі: *RGB, CMY, HSB, Lab* та ін. Зміст та особливості використання даних моделей будуть розглянуті далі.

РОЗДІЛ 1 ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТЕОРІЇ КОЛЬОРУ

1.1 Поняття кольору

Колір є складним явищем, що має таке змістовне навантаження:

- *колір – це властивість об’єктів.* Це перше і найстійкіше уявлення про колір. Скільки б не міркувати про колір, трава буде “зеленою”, небо – “блакитним”, замшеві туфлі – “коричневими”, мерседес – “чорним”;

- *колір – це властивість світла.* Це властивість спектрального складу випромінювань, що не розрізняються візуально;

- *колір – це властивість, що сприймається спостерігачем (оком людини).*

Дія на органи зору випромінювань, довжини хвиль яких перебувають у певному діапазоні, приводить до виникнення зорових відчуттів. Ці відчуття розрізняються кількісно та якісно. Їх кількісна характеристика називається *світлотою*, якісна – *кольоровістю*. Початкове представлення про світлоту й кольоровість можна проілюструвати, помістивши пофарбовану поверхню частково на пряме сонячне світло, а частково – у тінь. Обидві частини її мають однакову кольоровість, але різну світлоту. Сукупність цих характеристик і позначається терміном “*колір*”. Колір – це щось, що виникає в очах і мозку спостерігача.

Коли люди думають про колір, вони схильні під час цього уявляти фізичні об’єкти, такі, як зелене яблуко, жовта кульбаба, сірий туман та ін. Те, що люди розуміють як колір, у дійсності, є наслідком поглинання й відбиття

хвиль, які впливають на “датчики” всередині ока, і в результаті цього впливу в мозку виникають певні асоціації.

Наприклад:

червоний – асоціюється з почуттями, які є енергійними, з почуттями хвилювання, любові. Більшість кольорів несуть і позитивні, і негативні значення. Зворотна сторона червоного викликає агресивні почуття, гнів;

жовтий – колір радості, сонячного світла. Цей колір оптимістичний, сучасний, наприклад, жовтий соняшник може підсилити святковість, радісність і теплоту сайту курорту, однак цей же колір може негативно вплинути на репутацію сайту юридичної фірми, оскільки ще одне значення жовтого – невпевненість;

зелений – у позитивному значенні він означає натуральні, природні стани (рослинний світ, ліси), життя, стабільність, спокій, природність. З іншого боку, зелений у деяких своїх відтінках або в деякому нетрадиційному контексті (типу зеленої шкіри у коміксах) може асоціюватися з токсичністю, штучністю тощо.

Таким чином, під *кольором розуміють відчуття, що виникає у свідомості людини, під час впливу на її зоровий апарат електромагнітного випромінювання з довжиною хвилі в діапазоні від 380 до 760 нм (770 нм).*

Ці відчуття можуть бути викликані такими причинами, як знання, досвід, життєвий випадок, хвороба, удар, галюцинації й ін.

Інакше кажучи,

колір – це оптичне явище, почуттєве відчуття, створюване оком і мозком.

Колір не є фізичною змінною й, отже, не має фізичних одиниць вимірювання. Власне предмети не є кольоровими: відчуття кольоровості виникає як результат впливу світлових випромінювань (рис. 1.1).

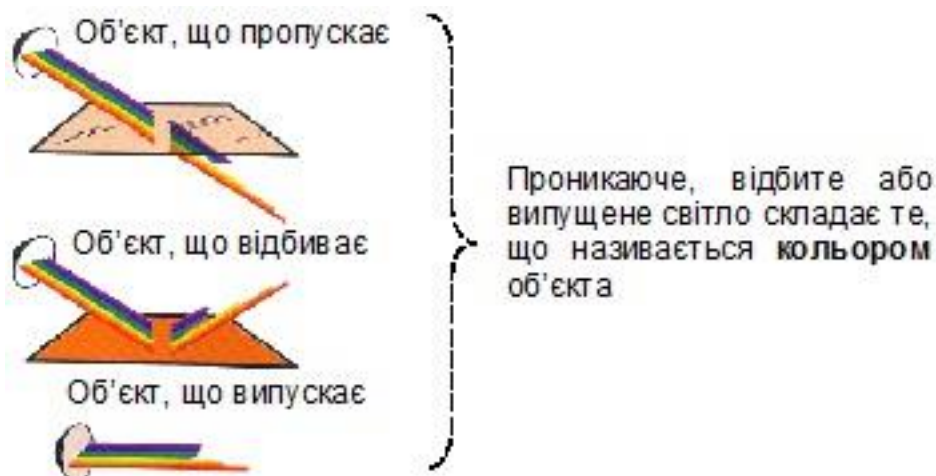


Рисунок 1.1 Поняття кольору об'єкта

Видиме сонячне світло, що сприймається як біле, висвітлює предмет і частково відбивається. Отже, об'єкт, що перебуває в червоній зоні видимого спектра, сприймається пофарбованим у червоний колір. Об'єкт, що повністю відбиває випромінювання всього видимого спектрального діапазону, як правило, здається білим, а об'єкт, що повністю поглинає випромінювання, – чорним (рис. 1.2).

Біла поверхня	Чорна поверхня	Хроматична поверхня
		
Відбивається весь спектр падаючого променя	Поглинається весь спектр падаючого променя	Відбивається лише промінь кольору поверхні

Рисунок 1.2 Виникнення кольоровості об'єкта

У зв'язку з важливою роллю кольірних відчуттів у житті й діяльності людини виникла наука про колір – *теорія кольору*. Вона вивчає коло питань, пов'язаних з оптикою й фізіологією зору, психологією сприйняття кольорів, а також теоретичні основи й техніку вимірювання і відтворення кольорів. Теорія кольору як наука містить ряд розділів (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 Розділи науки “Основи теорії кольору”

Фізика кольору розглядає властивості світла, в основному – розподіл світлового потоку за спектрами випромінювання й відбиття, а також способи одержання цих спектрів, апаратуру й приймачі випромінювання.

На конкретний колір впливають *три фізичних фактори*:

- джерело світла;
- інформація про навколишні предмети;
- зоровий апарат людини.

Дія випромінювань на око, причини виникнення зорового відчуття, зоровий апарат і його робота – зміст частини, яка називається *фізіологією кольору*.

Співвідношення між фізичними характеристиками випромінювання й відчуттями, які викликаються діями випромінювань, становлять предмет *психології кольору*.

Метрологія кольору (або *колориметрія*) – це розділ теорії кольору, що вивчає методи вимірювання кольору.

Метрологія встановлює способи чисельного вираження кольорів, основи їх класифікації, методи встановлення колірних допусків.

Використовуються *два способи кількісного опису кольорів*:

1) визначення їхніх колірних координат, тобто суворих чисельних характеристик, за якими їх можна не тільки описати, але й відтворити. Системи вимірювання кольору називаються *колориметричними*;

2) знаходження у деякому наборі еталонних кольорів зразка, тотожного даному. Сукупність зразків становить систему, яка називається *системою специфікації*.

Закономірності, знайдені фізикою, фізіологією, психологією й метрологією кольору використовуються в *теорії відтворення кольорового об'єкта*. Вона є основою техніки одержання кольорових зображень у поліграфії, кінематографії й телебаченні.

Теорія кольору є самостійною наукою, що застосовує досягнення інших наук у своїй предметній області.

1.2 Властивості кольору

Існуючі в природі кольори за колірними властивостями можна розділити на *дві групи*:

- ахроматичні (безколірні);
- хроматичні (кольорові).

Білий, чорний і цілий ряд проміжних сірих тонів належать до *ахроматичних*. Різниця в зорових відчуттях під час дії на око ахроматичних випромінювань залежить тільки від рівня подразнення рецепторів. Тому ахроматичні кольори можуть бути задані однією психологічною величиною – *світлотою (Value)*.

Світлота – це міра відмінності цього кольору від чорного.

Світлота вимірюється числом порогів розрізнення. *Поріг розрізнення* – відносна величина зміни подразника, необхідна для зміни відчуття. Кількісне визначення світлоти є складною процедурою, що вимагає спеціального устаткування. Тому частіше світлоту кольору пов'язують з кількістю в ньому чорного або білого пігменту, рідше – з освітленістю.

Чим більше світла відбиває предмет, тим він здається білішим, і чим більшу кількість світла предмет поглинає, тим він здається чорнішим. Між найяскравішим (білим) і найтемнішим (чорним) існує безліч відтінків сірого кольору (рис. 1.4). Людське око розрізняє близько 300 ахроматичних відтінків.



Рисунок 1.4 Ахроматичні кольори

Якщо рецептори різних типів роздратовані неоднаково, то виникає відчуття хроматичного кольору.

Хроматичні кольори – це кольори та їх відтінки, які людина розрізняє в спектрі (рис. 1.5). Група хроматичних колірних тонів складається із червоних, жовтогарячих, зелених, фіолетових тощо та безлічі проміжних. Для їх опису потрібні вже дві величини: *світлота* й *кольоровість*.

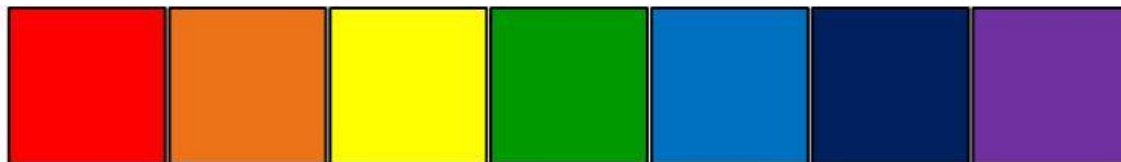


Рисунок 1.5 Хроматичні кольори

Хроматичні кольори мають три основні властивості:

- колірний тон;
- світлота (або яскравість);
- насиченість.

1) *Колірним тоном* називають таку властивість кольору, що дозволяє оку людини сприймати й визначати червоний, жовтий, синій та інші спектральні кольори. Колірний тон означає окремий колір, наприклад, червоний.

Колірний тон кольору – це та його властивість, що мають на увазі в повсякденному житті, коли називають колір предмета. Незважаючи на очевидність поняття, загально визнаної дефініції колірному тону немає. Одна з них дається, наприклад, в такій формі:

колірний тон – це характеристика кольору, що визначає його подібність до відомого кольору (неба, зелені, піску тощо), що виражається словами синій, зелений, жовтий і т. д.

Якщо колірне відчуття формується в результаті однакового подразнення рецепторів двох типів, то виникає колір проміжного тону. Так, блакитний колір відчувається за умови однакових реакцій зелено чуттєвих і синьо чуттєвих оболонки.

2) *Світлота* – це властивість кольорової поверхні відбивати більшу або меншу кількість падаючих променів світла.

У разі більшого відбиття світла людина сприймає колір поверхні як світлий, у разі меншого – як темний. Це загальна властивість для хроматичних і ахроматичних кольорів, тому за світлотою можна порівнювати будь-які їх тони.

Колір описують у термінах *тональності*, що означає світлоту кольору або частку білого чи чорного.

Білий колір, що додається наростаючими частками до кожного з кольорів спектра, створює світлі поєднання, що називають *тонами*, наприклад, рожевий колір є тоном червоного кольору (рис. 1.6).

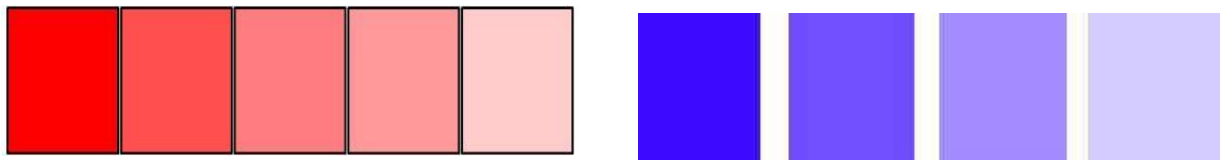


Рисунок 1.6 Тони червоного та синього кольорів

Додавання чорного або сірого до кожного з базових кольорів приводить до появи колірних поєднань, які називають *відтінками*, наприклад, відтінком червоного буде колір каштана (рис. 1.7).

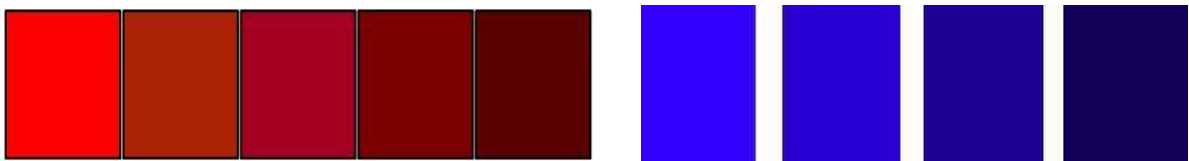


Рисунок 1.7 Відтінки червоного та синього кольорів

3) *Насиченістю* хроматичного кольору називають *ступінь відмінності цього кольору від ахроматичного сірого, рівного йому за світлотою*.

Наприклад, якщо до жовтого додати небагато сірого, рівного йому за світлотою, то отриманий жовтий колір буде помітно відрізнятися від початкового – він посіріє, стане менш жовтим, але світлота колірного тону не зміниться. Наприклад, на рис. 1.8 у кожній парі кольорів відтінок з більшою насиченістю розташований ліворуч.



Рисунок 1.8 Приклади різної насиченості кольорів

Зниження насиченості колірних тонів досягається додаванням не тільки сірого тону, але й будь-якого ахроматичного – від чорного до білого. У разі додавання чорного одержують темно-зелені, темно-сині, а білого – блідо-зелені, рожеві тони.

Насиченість у зв'язку з хроматичністю показує, як колір виглядає в різних умовах освітленості. Так, кімната, забарвлена в один колір, вночі виглядатиме інакше, ніж вдень. Впродовж дня, попри те, що колір буде незмінний, його насиченість мінятиметься.

Цю властивість кольору також називають *інтенсивністю (intensity)*. Насиченість не має відношення до слів “темний”, “світлий”. Замість цього прийнято використати слова “блідий”, “слабкий” і “чистий”, “сильний”.

Насиченість описує силу кольору відносно його світлоти або яскравості (рис. 1.9).

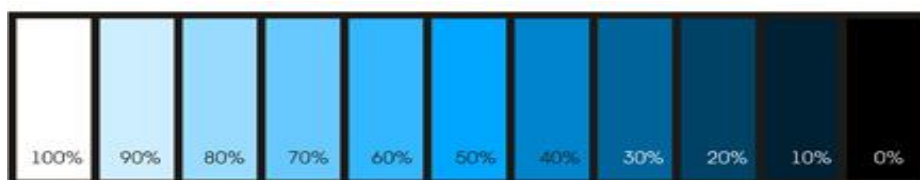


Рисунок 1.9 Зміна світлоти кольору при рівній насиченості

Характеристика кольору “живий” або “повний” є не чим іншим, як відсутністю домішки сірого або його відтінків. Важливо відмітити, що насиченість вимірюється уздовж ліній однакової яскравості (рис. 1.10). Показано зміну насиченості кольору при однаковій світлоті.

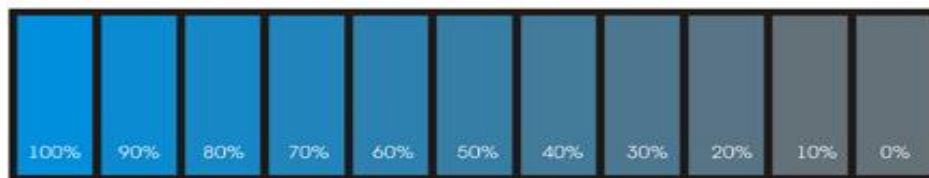


Рисунок 1.10 Зміна насиченості кольору при однаковій світлоті.

Колірний тон, світлота й насиченість кольору залежать не тільки від спектрального складу випромінювання, але й від умов спостереження, стану спостерігача, кольору фону об'єкта й інших факторів. Найменша зміна однієї із цих величин спричиняє зміну кольору.

Хроматичні кольори, які в оптичному змішуванні дають ахроматичний колір називаються *взаємодоповнюючими*.

Додатковими властивостями хроматичних кольорів є *колірна яскравість* та *контрастність*.

Колірна яскравість – це інтенсивність кольору або наскільки світлим чи темним він виглядає. У разі менших значень яскравості колір затемнюється, створюючи те, що нами сприймається як темний відтінок.

Контрастність – це взаємовідношення між світлою й темною інформацією. Чим більша різниця між двома тонами, тим вища контрастність.

Розрізняють *загальну* й *спеціальну контрастність* (між сусідніми пофарбованими областями). Наприклад, світлий тон, що перебуває поруч із темним, здається ще світлішим, а темний, що перебуває поруч зі світлим – ще темнішим.

Існує два види колірної контрастності – *світлотний* і *хроматичний*.

Світлотним контрастом (контрастом за світлотою) називається зміна світлоти під дією сусідніх кольорів.

Світлотний контраст виникає за наявності між двома кольорами тональної різниці. Коли дані кольори існують у парі, то вони підвищують яскравість один одного. Наприклад, якщо три сірих квадратики однакової світлоти помістити один на чорний, інший на білий, а третій на сірий фон, то можна побачити, що всі три сірих квадратики будуть виглядати неоднаково, будуть мати різну світлоту, а саме: сірий квадратик на чорному фоні буде виглядати світліше, ніж на білому, а на сірому – не зміниться (рис. 1.11).

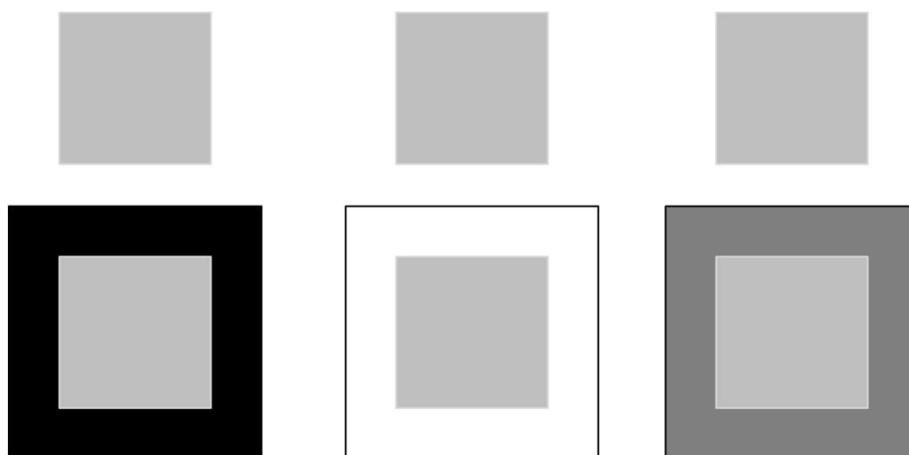


Рисунок 1.11 Світлотний (ахроматичний) контраст

Таким чином, суть одночасного світлового контрасту (ахроматичного) полягає у тому, що світлий об'єкт на темному фоні здається світлішим, ніж є насправді, а темний на світлому – темнішим.

Зміну лінійних розмірів фону й об'єкта, поміщеного на даний фон, називають *ірадацією*.

Наприклад, чим менший об'єкт, тим він здається темнішим і навпаки; також спостерігаємо збільшення розмірів світлих фігур на темному (чорному) фоні порівняно з темними фігурами рівної величини на білому фоні (рис. 1.12).

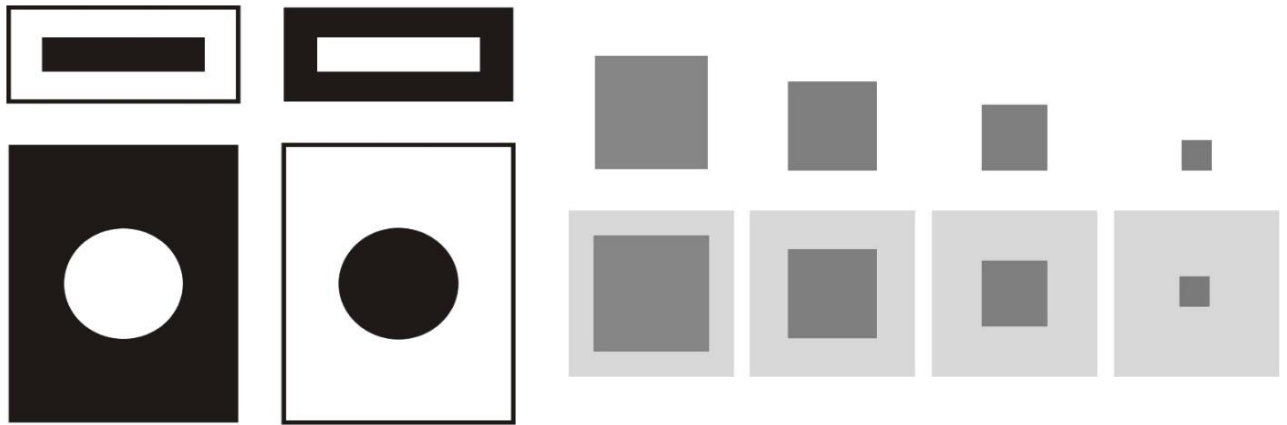


Рисунок 1.12 Ефекти іррадації

Хроматичним контрастом називають зміну колірному тону або насиченості кольору під дією сусідніх хроматичних кольорів.

Наприклад, якщо однакові квадратики сірого паперу покласти на різні хроматичні фони, то на червоному фоні сірий тон буде здаватися зеленуватим, на жовтому – синюватим, на синьому – жовтуватим, на зеленому – рожевим. Таким чином, відбувається зміна тону сірих квадратиків під впливом різного фарбування фону й сірий тон здобуває відтінок додаткового кольору відносно фону (рис. 1.13).

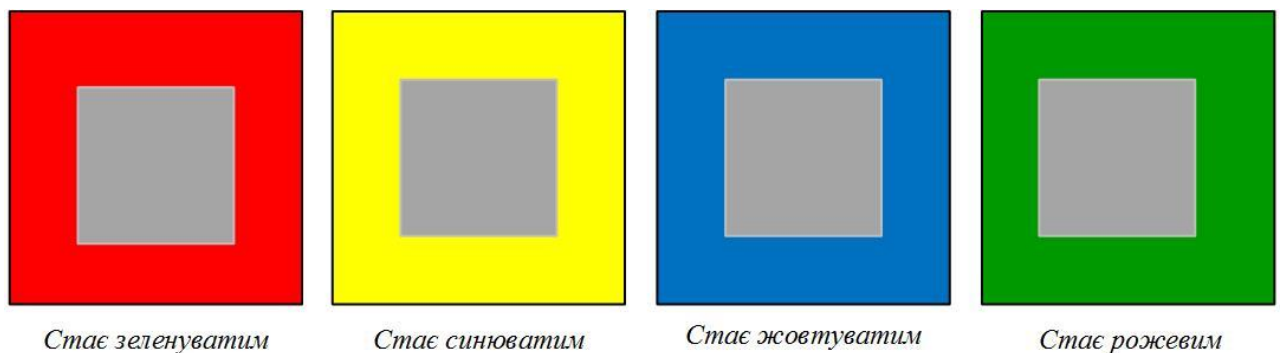


Рисунок 1.13 Хроматичний контраст

Наслідки хроматичного контрасту:

- 1) якщо фігура ахроматичного кольору оточена хроматичним фоном, то її колір змінюється ближче до кольору, додаткового до кольору фону;
- 2) якщо фігури й фон пофарбовані в додаткові кольори (наприклад, фігура пофарбована в зелений колір, а фон – у червоний), то колір, перебуваючи на фоні свого додаткового кольору, зберігає свій колірний тон, здобуваючи більшу насиченість. Зелений колір фігури не змінює свого колірного тону, а навпаки, здається ще більш зеленим, тобто стає більш насиченим (рис. 1.14);
- 3) будь-який колір, перебуваючи на фоні однакового з ним колірного тону, але більшої насиченості, втрачає частину своєї насиченості (рис. 1.15).

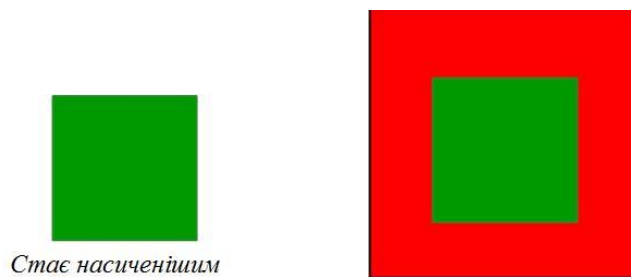


Рисунок 1.14 Колір на фоні свого додаткового кольору стає більш насиченим

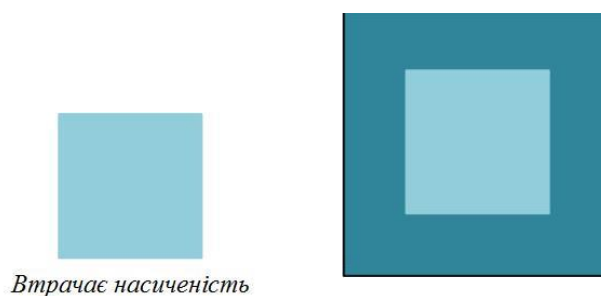


Рисунок 1.15 Колір на фоні того ж колірному тону втрачає насиченість

Колірний контраст за насиченістю особливо помітний під час зіставлення ахроматичних кольорів із хроматичними (на чорному фоні будь-який колір знижує свою насиченість, а на білому або світло-сірому – підвищує) [3]. Даний ефект використовують, коли потрібно підсилити чистоту певного кольору (рис. 1.16).

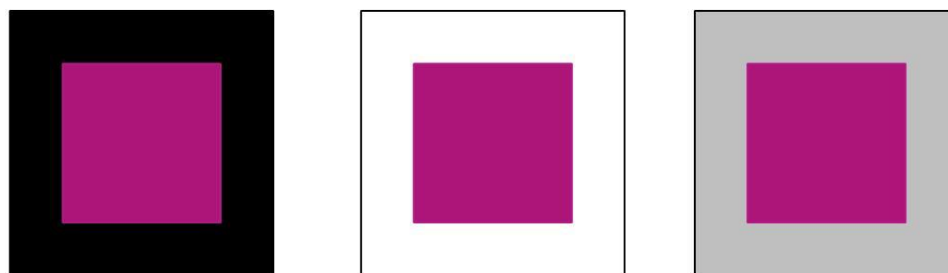


Рисунок 1.16 Колірний контраст за насиченістю

1.3 Особливості кольору

Виділяють категорію *невласних характеристик кольору*, які виникають внаслідок емоційної реакції під час його сприйняття. Так, кольори бувають виступаючі й відступаючі, гарячі й холодні, світлі й темні тощо – ці характеристики важливі поліграфістові для коректного формування та представлення вигляду поліграфічної продукції з метою передбачення й управління реакцією реальних (або латентних) споживачів даної продукції [3].

Серед ахроматичних тонів світлі сприймаються як такі, що *наближаються*, а темні – як такі, що *віддаляються*.

Теплі кольори (рис. 1.17) здаються більш близькими (*виступаючими*), а холодні – більш далекими (*відступаючими*).



Рисунок 1.17 Теплі (виступаючі) та холодні (відступаючі) кольори

З насичених кольорів хроматичного ряду найбільшою здатністю наближати поверхню володіють жовтогарячий і жовтий кольори, а найбільшою здатністю віддаляти поверхню – синій колір і, в дещо меншою – бірюзовий (рис. 1.18).

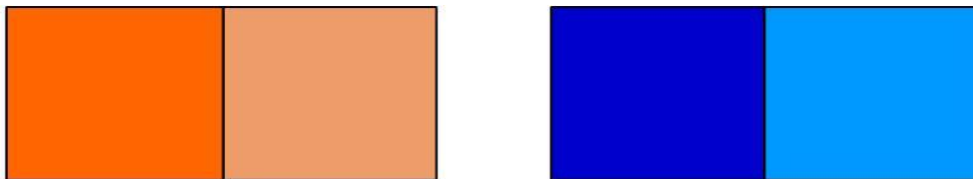


Рис. 1.18 Жовтогарячий із білим здається менш близьким, ніж насичений жовтогарячий, синій із білим – менш віддаленим, ніж насичений синій

Основними *групами невластних характеристик кольору* є (рис. 1.19):

- гарячі/холодні кольори;
- теплі/прохолодні кольори;
- світлі/темні кольори;
- приглушені/яскраві кольори.



Рисунок 1.19 Групи невластних характеристик кольору

Гарячі кольори здаються такими, що виступають за площину зображення, їх часто використовують у графічних зображеннях і дизайні. Гарячі кольори сприяють підвищенню кров'яного тиску й стимулюють нервову систему. До таких кольорів належить червоний.

До *холодних кольорів* належить насичено синій. Він дає відчуття сили, заспокоює (рис. 1.20).

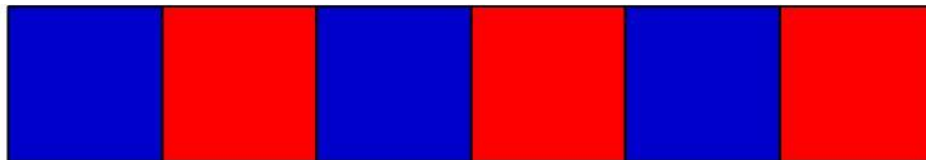


Рисунок 1.20 Розміщені поруч один із одним гарячий і холодний кольори створюють ефект вібрування поверхні зображення

Усі гами, які містять червоний, створюють відчуття тепла (рис. 1.21).

До *тепліх кольорів* належать: червоно-жовтогарячий, жовтогарячий і жовто-жовтогарячий. Вони комфортні, імпульсивні й привітні.



Рисунок 1.21 У разі зіставлення жовтого із червоним виявляється відмінність теплих кольорів від гарячих

В основі *прохолодних кольорів* лежить блакитний (рис. 1.22).



Рисунок 1.22 Прохолодні кольори

Додаванням у прохолодні кольори жовтого утворюються жовто-зелені, зелені й зелено-блакитні кольори (рис. 1.23). Прохолодні кольори дають відчуття відновлення, глибини й комфорту.



Рисунок 1.23 Прохолодні кольори з додаванням жовтого

Група *світлих кольорів* базується на пастельних тонах. Колір ледь позначений, відтінки здаються повітряними й легкими.

Світлі кольори викликають відчуття заспокійливості, розслаблення й спокою (рис. 1.24).

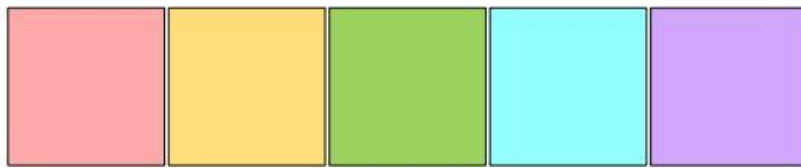


Рисунок 1.24 Світлі кольори

До *темних кольорів* належать ті колірні комбінації, в композиції яких міститься чорний колір. Вони, ніби закривають простір і роблять його меншим. Ці кольори позначають серйозність і концентрацію (рис. 1.25).



Рисунок 1.25 Темні кольори

Група *приглушених кольорів* містить колірні комбінації, в композиції яких наявно приблизно 65% білого кольору. Вони мають приглушений характер, завдяки цьому їх називають м'якими, романтичними. До приглушених кольорів належать: колір слонової кістки, світло-блакитний, рожевий та ін. (рис. 1.26).

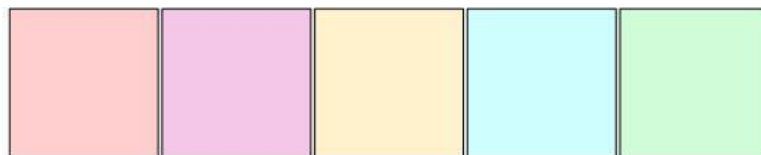


Рисунок 1.26 Приглушені кольори

Кількість чистого кольору в гамі вимірюють його яскравістю. Світлість *яскравих кольорів* досягається за рахунок відсутності сірих і чорних фарб. Блакитні, червоні, жовті й жовтогарячі – це інтенсивні кольори. Яскраві кольори привертають увагу, вони підходять для використання в пакуванні і рекламі.

Кожен колір має особливу властивість – *щільність (вагу)*. Темні кольори, звичайно, важче світлих. Так, лабораторні досліди, що проводилися ще в 1907 році, показали, що люди сходяться на думці щодо умовної ваги кольорів. Червоний був визнаний найважчим, за ним ішли рівні за вагою жовтогарячий, синій і зелений, потім – жовтий і останнім – білий.

Колір змінює уявлення про дійсні *розміри предметів*, причому кольори, що здаються важкими, зменшують ці розміри.

1.4 Контрольні запитання і тестові завдання

1. Дайте визначення поняття “колір”, враховуючи різнобічні аспекти його розгляду.
2. Розкрийте змістовне навантаження кожної з властивостей хроматичних кольорів.
3. Поясніть різницю між світлотним і хроматичним колірними контрастами та наведіть відповідні приклади.
4. Чим відрізняється тон від відтінку?
5. Охарактеризуйте такі категорії: “гарячі”, “холодні”, “теплі”, “прохолодні”, “світлі”, “темні”, “приглушені” кольори та специфіку їх використання за трьома напрямками – листівка, етикетка і плакат.
6. Які кольори ми називаємо теплими?
 - а) червоний, помаранчевий, жовтий;
 - б) зелений, синій, голубий;
 - в) чорний, сірий, білий.
7. Насиченістю хроматичного кольору називають –
 - а) ступінь відмінності цього кольору від ахроматичного сірого;
 - б) властивість кольорової поверхні відбивати більшу або меншу кількість падаючих променів світла;
 - в) інтенсивність кольору або наскільки світлим чи темним він виглядає.
8. Відтінки утворюються при:
 - а) додаванні чорного або сірого кольорів до кожного з базових кольорів;
 - б) додаванні наростаючими частками білого кольору до кожного з кольорів спектра;
 - в) додаванні чорного кольору до кожного з кольорів спектра.
9. Будь-який колір, перебуваючи на фоні однакового з ним колірного тону, але більшої насиченості
 - а) втрачає частину своєї насиченості;
 - б) стає більш насиченим;
 - в) не змінюється.
10. Які кольори є додатковими?
 - а) жовтий, червоний, синій;
 - б) помаранчевий, зелений, фіолетовий;
 - в) синій, помаранчевий.

РОЗДІЛ 2 ОСНОВИ ТЕОРІЇ КОЛІРНОГО ЗОРУ

2.1 Зв'язок між спектральним складом випромінювання і його кольором

Характер колірної сприйняття пов'язаний зі спектральним складом діючого на око світла й з властивостями зорового апарату людини.

Кольори, які людина бачить під час розщеплення сонячного світла за допомогою призми, називають *спектральними кольорами*. Це червоний, жовтогарячий, жовтий, зелений, блакитний, синій і фіолетовий. Цю комбінацію часто зводять до трьох кольорів: червоний, зелений і синьо-фіолетовий, які є основними кольорами адитивної системи кольорів.

Базуючись на тому, що колір – це форма світлової енергії, переданої у вигляді хвиль та колір – властивість спектрального складу випромінювань, що не розрізняються візуально, доцільно говорити про вплив спектрального складу на результуючий колір.

На рис. 2.1 кольори випромінювань зіставлені із їх спектральними інтервалами. Деякі хвилі не можна побачити людським оком, наприклад, в інфрачервоного світла довжини хвиль занадто великі, а в рентгенівських променів – занадто малі. Між ними й перебуває видимий спектр.

За інтервалом, який займає випромінювання, колір можна вказати цілком однозначно: якщо тіло випромінює або відбиває в межах 565 – 580 нм, то колір його завжди жовтий. Однак зворотний висновок буде не завжди правильним: за відомим кольором випромінювання неможливо впевнено вказати його спектральний склад або довжину хвилі. Наприклад, якщо випромінювання жовте, це не означає, що воно займає названий інтервал або його частину, тому що жовтою виглядає й суміш монохроматичних випромінювань, що перебувають поза цим інтервалом: зеленого (546 нм) із червоним (760 нм) у разі певних їх співвідношень.

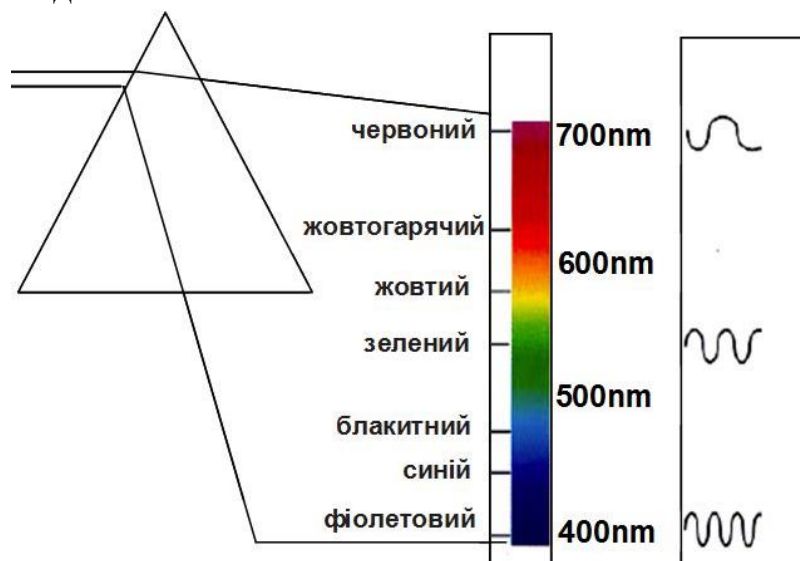


Рисунок 2.1 Кольори випромінювань та їх спектральні інтервали

Теорія колірного зору пояснює, чому ділянка спектра, що перебуває в межах 380–760 нм, робить світлову дію й з якої причини людина бачить випромінювання в діапазоні 380–450 нм фіолетовим, 450–480 нм – синім і т. д.

Сутність теорії колірного зору полягає в тому, що світлочутливі нервові закінчення, що перебувають в одній з оболонок ока й мають назву *фоторецептори*, реагують тільки на випромінювання видимої частини спектра. Око містить три групи рецепторів, з яких одна найбільш чутлива до інтервалу 400–500 нм, інша – 500–600 нм, третя – 600–700 нм. Рецептори реагують на випромінювання відповідно до їх спектральної чутливості, і відчуття всіх кольорів виникають у результаті комбінації трьох реакцій.

У мозку людини видимий спектр розподіляється на три домінуючі області: червону, зелену й синю, а за цими кольорами потім обчислюється *сукупна колірна інформація* (рис. 2.2).

Білий колір є комбінацію всіх довжин хвиль видимого спектра. Коли світло потрапляє на несвітловий об'єкт (такий, як папір або фарба), хвилі деяких довжин поглинаються матеріалом, а інші – відбиваються від нього, і поглинені хвилі створюють *видимість кольору*.

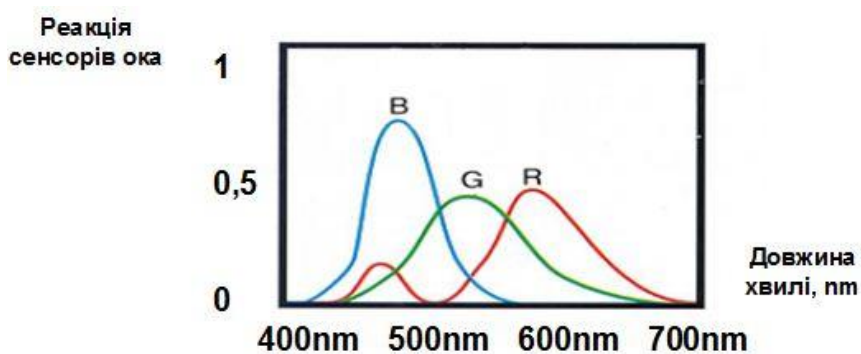


Рисунок 2.2 Функція реакції людського зору на три основні колірні області (R, G, B)

Різні за якістю джерела світла, що відбивається від об'єкта, значно впливають на довжини хвиль, що вийшли в результаті відбиття, і, як наслідок, на сприйняття кольору. Наприклад, якщо махати тим самим предметом, що має певний колір, перед двома різними джерелами світла, створюється враження, що предмет у кожному випадку має інший колір.

Однак залишається не вирішеним питання, яким же чином відбувається процес формування колірної інформації у людини? На це питання дозволяє дати відповідь матеріал, що стосується фізичного шляху утворення кольору.

2.2 Око як відтворююча система

Під час розгляду питань сприйняття й опису кольору виокремлюють фізичні й фізіологічні аспекти. За допомогою колориметра можна визначити фізичні характеристики кольору, але як їх інтерпретує мозок людини (сприйняття кольору) – можна тільки уявити. Багато науково-дослідних груп

працювали над створенням моделей, що описують вимірювальний інструмент “око” і сприйняття кольору мозком.

Через очі надходить 78% всієї інформації, яку людина сприймає з навколишнього світу, інші 22% припадають на слух, дотик, нюх та смакові відчуття. Причому в процесі оптичного зору всі ці почуття постійно включаються в роботу, підсумовуючи інформацію, необхідну для запам’ятовування й класифікації зорових образів.

Основний принцип виникнення зорового колірного відчуття: коли світло падає на об’єкт, то частина світлового потоку поглинається пігментами об’єкта, а частина, відбиваючись, потрапляє в око, викликаючи відчуття кольору (рис. 2.3).

Колбочки сітківки, тобто фоторецептори людського ока, здатні розпізнавати не всі кольори, а в основному такі, як червоний, зелений і синій. А що стосується мозку, то *колір* – це відповідний сигнал нейрона, викликаний у результаті збудження колбочок світловим сигналом. Невеликі генетичні розходження в цих мікроскопічних комірках пояснюють, чому дві людини, дивлячись на той самий предмет за тих же самих умов, можуть бачити його по-різному.



Рисунок 2.3 Процес виникнення зорового колірного відчуття

Процес сприйняття кольору: очна лінза (*кришталік*) дає оптичне зображення спостережуваного предмета, що системою нервових закінчень, які перебувають в одній з оболонок ока, перетворюється в сигнали (рис. 2.4).

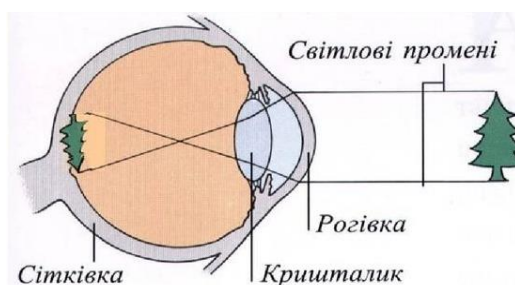


Рисунок 2.4 Сприйняття кольору

Сітківка складається з шару *нейронів* товщиною 0,2 мм, з’єднаних зоровим нервом з корою головного мозку. Нейрони закінчуються *рецепторами* і перетворюють світлову енергію в енергію збудження (електричні імпульси),

яка по зоровому нерву передається в мозок, де збуджують світлові відчуття, з яких складається *зоровий образ об'єкта*.

Світлочутливі рецептори бувають двох типів: довгі й тонкі – називаються *паличками*, товсті й короткі – *колбочками*. Палички забезпечують чорно-білий зір, колбочки – як чорно-білий, так і кольоровий.

Світлова чутливість паличок і колбочок різна. Палички працюють за умов низької освітленості й “вимикаються” за умов високої. Ці рецептори забезпечують так званий *сутінковий зір*, коли освітленість невелика. У напівтемряві не розрізняються кольори, погано видні деталі. Це пояснюється тим, що палички розташовуються на сітківці значно рідше, ніж колбочки, і розрізняльна здатність паличкового апарата набагато нижча. Колбочковий зір називається *денним*. За умов високої освітленості, коли починають діяти колбочки, око розрізняє кольори й дрібні об'єкти.

Таким чином, *зоровий образ об'єкта складається зі світлових відчуттів, викликаних імпульсами, переданими в потиличні доли мозку*.

Здатність ока реагувати на малий потік випромінювання називається *світловою чутливістю* (S_n).

Вона визначається як величина зворотна *граничній яскравості* (B_n), за умови, що кут зору $\alpha \geq 50^\circ$.

$$S_n = (1/B_n)_{\alpha \geq 50^\circ} \quad (2.1)$$

Граничною називається та *найменша яскравість* об'єкта, наприклад світлової плями, за якої воно може бути виявлено з достатньою ймовірністю на абсолютно чорному фоні.

Реакція ока, що виражається у виникненні світлового відчуття, залежить, по-перше, від *потoku випромінювання* (Φ_λ), що впало на сітківку, по-друге, від тієї частки потоку, яка впливає на рецептори. Ця частка є *спектральною чутливістю* (k_λ).

Добуток $k_\lambda \times \Phi_\lambda$ визначає характеристику потоку випромінювання, пов'язану з рівнем його світлової дії, яка називається *світловим потоком* (F_λ):

$$F_\lambda = k_\lambda \times \Phi_\lambda \quad (2.2)$$

Абсолютне значення спектральної чутливості визначають відношенням:

$$k_\lambda = F_\lambda / \Phi_\lambda \quad (2.3)$$

Зорова система людини здатна адаптуватися до дії різних факторів і передусім різного рівня освітленості. Так, людина досить добре бачить вночі при освітленні вуличним ліхтарем і *1 лк*, яке в *100000* разів є меншим ніж при яскравому сонці. Людина може орієнтуватися навіть вночі тільки при світлі

зірок, яке в мільйони разів є меншим ніж в сонячний день. Розрізняють світлову, темнову та хроматичну адаптацію.

2.3 Особливості візуального сприйняття. Оптичні ілюзії

Сприйняття кольору прийнято визначати як *почуттєве відчуття, ініційоване кольором у свідомості людини.*

Через те, що оптичний кут чіткого зору ока вкрай малий (усього 1,5 градуса), око перебуває в постійному русі, систематично обстежуючи окремі деталі об'єкта спостереження, з метою відтворення загального, цілісного образу.

Особливість візуального сприйняття полягає в тому, що сприймаюча система (зоровий аналізатор) має тенденцію групувати зорові елементи в прості поняття. Людина підсвідомо групує сенсорні дані в готові об'єкти, шукає й відкриває закономірність у випадковому.

Серед факторів, які впливають на сприйняття об'єктивної структури плоских зображень і об'ємних форм, особливе місце займають психофізіологічні особливості зору. Людині притаманно піддаватися зоровим обманам – оптичним ілюзіям. Сутність їх полягає в неспівпаданні дійсної геометричної і зорової рівності ліній, фігур, прогалін між ними, елементів (фігур), заповнених графічним матеріалом і залишених чистими (іррадіація світла).

Багато ілюзій було виявлено і описано більше ста років тому. Однак повного і загальноприйнятого розуміння того, чому подібні малюнки спотворюють сприйняття зорової системи, немає до цього часу. Усі оптичні ілюзії можна умовно поділити на дві групи:

- спотворення власне фігури без фону;
- спотворення фігури, викликане певним фоном.

Найвідомішим з малюнків такого роду є стріли Мюллера – Лаєра (рис. 1). Це пара стріл, древка яких однакової довжини, але у одній стрілі наконечники розходяться, а у другій – сходяться. Стріла з наконечниками, які розходяться здається довшою, хоча фактично обидві стріли однакової довжини.

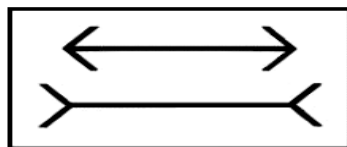


Рисунок 2.5 Стріли Мюллера – Лаєра

До характерних ілюзій належать також наступні:

- предмет і його частини сприймаються по-різному в залежності від оточуючих елементів (закон контрасту), зокрема, уявна зміна площі однакових кіл, розміщених серед кіл різної величини (рис. 2.6);

- квадрат, здається вищим за коло, хоча висота першого рівна діаметру другого (рис. 2.7);

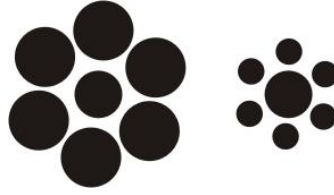


Рисунок 2.6 Уявна зміна площі однакових кіл, розміщених серед кіл різної величини



Рисунок 2.7 Квадрат виглядає вищим за коло

- зорові помилки при оцінці розмірів рівних за довжиною ліній сторін трикутника, квадрата и п'ятикутника (враження зростання розміру сторін від фігури до фігури) (рис. 2.8);



Рисунок 2.8 Зорові викривлення: сторони трьох фігур рівні

- зорова нерівність суміжних прямих кутів, розділених і нерозділених пучком ліній (рис. 2.9);



Рисунок 2.9 Зорова нерівність прямих кутів

- візуальна деформація сторін квадрату при перетині штрихами, які утворюють тупі кути (закон оптичного збільшення розмірів гострих кутів) (рис. 2.10).

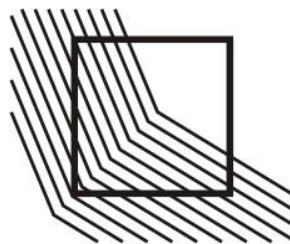


Рисунок 2.10 Квадрат здається викривленим

- уявне розходження догори вертикальних паралельних ліній значної протяжності, що підсилюється лініями під кутом до них (“будинок-висотка”) (рис. 2.11);

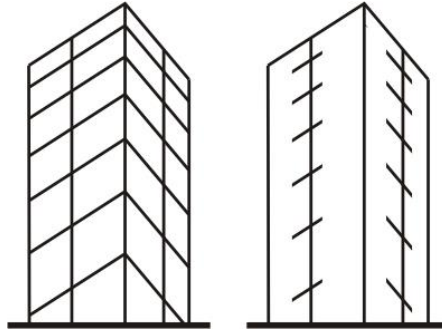


Рисунок 2.11 Уявне розходження догори вертикальних паралельних ліній значної протяжності

Знання основних перцептивних ілюзій та володіння арсеналом корекції візуальних викривлень допомагають створювати об’єкти (від найпростіших плоских до багатопланових об’ємно-просторових) де краса і гармонія є необхідним моментом для забезпечення духовно-психологічного комфорту.

Так, наприклад, в засобах візуальної комунікації літера О та інші літери, цифри, знаки і графічні елементи, що мають округлу форму, повинні виступати знизу і зверху за лінію рядка, щоб здаватися рівними по висоті сусіднім прямокутним літерам і елементам.

Товщина штрихів світлих написів, індексів, розміри інших графічних елементів через ефект іррадації на темному тлі мають бути меншими, ніж темних – на світлому (приблизно на 1/3). Штрих здається тим тоншим, чим сильніший контраст яскравості світлого і темного.

Врахування особливостей оптичних ілюзій, які виникають під впливом психофізичних явищ іррадації, контрасту, зорової пам’яті та ін., дозволяє впливати на зорове сприйняття розмірів.

Найбільш характерні засоби досягнення певного ефекту за рахунок графіки (візерунка) наступні:

- картатий або лінійний візерунок на поверхнях викликає постійну подразнюючу дію на зір (рис. 2.12);

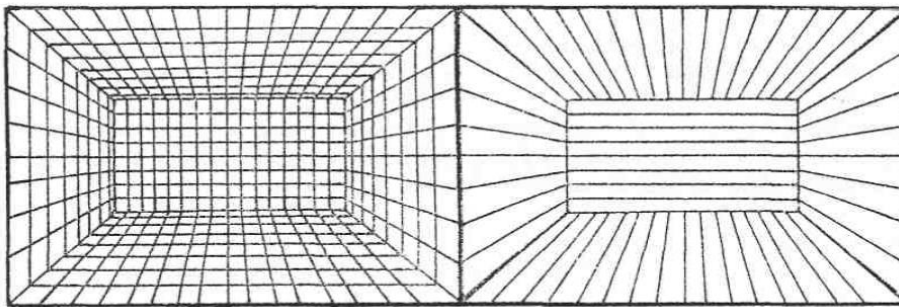


Рисунок 2.12 Постійна подразнююча дія на зір за рахунок графіки

- світла кімната здається просторішою;
- вертикальні смуги видовжують;
- горизонтальні смуги створюють враження пониження;
- строкатість викликає відчуття неспокою, безладу, зменшення обсягу;
- затемнення вгорі давить психологічно, створює відчуття нестабільності;
- картатий візерунок або затемнення внизу надає стабільності, статичності (рис. 2.13);

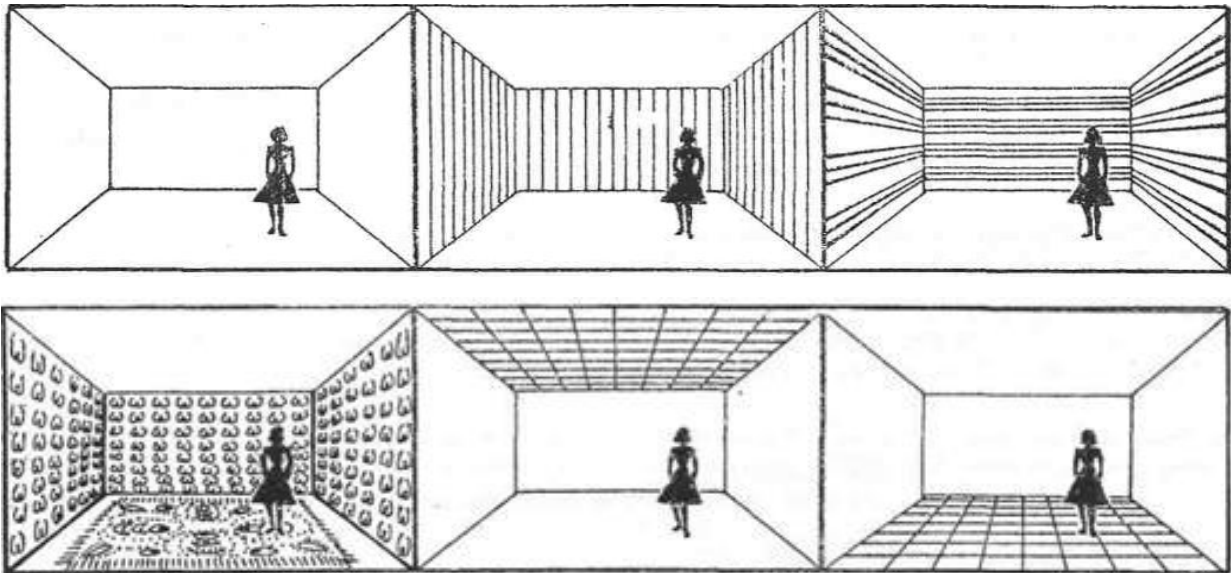
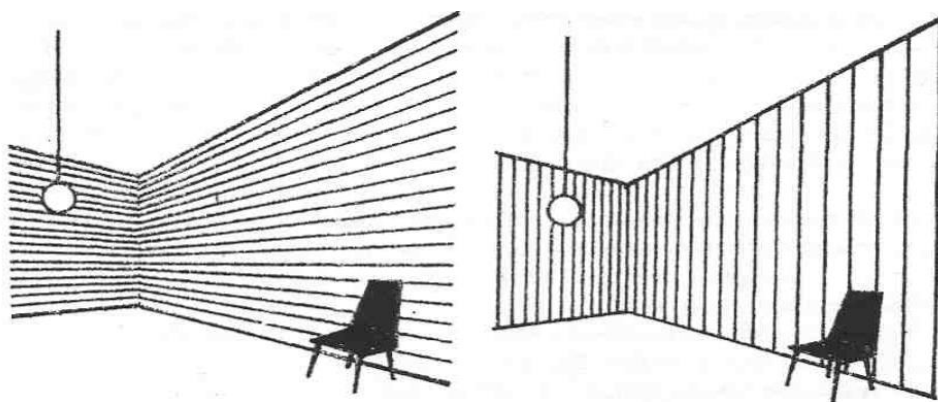


Рисунок 2.13 Характерні засоби досягнення певного ефекту в сприйнятті за рахунок графіки (візерунка)

- горизонтальні лінії, що повторюються створюють враження руху, динамічності простору;
- вертикальні лінії, що повторюються створюють враження спокою, статичності простору (рис. 2.14).



а)

б)

Рисунок 2.14 Приклади створення ілюзії руху і динамічності простору (а), спокою і статичності простору (б)

Розглянемо, як приклад, ілюзію створення глибини завдяки лініям та кольору (рис. 2.15).

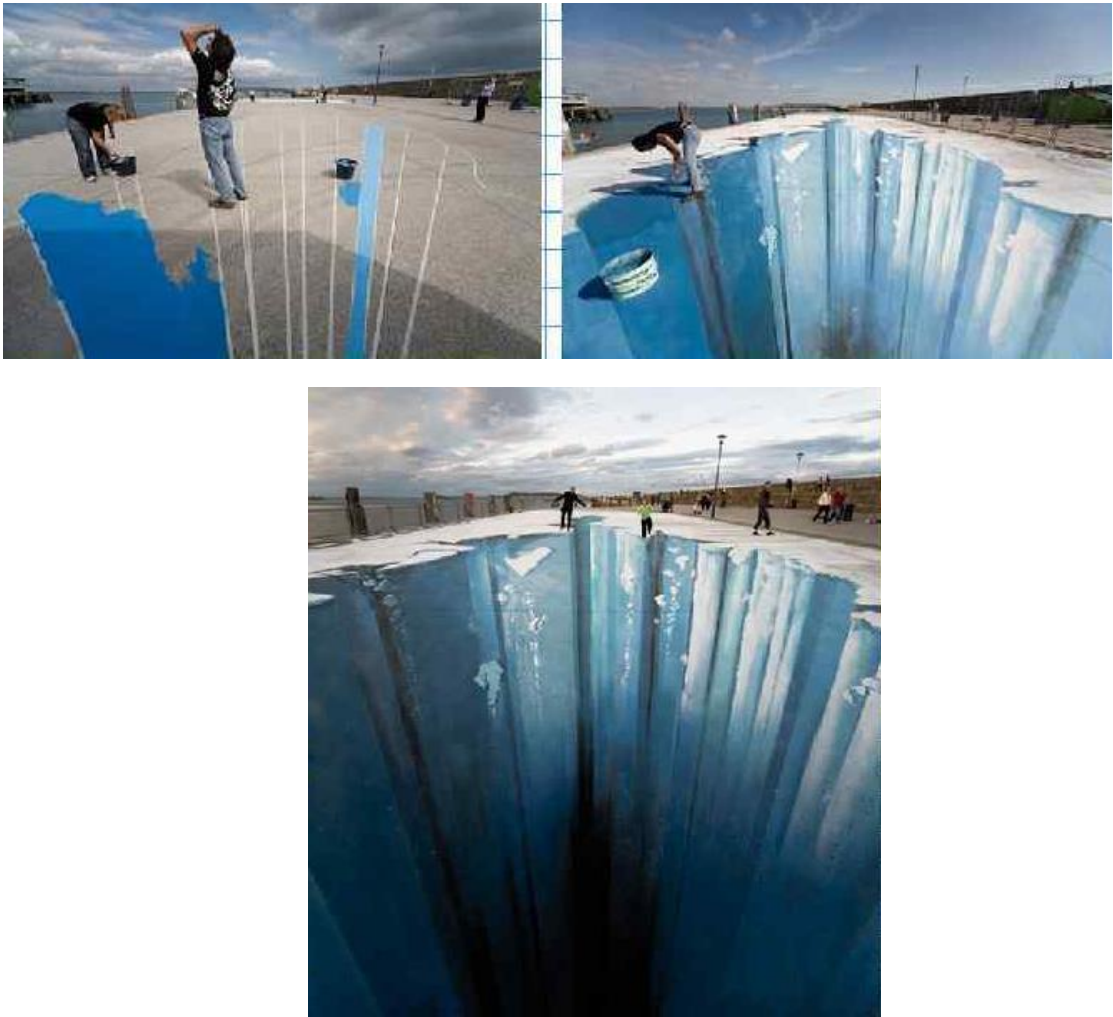


Рисунок 2.15 Ілюзія глибини

Людина в якості спостерігача поводить себе так, як би в її нервовій системі були деякі вроджені властивості, які дозволяють їй певним чином структурувати інформацію, що надходить і задавати певний режим сприйняття.

Розглянемо деякі приклади.

Близькість. Якщо елементи розташовані близько один від одного, то вони будуть сприйматися як єдина форма. Одна й та ж кількість кружків може бути згрупована по-різному (рис. 2.16). На рисунку ми бачимо одну фігуру, сформовану з горизонталей, а другу з вертикалей.

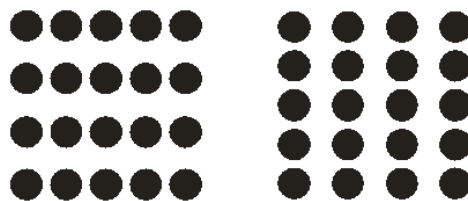


Рисунок 2.16 Фігури, сформовані з горизонталей і вертикалей

Подібність. Розсіпані фігури можуть збиратися в єдину форму, але за умови, що це будуть фігури одного типу. Причому крупніші однакові фігури з країв допоможуть зібрати цю форму. Наприклад, не окреслена контуром квадратна форма (рис. 2.17), заповнена лише квадратами, буде сприйматися краще, ніж такого ж розміру, але заповнена упереміш і квадратами, і кругами.



Рисунок 2.17 Квадратні форми, не окреслені контуром

Замкнутість форми. В наведеному вище прикладі квадрати створюють цілісну картину, так як вони згруповані разом. Їх можна подумки окреслити контуром. Форма, яка не має контурів (рис. 2.18), буде сприйматися, як завершена дякуючи здатності людини добудовувати зображення. Коли з двох можливих перцептивних організацій одна веде до утворення фігури з замкнутим контуром, а друга – з відкритим, то сприймається перша фігура. Особливо сильний вплив цього фактору, якщо контур до того ж має симетрію.



Рисунок 2.18 Форма, яка не має контурів

Простота форми. Проста форма сприймається краще. Трикутник з усіченими кутами (трапеція) все рівно буде сприйматися як трикутник. Простою вважається форма з найбільш очевидною побудовою. Її легше відтворити з заданих елементів, прийнятих за точки. Чотири точки, розташовані попарно на рівних відстанях одна від одної, зберуться в квадрат (рис. 2.19), а не в коло, трапецію чи іншу фігуру.

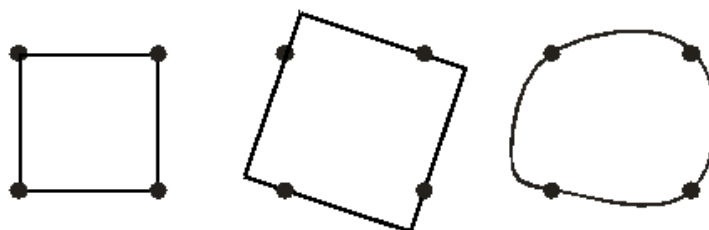


Рисунок 2.19 Проста (хороша) форма квадрат і невдалі форми

Направленість. Направленість елементів впливає на фактор групування. Фігури стріл, літаків або птахів, що летять в один бік, об'єднуються в цілісний образ руху. Безладно розташовані фігури на листі (рис. 2.20, б) не створюють єдиної форми, але орієнтація цих же стріл відносно однієї якоїсь точки або принцип паралельної композиції дозволяє побачити цілісну структуру (рис. 2.20, а).

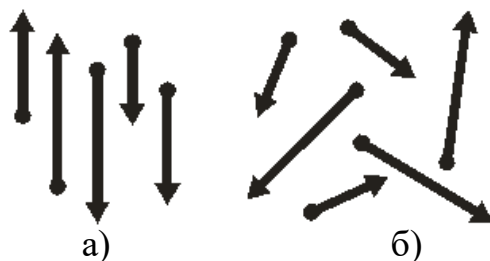


Рисунок 2.20 Направленість елементів:
а) за принципом паралельної композиції; б) безладна

Форма сприймається як цілісна структура, в першу чергу через її організацію, а не через формоутворюючі її елементи. Прямокутник з прямих паралельних ліній, утворених колами, буде сприйматися аналогічно, якщо утворюючі елементи ліній замінити квадратами або трикутниками такого ж розміру.

Форма і тло. Наша здатність бачити – це насамперед здатність виділяти видиму інформацію (форму) серед оточення (тла). Наше сприйняття картини засновано на тому ж принципі: щоб побачити її, потрібно розрізнити форму на тлі. Зображення може проявитися на тлі завдяки виділеному контуру. Саме зображення також має якийсь час утримувати увагу. Це можливо лише при дотриманні основних законів композиції. Відомий приклад датського психолога Едгара Рубіна – два чорних профіля і біла ваза між ними (рис. 2.21).

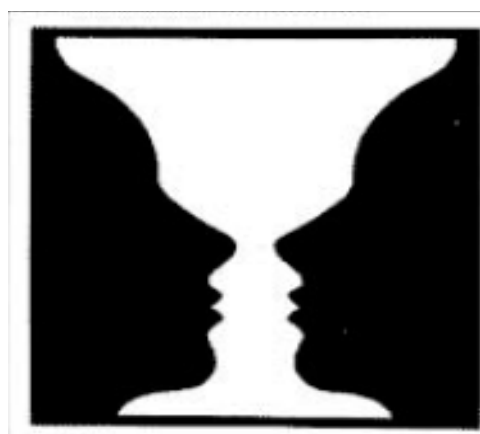


Рисунок 2.21 Профілі Е. Рубіна

В рівній мірі можна уявити, що профілі – основні фігури, а біла форма – тло за ними, або що біла ваза зображена на чорному тлі. І тло, і фігури в даному

випадку рівнозначні за своєю дією на глядача. Такі подвійні зображення, переставляючи акценти, створюють інтригу. В результаті формується зоровий ряд, який дозволяє і акумулювати увагу, і домогтися виразності (рис. 2.22).



Рисунок 2.22 Ілюзія двох профілів

Установка або поведінка спостерігача. В якості фігури легше виступають ті елементи, на які звернута увага спостерігача (рис. 2.23). Залежно від того, направлена увага спостерігача на лівий чи правий край малюнка, легше сприймається ряд колонок відповідно, з потовщенням чи звуженням посередині.

Під дією цього фактору, раз побачивши одну з можливих фігур, ми часто продовжуємо бачити її і в подальшому, навіть не підозрюючи про існування інших.



Рисунок 2.23 Залежно від напрямку уваги на лівий чи правий край рисунка сприймаються колонки з потовщенням чи звуженням посередині

Минулий досвід. Вплив цього фактору спостерігається у тих випадках, коли зображення має певний зміст. Прикладом може бути сприйняття загадкових картинок. Для недосвідченого спостерігача рисунок (рис. 2.24) являє собою випадкове нагромадження ліній, однак, як тільки він довідається, що на рисунку зображені солдат з собакою, які проходять повз діру в паркані, лінії об'єднуються в одне осмислене ціле.

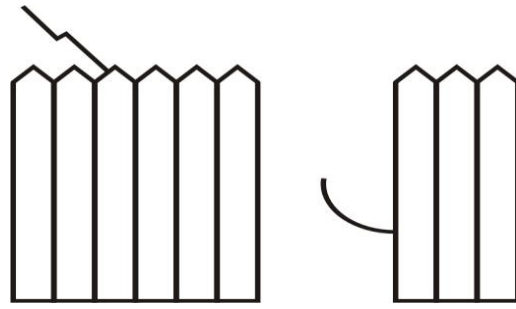


Рисунок 2.24 Загадковий малюнок – солдат з собакою проходять повз діру в паркан

Оптичні ілюзії можуть бути і кольоровими. Наприклад, куб Неккера (рис. 2.25) східці Шредера (рис. 2.26). Глядачеві незрозуміло, у якому ракурсі сприймати малюнки. Блакитна грань куба може бути і передньою, і задньою, східці як піднімаються вгору, так і спускаються вниз.



Рисунок 2.25 Куб Неккера



Рисунок 2.26 Східці Шредера

“Неможливі” оптичні ілюзії представлені на рис 2.27. При розгляді таких малюнків кожна окрема деталь здається цілком правдоподібною, проте при спробі простежити лінію, виявляється, що ця лінія вже, наприклад, не зовнішня, а внутрішня.

Різне розуміння цих малюнків – ілюстрація того, що сприйняття не визначається тільки сукупністю силуетів, швидше це динамічний пошук найкращої інтерпретації одержуваних сенсорних даних. Зорова система людини влаштована таким чином, що вона може побачити те, що хочемо побачити, а не те, що потрапляє в поле зору. Сприйняття кольору обумовлене не тільки стимуляцією ока певною довжиною хвилі й величиною інтенсивності світла. Необхідно розуміти, чи зображує сукупність колірних плям на сітківці який-небудь пізнаваний предмет, і тоді вступають у дію вищі рівні мозкових процесів. Свідомість людини добудовує простір, глибину й форму.

Зв'язок кольору й форми був доведений експериментально – на основі виникнення й дослідження так званого *ефекту Макколлоу*.

Даний ефект показує, що на якому-небудь етапі оброблення мозком зорових сигналів існує зв'язок між формою й кольором. Виходячи з ефекту

Макколлоу, припускають, що колір і форма аналізуються одночасно якою-небудь частиною зорової системи [3].



Рисунок 2.27 “Неможливі” оптичні ілюзії

Зміст ефекту Макколлоу: при розгляданні кольорового візерунка кожна точка сітківки піддається подразненню червоними й зеленими променями рівною мірою. Виходить, можна допустити, що в людському мозку існують нервові клітини, що реагують на смуги тільки певного кольору й певного напрямку. Уявлюваний колір похилої смуги залежить від відносної активності клітин, налаштованих на даний напрям, таких клітин, що розрізняються за сприйняттям кольору, який викликає у них реакцію. Поки спостерігач дивиться на кольоровий візерунок, клітини, що сприймають, наприклад, зелені смуги, нахилені під кутом 45° вправо (й інші, що сприймають червоні смуги, нахилені під кутом 45°), стомлюються. Після цього частина чорно-білого візерунка, нахилена під кутом 45° вправо, виглядає рожевою, тому що стомлені клітини посилають сигнал меншої сили. Кольори “прив’язані” до смуг і не йдуть за поглядом. Більше того, якщо повернути чорно-білий візерунок на 90° , то смуги в даній частині візерунка змінять уявлюване фарбування відповідно до зміни нахилу. Це показує, насамперед, що має значення не розміщення смуг, а центрування їх за осями. Таким чином, експериментально було доведено взаємозв’язок кольору й форми.

2.4 Контрольні запитання і тестові завдання

1. Що розуміють під сприйняттям кольору?
2. Наведіть приклади взаємозв’язку кольору та форми.
3. Які кольори є спектральними?
4. Від чого залежить характер колірного відчуття?
5. Поясніть сутність теорії колірного зору.

6. Опишіть процес фізіологічного утворення кольору, націленого на одержання зорового образу об'єкта.
7. Що розуміють під світловою чутливістю та світловим потоком? Наведіть відповідні формули.
8. Що таке колірна температура?
9. Що ми розуміємо під поняттям оптична ілюзія?
10. На які групи можна умовно поділити оптичні ілюзії?
11. Які ви знаєте характерні оптичні ілюзії?
12. Як можна використати знання основних перцептивних ілюзій в засобах візуальної комунікації?
13. Як створити ілюзію руху і динамічності простору?
14. Як створити ілюзію спокою і статичності простору?
15. Як створити відчуття зменшення обсягу?
16. Якої довжини промені світла викликають відчуття червоного кольору?
 - а) 480 нм;
 - б) 760 нм;
 - в) 580 нм.
17. Якої довжини промені світла викликають відчуття синього кольору?
 - а) 480 нм;
 - б) 580 нм;
 - в) 380 нм.
18. Людські очі сприймають світло у діапазоні хвиль
 - а) від 760 нм до 950 нм;
 - б) від 580 нм до 950 нм;
 - в) від 380 нм до 760 нм.
19. Адаптація ока до освітленості – це
 - а) підвищення збудженості нервового апарата ока;
 - б) зменшення рівня світлового потоку внаслідок реакції зіниць на світло;
 - в) пристосування рівня чутливості ока до інтенсивності освітленості.
20. Світловідчуття – це
 - а) здатність ока розрізнявати кольори;
 - б) здатність ока до сприйняття світла;
 - в) здатність ока розрізнявати окремо 2 об'єкта.
21. Зміна світлової чутливості ока при зміні освітленості називається
 - а) адаптацією;
 - б) контрастною чутливістю;
 - в) гостротою зору.
22. Скільки рецепторів колірного сприйняття збуджують хвилі видимого спектра світла?
 - а) один;
 - б) два;
 - в) три.

РОЗДІЛ 3 ФІЗИЧНА ПРИРОДА КОЛЬОРУ

3.1 Промениста енергія. Спектр енергії випромінювання

Що ж таке світло? Мудреці старовини відповідали на це питання з дивовижною одностайністю: світло – це *Бог*. Джерела світла обожнювалися в культурі усіх древніх народів: сонце, місяць, зірки, вогонь, блискавка персоніфікувалися в міфологічних образах Ярила, Атона, Митри, Брахмана, Ісиди, Іштар, Венери, Зевса та інших. Світло є енергія *Єдиного*. Світло – душа світу. Гете писав: “Кольори – діяння світла.”

Сучасна наука стверджує: *колір – це відчуття, що виникає в органі зору при дії на нього світла.*

Якщо сказати коротко, то світло – це одна з форм енергії. Прикладами інших форм енергії можуть бути кінетична енергія, яка передається вітром крилам вітряного млина, і хімічна енергія, яка знаходиться, зокрема, в автомобільному акумуляторі і придатна для перетворення на електричну енергію.

Світло є видом *променистої енергії*.

Промениста енергія – це електромагнітні коливання, які поширюються у просторі в вигляді взаємопов’язаних електричних і магнітних сил, направлених в різні боки від джерела випромінювання.

На рис. 3.1 наведені різні типи променистої енергії електромагнітного випромінювання. Увесь діапазон називається *електромагнітним спектром*.

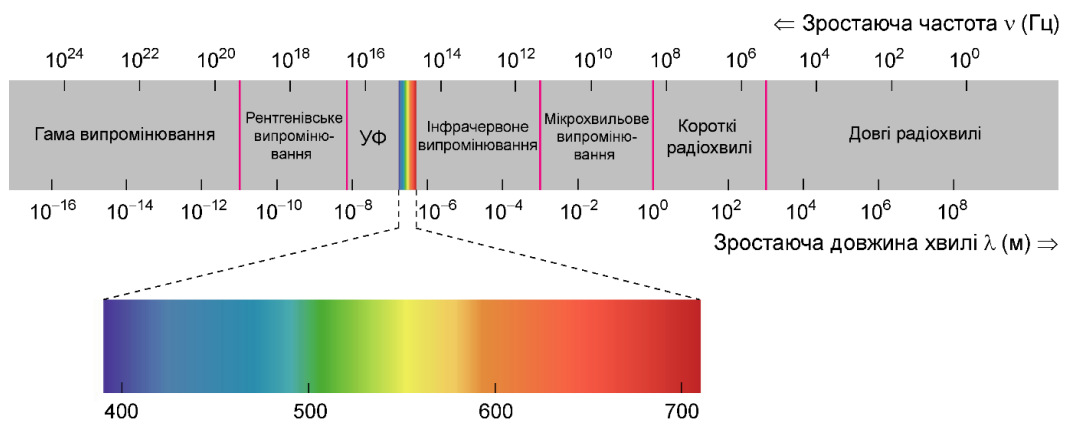


Рисунок 3.1 Електромагнітний спектр

Відносно невелика ділянка цього діапазону, який виступає як видима промениста енергія(світло), називається *видимим спектром*.

Визначення світла як “*видимої променистої енергії*” означає, що візуальна система людини реагує на нього в процесі бачення. При цьому ця система не реагує на радіохвилі, на інфрачервоне і ультрафіолетове випромінювання, на рентгенівські і гамма-промені, проте усі вони можуть завдати зору шкоди. Тільки видиме світло є стимулом зору. Частина сонячного

випромінювання, проникаючи крізь земну атмосферу, складається в основному з видимого, інфрачервоного і ультрафіолетового випромінювань. Видимий спектр займає його малу долю.

Електромагнітне випромінювання має хвилеподібний характер. І певна довжина хвиль відповідає окремим кольорам спектру (табл. 3.1).

Табл. 3.1 Класифікація хвиль спектру на основі довжини хвилі

Довжини хвиль світла, що поглинається, (нм)	Частота коливань в н/м в секунду	Колір випромінювання, що поглинається	Додатковий колір
380 - 430	760 - 800 млрд.	фіолетовий	жовто-зелений
440 – 450	700 - 760 млрд.	синій	жовтий
460-480	650-700 млрд	блакитний	жовтий
490 - 530	590-650 млрд	зелений	пурпурний
550-580	520- 590 млрд.	жовтий	синій
590 - 640	470 - 520 млрд	помаранчевий	зелено-синій
650 – 760	400 - 470 млрд.	червоний	синьо-зелений

Один нанометр дорівнює одній мільйонній частині міліметра ($1 \text{ нм} = 0,0000001 \text{ мм}$, $1 \text{ мм} = 0,1 \text{ см}$), або одній мільярдній частині метра ($1 \text{ нм} = 0,000000001 \text{ м}$).

3.2 Температурне випромінювання. Колірна температура

Найбільш розповсюдженими джерелами світла є нагріті тіла, які випромінюють велику кількість фотонів. Багато джерел світла, в тому числі електричні лампи або Сонце, випромінюють світло особливим чином, що дає можливість характеризувати колір світла *колірною температурою*.

При низьких температурах це випромінювання відбувається в інфрачервоному, невидимому діапазоні і, зазвичай називається *теплотою*. А при високих температурах (близько 500°C) випромінювання стає видимим і тому називається *світлом*. З підвищенням температури джерела світла зростає кількість випромінювання і збільшується частка випромінювання з короткою довжиною хвиль. У результаті збільшується яскравість джерела світла і змінюється його колір від червоного до жовтого і в подальшому – від білого до голубуватого. Для вивчення цього явища фізики використовують моделі *абсолютно чорного тіла*, яке повністю поглинає світлову енергію. При порівнянні спектрального складу нагрітих тіл температура вимірюється в градусах Кельвіна ($^{\circ}\text{K}$). Вона позначається літерою T і називається абсолютною температурою. Її зв'язок з температурою в градусах Цельсія такий:

$$T^{\circ}K = t^{\circ}C + 273$$

При температурах від $2000^{\circ}K$ до $9000^{\circ}K$ і вище абсолютно чорне тіло виділяє енергію випромінювання в частині видимого спектра і в його світлі спостерігаються червоний, помаранчевий, жовтий, білий і голубуватий кольори. На рис. 3.2 наведено розподіл енергії випромінювання чорного тіла залежно від температури.

Колірна температура – це зручний спосіб позначення кольоровості природного й штучного світла.

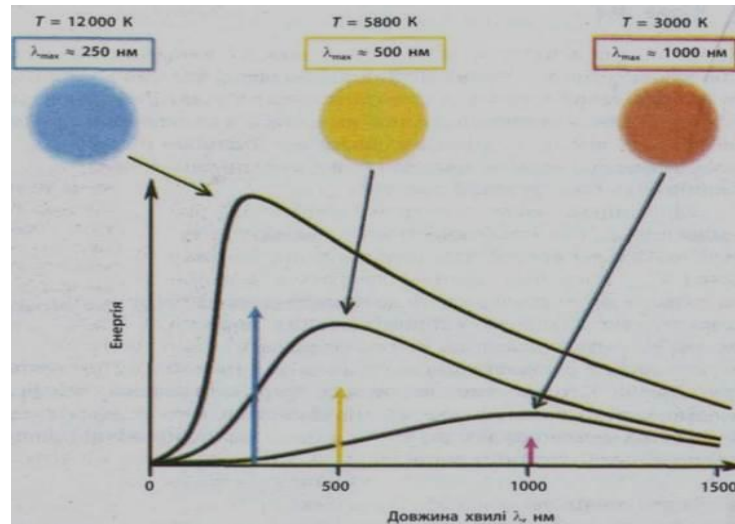


Рисунок 3.2 Розподіл енергії випромінювання чорного тіла залежно від температури

Колірна температура – це характеристика джерела світлового випромінювання, що визначає його спектральний склад.

Шкала колірної температури починається з величини $1000^{\circ}K$ і не має верхньої межі (рис. 3.3). За кожної температури джерело випромінює потік різних за довжиною хвиль, але деякі з них домінують, що й визначає колір. Завдяки цьому колір світлового потоку можна виразити в одиницях колірної температури. Більшість приборів штучного освітлення мають колірну температуру від $2\ 000^{\circ}K$ до $6\ 000^{\circ}K$. За більш високої температури в денному світлі переважають короткі хвилі, отже, блакитні тони.

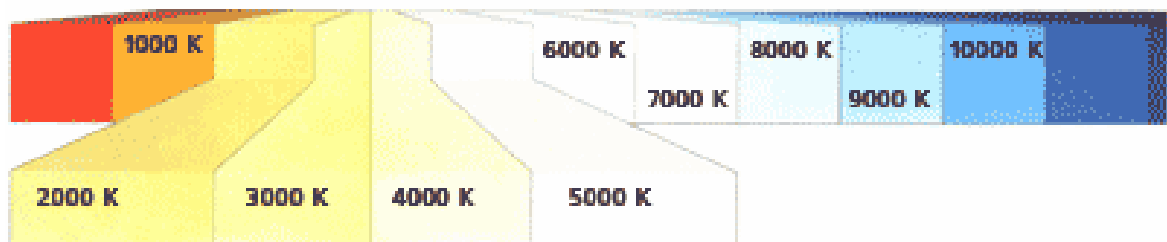


Рисунок 3.3 Шкала колірної температури

У природі колір знаходиться в проміжку від $1900\text{ }^{\circ}\text{K}$ (для слабкого світла свічки) до $7500\text{ }^{\circ}\text{K}$ (для яскравого денного світла). Щоб спостерігати за кольором в умовах виробництва, як промисловий стандарт використовують температуру в $5000\text{ }^{\circ}\text{K}$. В ідеальному розумінні зазначене означає, що кожен, хто працює з кольором, повинен мати можливість оцінити матеріали за однакових умов освітлення. Наприклад, коли в декількох середовищах однакове освітлення, то колірний коректор у сервісному бюро і дизайнер у дизайн-студії мають можливість робити ідентичні пробні відтиски.

Для однозначної характеристики кольору в 1931 році МКО (Міжнародною комісією з освітлення) були встановлені стандартні штучні джерела світла. Під терміном “джерело випромінювання” розуміють не фізичне джерело, таке, як сонце чи лампа, а спектральний склад випромінювання (стандартні випромінювання є таблицями з числами, що встановлюють фіксовані спектральні склади).

Спочатку їх було три: *A*, *B*, *C*. Вони були наближені до звичайних умов освітлення і їх можна було легко відтворити.

У 1964 році прийнято ще додаткові джерела D_{50} , D_{55} , D_{65} , D_{75} , джерело *E*. Крім того, стандартом описані люмінесцентні джерела світла від F_1 до F_{12} .

В таблиці 3.2 наведено характеристики стандартних штучних джерел світла.

В поліграфії використовують джерело D_{65} , а також джерела D_{50} , D_{55} , D_{75} . Порівняно з джерелом D_{65} перші два мають жовтий відтінок, а D_{75} – блакитнуватий [2].

Таблиця 3.2 Стандартні штучні джерела світла

Джерело світлового випромінювання	Характеристика джерела	Колірна температура, $^{\circ}\text{K}$
<i>A</i>	Лампа з вольфрамовою ниткою розжарювання	2856
<i>B</i>	Імітує сонячне світло опівдні	4874
<i>C</i>	Відповідає розсіяному денному світлу	6774
D_{50} D_{55} D_{65} D_{75}	Введені з метою точнішого моделювання сонячного світла. Галогенні лампи з голубим скляним фільтром, ксенонові лампи з фільтром, люмінесцентні лампи	5000 5500 6500 7500
<i>E</i>	Теоретичне джерело світла з рівно енергетичним спектром. Не імітує реальне джерело світла. Використовується в колориметричних розрахунках	
<i>F</i>	Стандартизовані люмінесцентні джерела світла	

Однак колірна температура не дає точного опису кольору. З метою усунення цього недоліку, було розроблено міжнародну систему кольорів *CIE XYZ*, побудовану на відомих еталонних (основних) кольорах. Вона надала можливість для математичного опису всіх видимих кольорів (рис. 3.4).

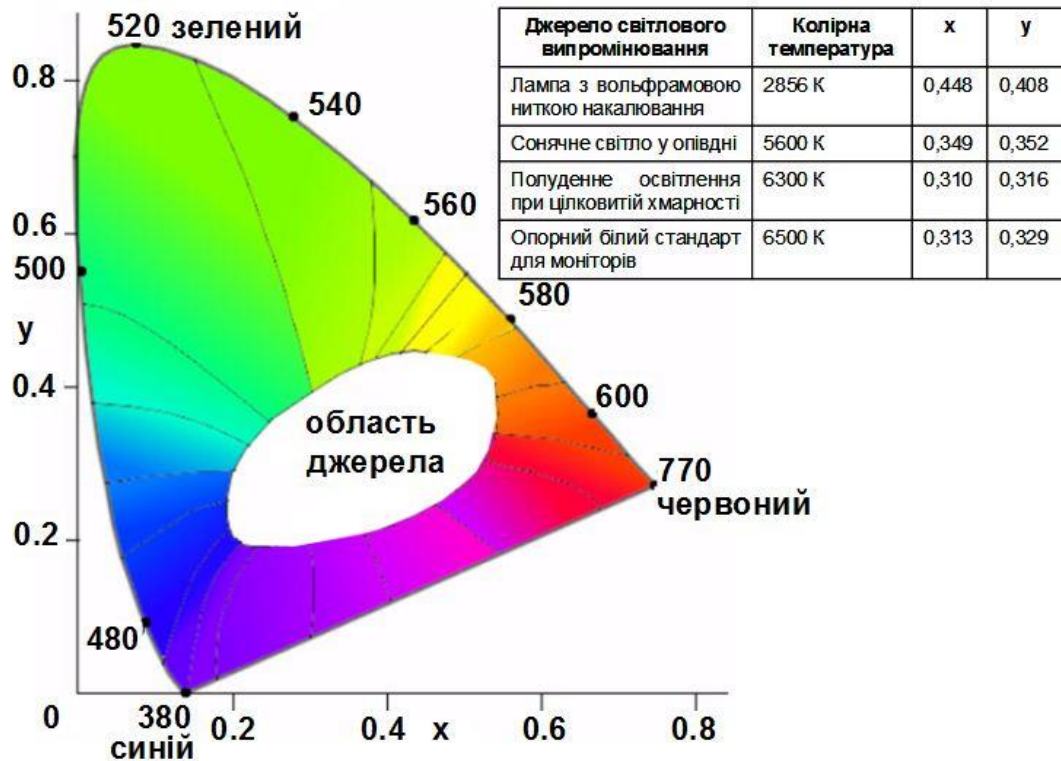


Рисунок 3.4 Математичний опис видимих кольорів у системі *CIE XYZ*

Хоча система є тривимірною, але для зручності візуального сприйняття усі видимі кольори представляються усередині кривої на площині xu . На цій площині позначаються точки, що відповідають значенням координат кольоровості спектральних випромінювань від 380 нм до 770 нм.

Крива отримала назву *локуса* (або *колірної діаграми*).

Колірну діаграму використовують, зазвичай, для зображення колірного охоплення ока (всі видимі кольори), а всередині неї – колірні охоплення різного устаткування.

Відповідно до експериментально установлених характеристик середньостатистичного спостерігача в 1931 році *CIE* (Міжнародна комісія по стандартизації) визначила криві додавання основних кольорів (рис. 3.5).

У цій системі певне співвідношення основних кольорів відповідає кожній з довжин хвиль видимого спектра.

Представленні подібним чином (на основі математичного опису) кольори вимірюються за допомогою залучення спеціального обладнання (денситометрів, колориметрів, спектрофотометрів та інших пристроїв).

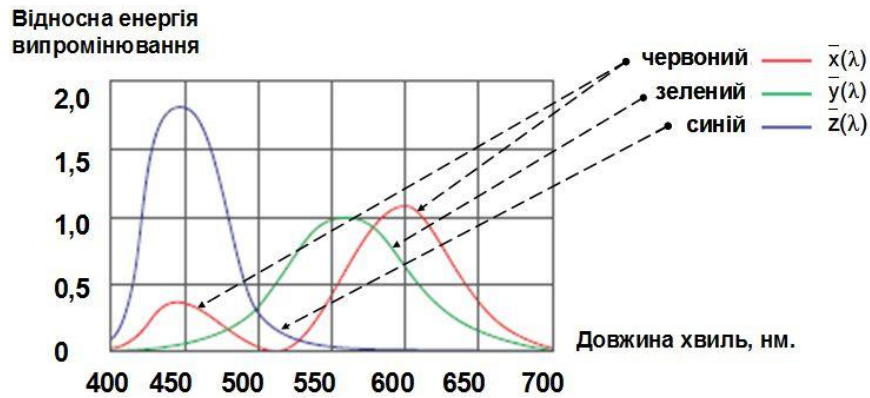


Рисунок 3.5 Стандартні криві додавання кольорів

3.3 Джерела світла в поліграфії

Для отримання максимально правильного кольорового зображення на всіх стадіях виробництва часто рекомендується підтримувати стандартну колірну температуру освітлення 6500°K (джерело D_{65}): від приймання замовлення через оцінку оригіналів, сканування, ретуш, екранну колірну пробу, цифрову колірну пробу, поділ кольорів, аналогову колірну пробу, друк пробних відбитків, до друку накладу і остаточної здачі поліграфічної продукції.

Джерело D_{65} з колірною температурою 6500°K має у своєму спектрі визначену стандартом ультрафіолетову складову. Хоча людське око не сприймає ультрафіолетових променів, багато об'єктів (у т. ч. барвники) здатні світитися під їх дією. Наприклад, без $УФ$ -компоненти папір буде не таким білим (у нього вводять оптичні підбілювачі), а реклама – не такою яскравою (у ній часто використовують люмінесцентні барвники). Завдяки оптичним підбілювачам білизна сучасного паперу може перевищувати 100%.

Однією з характерних властивостей сприйняття кольору, пов'язаних з освітленням, є зміна кольору при штучному освітленні, наприклад:

1. Червоні, оранжеві та жовті кольори світлішають, холодні зелені, блакитні, сині, фіолетові – темнішають, світлість темно-зелених кольорів не змінюється.
2. Червоні кольори стають більш насиченими.
3. Оранжеві кольори червоніють.
4. Світло-жовті кольори важко відрізняються від білих.
5. Блакитні кольори зеленіють, а інколи не відрізняються від холодних зелених.
6. Сині кольори стають менш насиченими, а темно-сині – не відрізняються від чорних.
7. Фіолетові кольори червоніють, а інколи не відрізняються від пурпурних.

Перераховані властивості кольорів свідчать про те, що при проектуванні кольорового оформлення необхідно враховувати не лише денне, а й штучне освітлення.

Особливу увагу в умовах виробництва слід звертати на кольорову втомлюваність. Встановлено, що чим насиченіший колір, тим око сильніше

втомлюється і швидше втрачає чутливість до нього, тим самим зменшується насиченість кольору, тобто він сіріє.

Із спектральних кольорів найсильніше втомлює око фіолетово-синій, дещо менше – червоний і найменше зелений колір. Для того, щоб зняти кольорову втому, краще всього дивитися на додатковий колір. Наприклад, якщо око втратило чутливість до червоного кольору після довгого споглядання на нього, то при дії на око на протязі деякого часу зеленого кольору орган зору знову набуває чутливість до червоного. Це явище носить назву негативного послідовного образу.

3.4 Контрольні запитання та тестові завдання

1. Дайте визначення поняття “промениста енергія”.
2. Яку ділянку електромагнітного спектру займає видимий спектр?
3. Що таке колірна температура?
4. Що являє собою абсолютно чорне тіло?
5. Зв’язок між температурою в градусах Цельсія і градусах Кельвіна?
6. Які штучні джерела випромінювання ви знаєте?
7. Які колірні температури в градусах Кельвіна стандартних джерел світла *A*, *B*, *C*, і *D*?
8. Що являє собою джерело *E*?
9. Які особливості зміни кольору при штучному освітленні ви знаєте?
10. Як повернути чутливість до кольору після довгого споглядання на нього?
11. Із яких частин складається світло?
 - а) атомів;
 - б) хвиль;
 - в) фотонів.
12. При збільшенні площі світлового подразнення, світлова чутливість
 - а) зменшується;
 - б) збільшується;
 - в) не змінюється.
13. Який із спектральних кольорів найсильніше втомлює око:
 - а) червоно-помаранчевий;
 - б) фіолетово-синій;
 - в) синьо-зелений.
14. Які джерела рекомендується використовувати в поліграфії
 - а) *D*₆₅;
 - б) *D*₇₅;
 - в) *F*.
15. Вкажіть пари додаткових кольорів
 - а) синій-жовтий;
 - б) зелений-пурпурний;
 - в) зелений-синій.

РОЗДІЛ 4 ГАРМОНІЙНІ СПОЛУЧЕННЯ КОЛЬОРІВ

4.1 Теорії гармонійних сполучень кольорів

Коли йдеться про колірну гармонію, то люди оцінюють враження від взаємодії двох або більше кольорів. Для задоволення оку потрібна ця загальна колірна зв'язка, і тільки в цьому випадку сприйняття кольору досягає гармонічної рівноваги.

Серед нормативних теорій гармонійних сполучень кольорів найбільш цікавими є теорії Рудольфа Адамса, Альберта Мансела, Вільгельма Оствальда, В'ячеслава Шугаєва та класифікації колірних гармоній Брюкке, Б. М. Теплова, В. Козлова.

4.1.1 Теорія Рудольфа Адамса.

У 1865 році Р. Адамс винайшов хроматичний спектр ("хроматичний акордеон"), що складався із кола з 24 секторами, і містив шість ступенів світлоти (рис. 4.1).

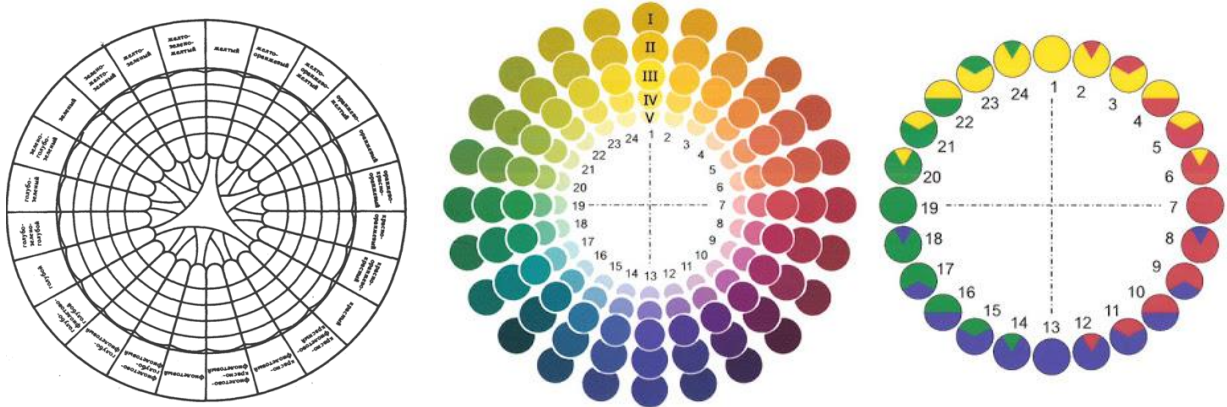


Рисунок 4.1 Хроматичний спектр Адамса

Основні принципи колірної гармонії Р. Адамса:

- у гармонії мають бути помітними первинні елементи різноманіття колірної області: червоний, жовтий і блакитний (синій);
- різноманіття тонів повинне досягатися через різноманітність світлого і темного і через зміни в кольорі;
- тони повинні знаходитися в рівновазі так, щоб жоден із них не виділявся. Це створює колірний ритм;
- у великих комбінаціях кольори повинні за порядком слідувати один за одним так, щоб природний зв'язок у міру їх спорідненості мав місце, як у спектрі або веселці. У дотриманні тонів виражається рух мелодії колірної єдності;
- чисті фарби слід застосовувати економно через їх яскравість і лише в тих частинах, на які око в першу чергу має бути направлено.

5.1.2 Теорія Альберта Мансела

Альберт Мансел винайшов колірне тіло (рис. 4.2), на основі якого він склав колірний атлас.

Мансел визначив *три типи гармонійних сполучень*:

а) *однотонні гармонії*, що засновані на одному колірному тоні різної світлоти (наприклад, червоний з основного колірного кола, розбілений червоний і червоний із затемненого колірного кола);

б) *гармонії родинних кольорів* колірного кола (наприклад, червоний і жовтогарячий);

в) *гармонії взаємодоповнюючих кольорів* (наприклад, жовтий і фіолетовий, жовтогарячий і синій).

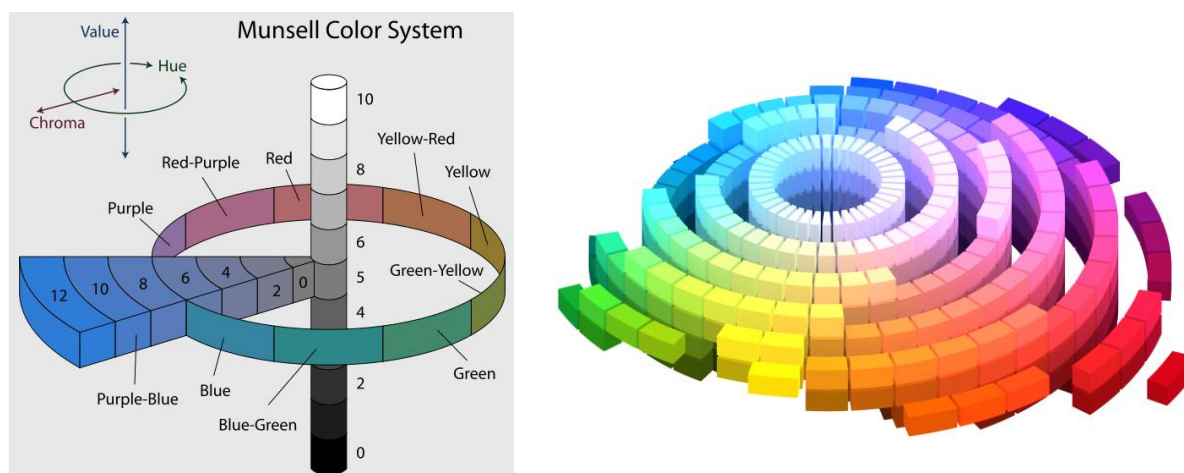


Рисунок 4.2 Колірне тіло Альберта Мансела

4.1.3 Теорія Вільгельма Оствальда

Німецький вчений Вільгельм Оствальд запропонував кольорову систему з чотирма базовими кольорами: жовтий, ультрамаринно синій, червоний і колір морської хвилі (зелений). Ці кольори діляться, утворюючи кольорове коло Оствальда (рис. 4.3).



Рисунок 4.3 Кольорове коло Оствальда

У колірному колі В. Оствальд намагався знайти математичні закономірності кольорової гармонії від геометричних співвідношень розташування кольорів всередині кольорового кола.

Теорія ґрунтувалась на допущенні, що всі кольори, які містять рівну домішку білого або чорного, є гармонічними, а з насичених гармонійні ті, що розташовані один від одного через рівну кількість інтервалів.

В. Оствальд в своєму колі виділяв гармонічні поєднання кольорів: діади, тріади и квадріади.

4.1.4 Теорія В'ячеслава Шугаєва

Теорія базується на дослідженнях Мансела. Вона заснована на колірному колі, що будується на чотирьох основних кольорах – жовтому, червоному, синьому, зеленому (рис. 4.4).

Автор пропонував чотири види колірних сполучень:

а) сполучення споріднених кольорів (наприклад, жовтий, помаранчево-жовтий, помаранчевий);

б) сполучення споріднено-контрастних кольорів (наприклад, від жовтого до фіолетового за спектром);

в) сполучення контрастних (взаємодоповнюючих) кольорів (наприклад, синій-помаранчевий, червоний-зелений);

г) сполучення нейтральних кольорів щодо спорідненості й контрасту (наприклад, жовтий, червоний, синій).

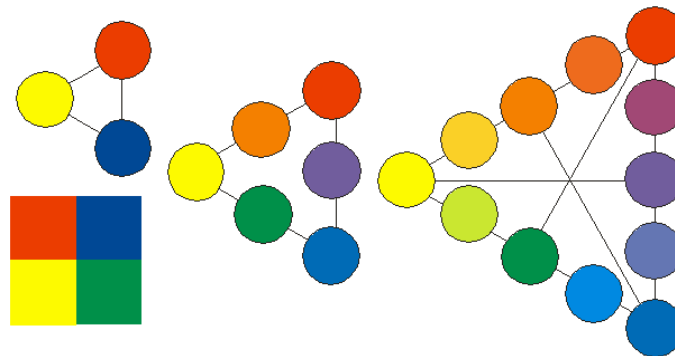


Рисунок 4.4 Колірні сполучення Шугаєва

Шугаєв виявив 120 можливих гармонійних сполучень для 16-часткового кола за умови трьох проміжних кольорів, тобто трьох інтервалів між головними кольорами. Він стверджував, що гармонійне сполучення можна одержати, якщо:

1) у кольорах, що гармонують, присутня рівна кількість головних кольорів (наприклад, жовто-помаранчевий, жовто-зелений);

2) кольори однакові за світлотою, тобто в них присутня рівна кількість білого або чорного пігменту;

3) кольори однакові за насиченістю, вони мають однакову силу кольору відносно один одного (наприклад, помаранчевий-синій).

4.1.5 Класифікація колірних гармоній Брюкке.

Німецький фізіолог Брюкке запропонував наступні види гармоній (рис. 4.5):

ізохромія – композиція, виконана в одному колірному тоні (наприклад, на базі червоного кольору);

хомеохромія – композиція в межах малого колірного інтервалу (наприклад, жовтий, помаранчевий і жовто-помаранчевий);

мерохромія – композиція, де кольори підлеглі одному головному (наприклад, червоному, тоді це будуть помаранчевий, пурпурний і фіолетовий);

пойкілохромія – композиція, заснована на методі повного дроблення колірних мас. Їй притаманна велика розмаїтість кольорів, у цьому разі всі кольори мають однакову значущість.

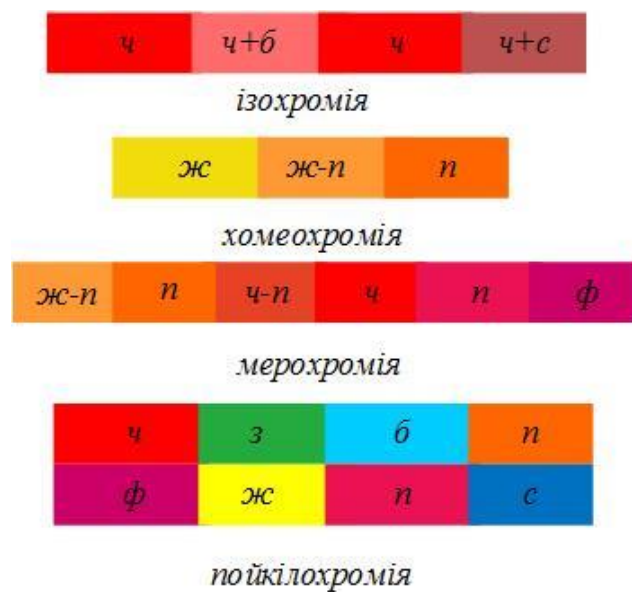


Рисунок 4.5 Колірні гармонії Брюкке

4.1.6 Класифікація колірних гармоній за Б. М. Тепловим

Автором були запропоновані такі види гармоній:

однотонна – побудована на одному головному кольорі або групі споріднених кольорів (наприклад, жовтий, помаранчево-жовтий, жовтогарячий – у них у різних кількостях присутній жовтий колір);

полярна – побудована на взаємодоповнюючих кольорах (наприклад, червоний із зеленим, жовтогарячий із синім);

триколірна – побудована на протиставленні трьох основних кольорів (наприклад, жовтого, червоного, синього);

багатобарвна – у ній за умови великої розмаїтості кольорів не можна виділити головний (складна в застосуванні).

4.1.7 Теорія гармонійних сполучень за системою В. Козлова

За теорією гармонійних сполучень В. Козлова в основі колірної системи лежать чотири основні кольори: жовтий, червоний, синій і зелений (рис. 4.6, а). Між ними існують проміжні кольори, які сприймаються як результат змішування основних кольорів спектра.

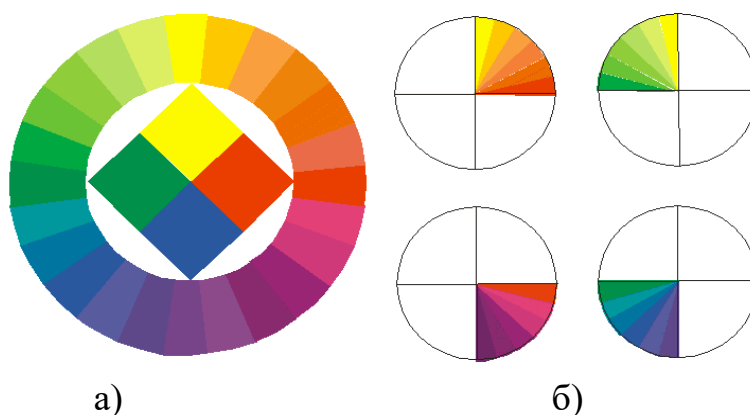


Рисунок 4.6 Структурне представлення кольору за системою В. Козлова

Важливо зазначити, що частина сучасних учених, які займаються теорією кольору, будують колірне коло на основі чотирьох кольорів, мотивуючи це тим, що суміш синього й жовтого кольору не дає чистого зеленого кольору, тому зелений вони виводять в групу основних кольорів спектра. Автор пропонує чотири види колірних сполучень (гармоній):

- *однотонові гармонії;*
- *гармонії споріднених кольорів;*
- *гармонії споріднено-контрастних кольорів;*
- *гармонії взаємодоповнюючих кольорів.*

Розглянемо кожен із видів гармоній докладніше.

Основу гармонійних *однотонових* сполучень кольорів становить *один колірний тон*, що є присутнім у кожному з них і надає їм спокійний, урівноважений характер.

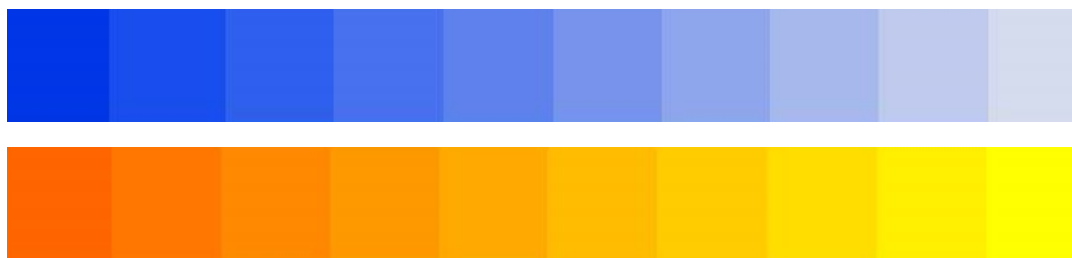


Рисунок 4.7 Однотонові гармонійні сполучення

Гармонія *споріднених* кольорів ґрунтується на наявності в них *домішок тих самих головних кольорів*. До споріднених у колірному колі належать усі проміжні, між двома основними, кольори, включаючи тільки один з тих, що їх

утворюють. Вони підрозділяються на *чотири групи*: жовто-червоні, жовто-зелені, синьо-червоні, синьо-зелені (рис. 4.6, б).

У системі колірних кіл *споріднено-контрастні* кольори розташовуються в двох суміжних чвертях:

теплі: жовто-червоні й жовто-зелені (рис. 4.8, а);

холодні: синьо-зелені й синьо-червоні (рис. 4.8, б);

теплі: жовто-зелені й холодні: синьо-зелені (рис. 4.8, в) – змішана гармонія;

теплі: жовто-червоні й холодні: синьо-червоні (рис. 4.8, г) – змішана гармонія.

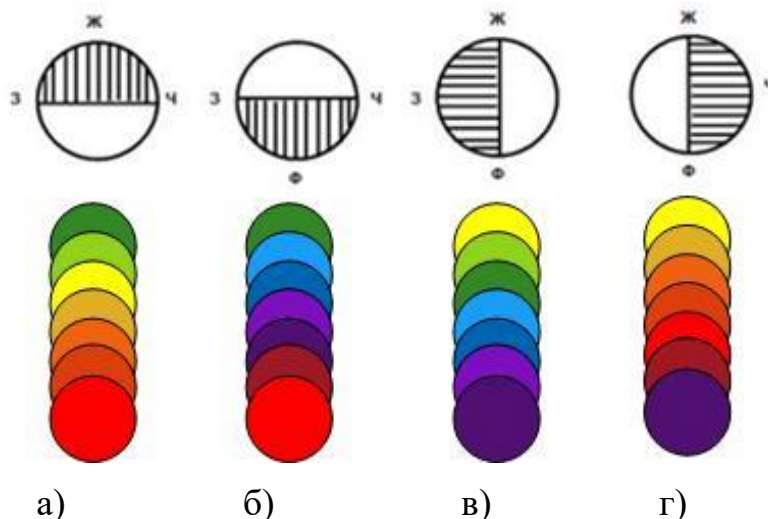


Рисунок 4.8 Приклад створення гармоній споріднено-контрастних кольорів

Наприклад, варіант 4.8, а: оскільки є загальний жовтий колір одночасно в жовто-червоній і жовто-зеленій комбінаціях – вони споріднюються, але присутність чистого червоного й чистого зеленого робить комбінацію контрастною, тому вона й вважається *споріднено-контрастною* комбінацією.

Останнім різновидом колірних гармоній у системі В. Козлова є гармонія *взаємодоповнюючих* кольорів. Для її побудови необхідно, взявши вихідний колір, за колірним колом визначити відповідний йому додатковий. Третій колір може бути визначений з тонового ряду кожного із цих кольорів (рис. 4.9).

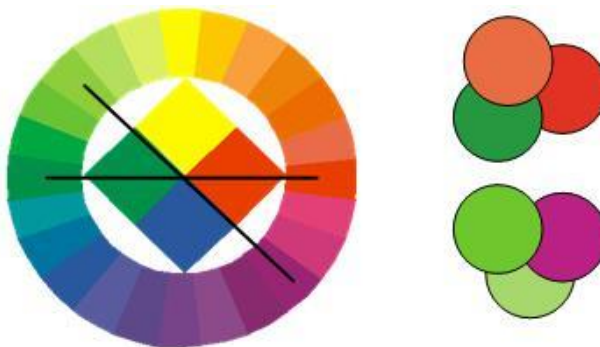


Рисунок 4.9 Складання гармоній взаємодоповнюючих кольорів

Теорія – це фундамент, на основі якого відбувається побудова гармонійних сполучень кольорів. Як же цим користуватися практично?

Можна одержувати колірні гармонії, вписуючи в колірне коло геометричні фігури: трикутники, прямокутники тощо (рис. 4.10 – 4.12).

Процес побудови колірної гармонії за допомогою використання рівностороннього трикутника (рис. 4.10): у колірне коло вписується рівносторонній трикутник, в якого одна зі сторін паралельна горизонтальному або вертикальному діаметру. У вершині, що протистоїть цій стороні, перебуває колір, додатковий головному, що входить до складу пари споріднено-контрастних кольорів. У колірному колі таких рівносторонніх трикутників чотири.

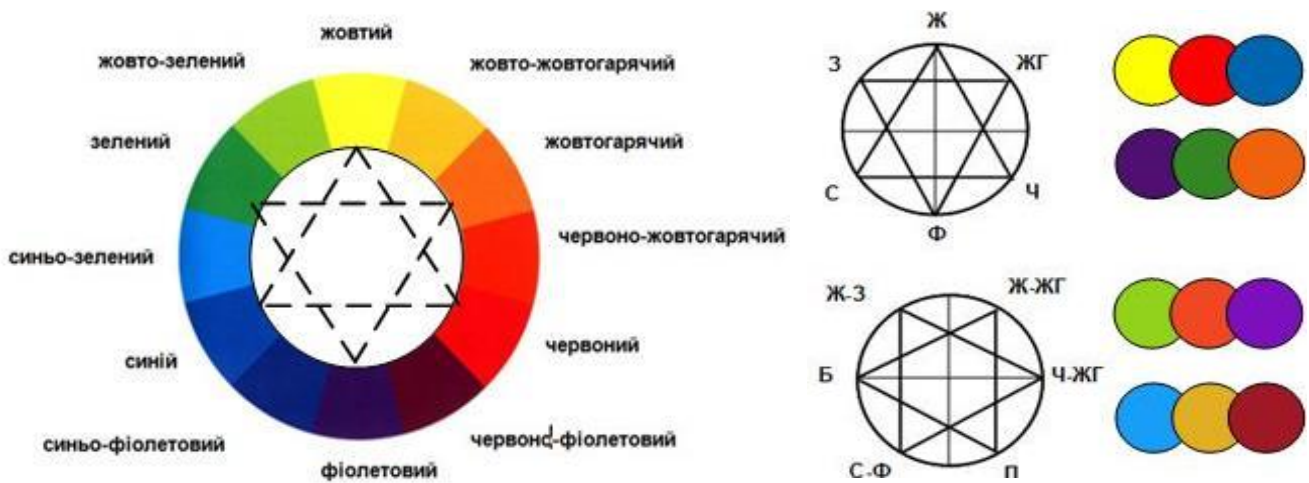


Рисунок 4.10 Побудова гармоній споріднено-контрастних кольорів за допомогою рівностороннього трикутника

Процес побудови колірної гармонії за допомогою використання прямокутного трикутника (рис. 4.11): у колірне коло вписується прямокутний трикутник, в якого сторони, що дають прямий кут, паралельні діаметрам (вертикальному й горизонтальному). У результаті гіпотенуза з'єднує пару взаємодоповнюючих кольорів, а колір у прямому куті буде споріднено-контрастним щодо до даної пари. У колі таких трикутників також чотири. Приклад гармонії: гармонія жовто-зеленого, жовто-жовто-гарячого й синьо-фіолетового; в ній гіпотенуза з'єднує пару контрастних кольорів: жовто-жовтогарячий і синьо-фіолетовий, а колір жовто-зелений, що перебуває в прямому куті трикутника буде споріднено-контрастним парі даних кольорів.

Процес побудови колірної гармонії за допомогою використання чотирикутника (рис. 4.12): у колірне коло вписується чотирикутник, сторони якого паралельні діаметрам кола. Це може бути прямокутник і квадрат. Сторони чотирикутника зв'язують два споріднено-контрастних кольори, а по діагоналях розташовуються взаємодоповнюючі кольори.

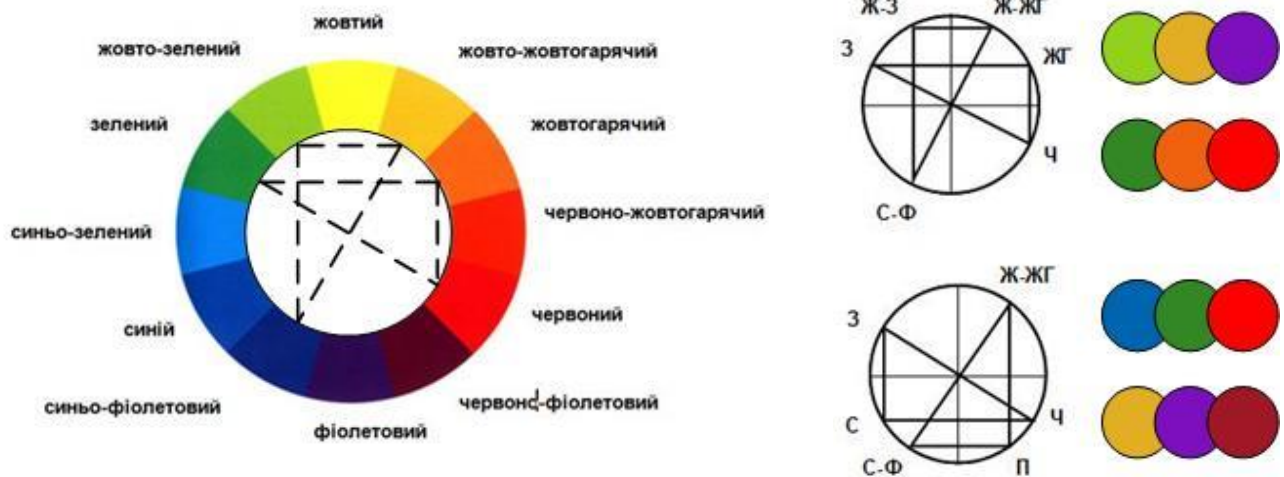


Рисунок 4.11 Складання гармоній споріднено-контрастних кольорів за допомогою прямокутного трикутника

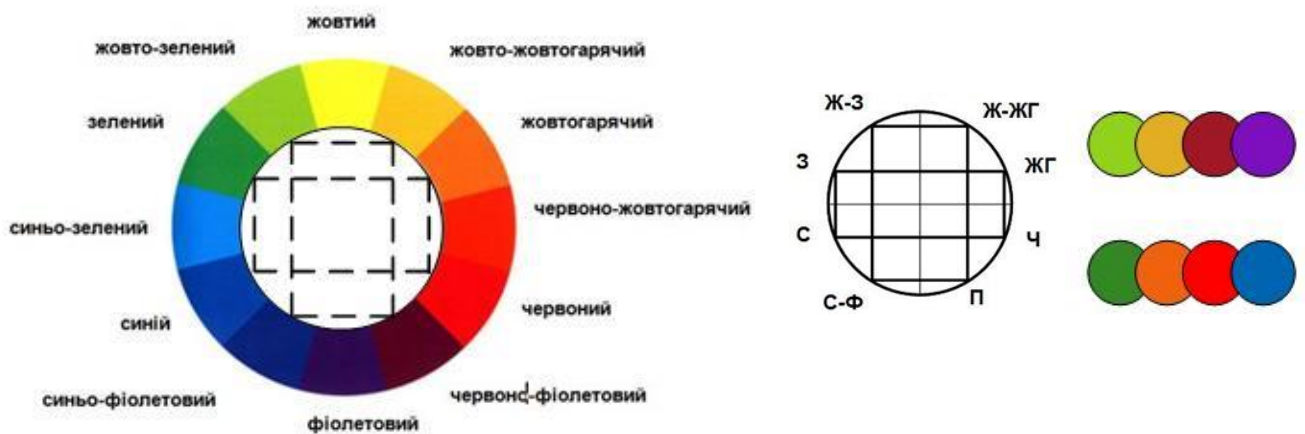


Рисунок 4.12 Складання гармоній споріднено-контрастних кольорів за допомогою чотирикутника

Підхід до побудови гармонійних кольорних сполучень, що ґрунтується на використанні образів-моделей геометричних фігур є доцільним для кольорного кола з 24 кольорних секторів і для кольорного кола з іншою кількістю секторів.

Застосування підходу використання геометричних фігур для 12-секторного кольорного кола дозволяє зробити такий висновок: усі пари додаткових кольорів, усі сполучення трьох кольорів у 12-секторному кольорному колі, які пов'язані один з одним через рівносторонні або рівнобедрені трикутники, квадрати й прямокутники, є гармонічними. Жовто-червоно-синій утворять тут основний гармонічний тривзук (рис. 4.13).

Якщо ці кольори в системі 12-секторного кольорного кола з'єднати між собою, то утворюється рівносторонній трикутник. Жовтий, червоно-фіолетовий і синьо-фіолетовий кольори поєднує фігура рівнобедреного трикутника. Гармонічне співзвуччя жовтого, червоно-жовтогарячого, фіолетового й синьо-зеленого об'єднані квадратом. Прямокутник же дає гармонізоване сполучення

жовто-жовто-гарячого, червоно-фіолетового, синьо-фіолетового й жовто-зеленого. Зв'язка геометричних фігур, що складається з рівностороннього й рівнобедреного трикутника, квадрата й прямокутника, може бути розміщена в будь-якій точці колірного кола.



Рисунок 4.13 Побудова гармонійних сполучень в 12-секторному колірному колі на основі використання геометричних фігур

Ці фігури можна обертати в межах кола, замінюючи, таким чином, трикутник, що складається з жовтого, червоного і синього, трикутником, що поєднує жовто-жовтогарячий, червоно-фіолетовий і синьо-зелений або червоно-жовтогарячий, синьо-фіолетовий і жовто-зелений (рис. 4.14).



Рисунок 4.14 Приклад повороту геометричних фігур в межах кола для одержання гармонійних колірних сполучень

Особливість саме 12-секторного кола полягає в тому, що воно дає *повний спектр* (послідовність кольорів в спектрі така ж, як у веселці або в природному спектрі). Створений за принципом порядкового зростання спектр дозволяє побачити колірний баланс і гармонію (рис. 4.15).

Сегменти спектра підрозділяються на *первинні*, *вторинні* й *третинні* кольори, їх відтінки й тони. Коло фіксує три первинні кольори (*червоний*, *жовтий* і *блакитний/синій*), які вважаються чистими, тому що не містять інших кольорів.



Рисунок 4.15 Колірний спектр

Первинні (primary) кольори утворюють рівнобедрений трикутник усередині кола (рис. 4.16).



Рисунок 4.16 Первинні кольори

Вторинні (secondary) кольори одержують змішанням первинних між собою: жовтий і червоний дають жовтогарячий, червоний і синій – пурпурний/ліловий, а синій і жовтий – зелений. Отримані вторинні кольори (жовтогарячий, фіолетовий і зелений) розташовуються між кожним із первинних кольорів і також утворюють трикутник (рис. 4.17).



Рисунок 4.17 Вторинні кольори

Третинні (tertiary) кольори отримують шляхом комбінацій первинних і вторинних кольорів. Відомо шість третинних кольорів: червоно-жовтогарячий,

жовто-жовтогарячий, жовто-зелений, синьо-зелений, синьо-фіолетовий і червоно-фіолетовий (рис. 4.18).

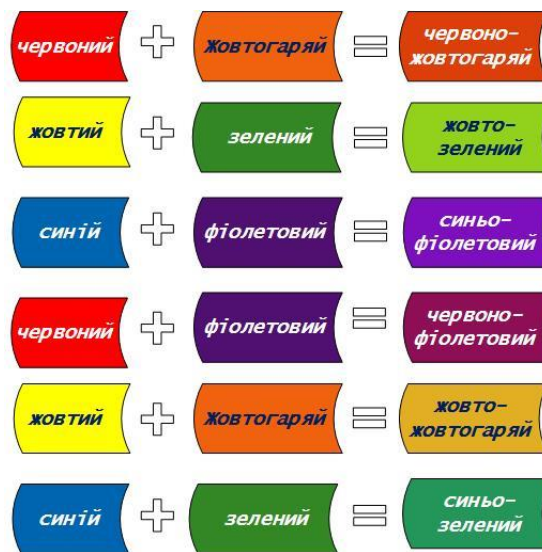


Рисунок 4.18 Третинні кольори

Дані три групи кольорів у рамках субтрактивного синтезу ще називають *основними, додатковими й похідними*.

Для зручнішого використання складових колірних спектра було запропоновано перетворити його до вигляду спеціальної таблиці – *таблиці кольорів* (рис. 4.19).

1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1011	1012
1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1023
1024	1026	1027	1028	1032	1033	1034	1035	1036	1037
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2007	2008	2009	2010
2011	2012	2013	3000	3001	3002	3003	3004	3005	3007
3009	3011	3012	3013	3014	3015	3016	3017	3018	3020
3022	3024	3026	3027	3031	3032	3033	4001	4002	4003
4004	4005	4006	4007	4008	4009	4010	4011	4012	5000
5001	5002	5003	5004	5005	5007	5008	5009	5010	5011
5012	5013	5014	5015	5017	5018	5019	5020	5021	5022
5023	5024	5025	5026	6000	6001	6002	6003	6004	6005
6006	6007	6008	6009	6010	6011	6012	6013	6014	6015
6016	6017	6018	6019	6020	6021	6022	6024	6025	6026
6027	6028	6029	6032	6033	6034	6035	6036	7000	7001
7002	7003	7004	7005	7006	7008	7009	7010	7011	7012
7013	7015	7019	7021	7022	7023	7024	7026	7030	7031
7032	7033	7034	7035	7036	7037	7038	7039	7040	7042
7043	7044	7045	7046	7047	7048	8000	8001	8002	8003
8004	8007	8008	8011	8012	8014	8015	8016	8017	8019
8022	8023	8024	8025	8028	8029	9001	9002	9003	9004
9005	9006	9007	9010	9011	9016	9017	9018	9022	9023

Рисунок 4.19 Таблиця кольорів

Завдяки їй відкривається можливість вибору збалансованих й ефективних комбінацій гармонійних кольорних сполучень. *Таблиця кольорів – це поданий у формі таблиці кольорний спектр.*

Рядки утворені послідовністю тонів кожного з кольорів спектра. Кольори, тони й відтінки пронумеровані.

4.2 Базові кольорні комбінації й стилі

Рано чи пізно перед проблемою вибору кольору постають усі. Якщо основний колір обраний, то як підібрати додаткові? Як створити гаму естетично привабливу й навантажену одночасно? Що за послання передає колір?

Для кращої орієнтації у виборі людям потрібна допомога експертів. Споживачам необхідне керівництво під час вибору кольорних рішень, які будуть гармонійно сполучатися з їх мисленням, очікуваннями, способом життя. Хоча багато рішень щодо вибору того або іншого кольору відбуваються під впливом емоцій, що виникають у результаті миттєвого зорового сприйняття, все частіше стали вдаватися до використання продуманих кольорних гам.

Існують *10 еталонних базових кольорних комбінацій* [3]:

1) *ахроматична комбінація* (використовуються білий, чорний і сірий кольори) (рис. 4.20);



Рисунок 4.20 Ахроматична комбінація

2) *аналогова комбінація* (використовуються будь-які з послідовних гам, будь-які її тони та відтінки) (рис. 4.21);

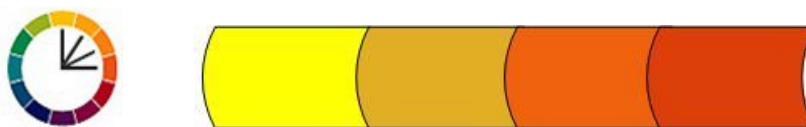


Рисунок 4.21 Аналогова комбінація

3) *контрастна комбінація* (колір сполучається з гамою, розташованою праворуч або ліворуч від доповнення) (рис. 4.22);



Рисунок 4.22 Контрастна комбінація

4) *додаткова комбінація* (використовуються діаметрально протилежні кольори спектра) (рис. 4.23);



Рисунок 4.23 Додаткова комбінація

5) *монохроматична комбінація* (використовується одна гама в комбінації з одним або всіма її тонами та відтінками) (рис. 4.24);



Рисунок 4.24 Монохроматична комбінація

6) *нейтральна комбінація* (використовується гама, що була приглушена або нейтралізована додаванням її доповнення або чорного кольору) (рис. 4.25);



Рисунок 4.25 Нейтральна комбінація

7) *роздільно-додаткова комбінація* (складається з однієї гами та двох гам по обидві сторони її доповнення) (рис. 4.26);



Рисунок 4.26 Роздільно-додаткова комбінація

8) *первинна комбінація* (складається з чистих гам червоного, жовтого та блакитного) (рис. 4.27);



Рисунок 4.27 Первинна комбінація

9) *вторинна комбінація* (складається з жовтогарячого, фіолетового та зеленого) (рис. 4.28);



Рисунок 4.28 Вторинна комбінація

10) *третинна комбінація* (складається з однієї із двох комбінацій: червоно-жовтогарячої, жовто-зеленої та синьо-фіолетової або синьо-зеленої, жовто-жовтогарячої та червоно-фіолетової) (рис. 4.29).

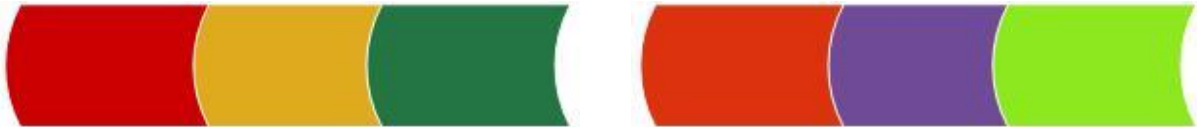


Рисунок 4.29 Третинна комбінація

Колірні гармонії можна поділяти на дві групи: контрастні та нюансні. Контрастні гармонії ґрунтуються на протиставленні кольорів, що беруть участь у композиції за однією або декількома характеристиками (колірний тон, світлота, насиченість, площа). Найбільш контрастні за колірним тоном є гармонія взаємно доповнюючих кольорів. Таке поєднання здається різким, але ефектним, і часто використовується в рекламі або дизайні упаковки.

В основі нюансних гармоній лежать близькі за колірним колом кольори. Використання колірних тріад засновано на поєднанні трьох кольорів, які рівно відносяться на колірному колі. Важливим показником гармонії є так званий домінуючий колір, який є основним у композиції. В контрастних гармоніях решта кольорів протиставляються домінуючому, а в нюансних гармоніях вони, навпаки, наближаються до нього та підпорядковуються його основним рисам.

Колір також може якісно виграти, якщо буде розміщений на чорному фоні. Зазвичай поєднання світлого і темного кольорів не створює враження посилення чистоти обох. Дійсно, якщо темний контрастний колір посилює враження яскравості, а разом з тим і чистоти світлого, то сусідній світлий, навпаки, знижує яскравість темного. І лише у випадку, коли темним є чорний колір, контраст світлого на темному не має негативної (забруднюючої) дії. Уявне потемніння чорного кольору робить його ще глибшим, чорнішим, тобто чистішим. Таким чином, від поєднання світлого і темного вииграють обидва кольори. Цей ефект дуже широко використовується в орнаментах.

Контрастні поєднання привабливі для друкованої продукції рекламного-плакатного типу; вони можуть використовуватись і при оформленні обкладинки, якщо вона має плакатний характер.

Поєднання додаткових кольорів створюватиме більш заспокійливе враження, якщо один з кольорів буде чистим, а інший – висвітленим чи затемненим. Можна використати також два затемнених або два висвітлених кольори (темно-червоний і темно-зелений, світло-червоний і світло-зелений),

що створить більш спокійну гармонію. Крім тонів (з додаванням білого) і відтінків (з додаванням чорного) кольорів можна варіювати і насиченістю, тобто утворювати кольори з додаванням сірого кольору різної світлоти.

Якщо змінити один з кольорів, які входять в гармонійну комбінацію, то інші кольори для збереження закономірності також мають бути змінені. Наприклад, якщо в тріаді червоний, жовтий, синій використати червоний пурпурового відтінку, то жовтий має бути помаранчевим, а синій – зеленуватим. Якщо взяти помаранчево-червоний, то жовтий доведеться взяти зеленуватим, а синій – з фіолетовим відтінком. Таким чином, кожного разу всі три кольори зсуватимуться в один і той же бік по колірному колу. До кожної пари або тріади можна, крім того, додавати білий колір, чорний і сірий, а також золото і срібло.

Узагальнюючи відомості про гармонію кольору і колірних композицій, можна зробити такі висновки:

- найкращі поєднання дають кольори у рамках більших та малих інтервалів у колірному колі, гірші – в рамках середніх інтервалів;
- малі інтервали сприймаються радше як відтінки одного й того ж кольору, а не як поєднання кольорів;
- при поєднанні кольорів слід дотримуватися співвідношення світлоти, яка має місце в колірному колі;
- більш інтенсивні кольори при поєднанні з менш інтенсивними слід використовувати в меншій кількості;
- хроматичні кольори можна співвідносити з ахроматичними, при чому теплі кольори виграють від поєднання з темними, а холодні – зі світлими.

Та попри все закони кольорових гармоній досить відносні і ні в якому разі не можуть бути встановлені раз і назавжди. Вони переважно засновані на приватних спостереженнях узагальнених до “загальних норм” [12].

Будувати конкретну комбінацію необхідно в рамках відтворення певного стилю поліграфічної продукції. Для показу стилю продукції підбирають відповідні колірні комбінації, використовуючи одно-, дво- або триколірні гами.

Виокремлюють такі *напрями колірного стилю*: елегантний, класичний, романтичний, динамічний, традиційний, ретро, життєрадісний, природний, дружлюбний, м’який, привітний, тенденційний, професійний, енергійний, свіжий, спокійний, магічний, приглушений, графічний та ін. (рис. 4.30).

Кожному з стилів притаманна своя колірна особливість. Їх оригінальні колірні комбінації можуть змусити людину раптово зупинити погляд на конкретному об’єкті, поглянути на нього з іншої, несподіваної точки зору. Підкреслити унікальність стилю можна доповненням вибраного рішення *спеціальним ефектом*, що характеризується блиском, матовістю світлонепроникністю чи фосфорицентністю – новітні напрями в дослідженні кольору для пакування продукції. Спеціальні флуоресцентні й металеві ефекти можуть змінити традиційне сприйняття кольору. Мерехтливі колірні покриття захоплюють і відбивають колір, викликаючи хвилюючі відчуття (прикладом використання цього є вітальні листівки).

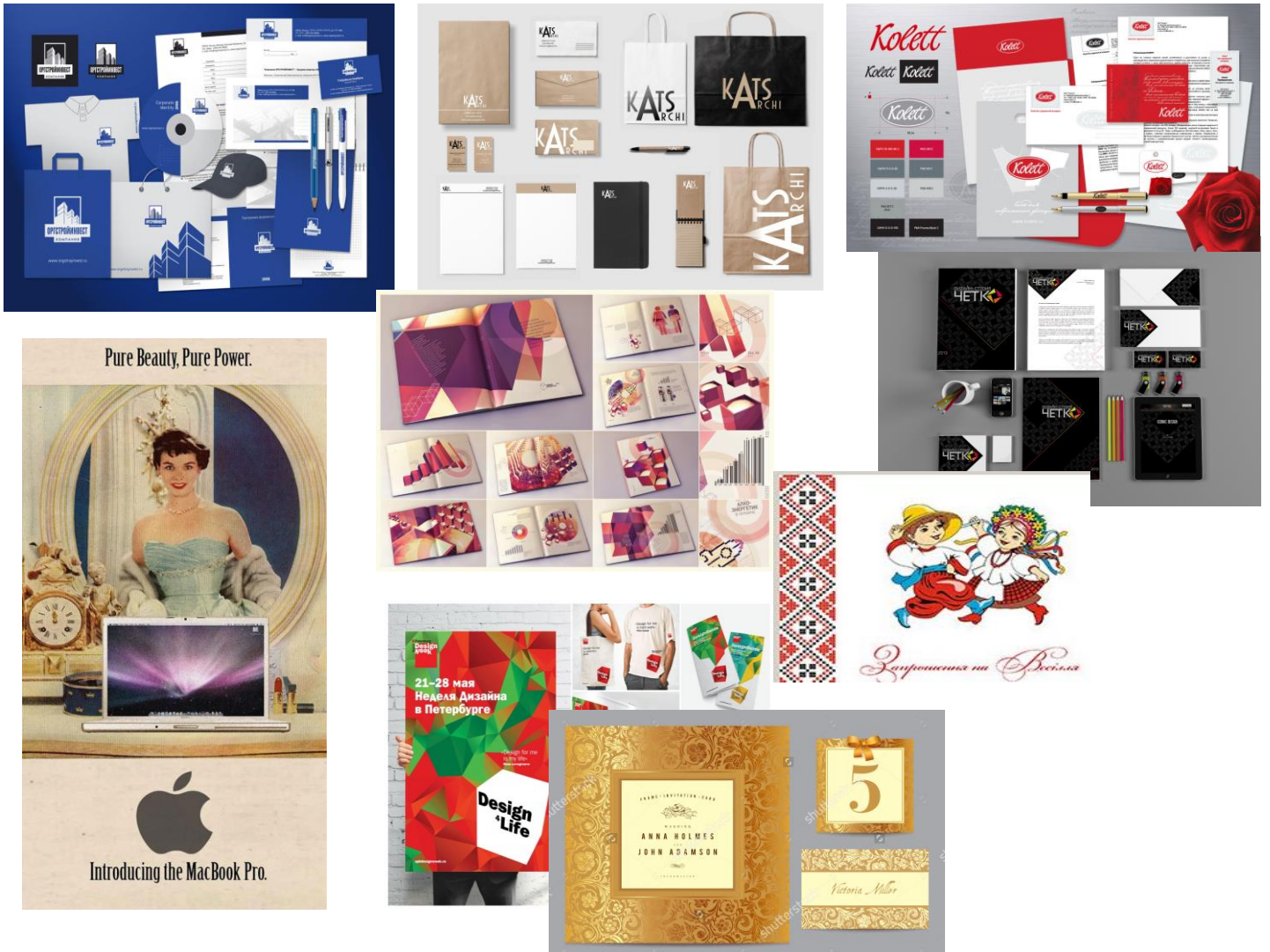


Рисунок 4.30 Зразки стилів поліграфічної продукції

4.3 Схеми та методи гармонійного поєднання кольорів

Для введення в систему колірної конструювання варто розглянути 12-секторне колірне коло з яким ми познайомилися в попередньому розділі (рис. 4.31), а тепер розглянемо технологію його побудови:

1) три основних кольори першого порядку розміщуються в рівносторонньому трикутнику так, щоб *жовтий* був вгорі, *червоний* праворуч унизу й *синій* – унизу ліворуч (рис. 4.31);

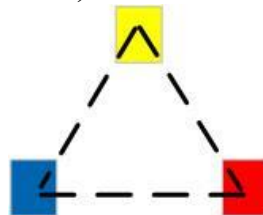


Рисунок 4.31 Перший етап побудови колірної кола

2) даний трикутник вписується в коло й на його основі вибудовується рівносторонній шестикутник(рис. 4.32);

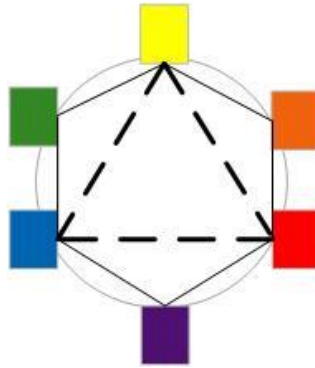


Рисунок 4.32 Другий етап побудови колірного кола

У рівнобедрені трикутники, що утворилися, поміщаються три змішані кольори, кожен з яких складається із двох основних кольорів, таким чином, утворюються кольори другого порядку:

жовтий + червоний = жовтогарячий;

жовтий + синій = зелений;

червоний + синій = фіолетовий.

Усі кольори другого порядку повинні бути змішані досить ретельно. Вони не повинні схилитися до жодного зі своїх компонентів;

3) потім на деякій відстані від першого кола окреслюється інше. Отримане між ними кільце ділиться на дванадцять рівних частин, розміщаючи основні й складові кольори за місцем їх розташування й залишаючи під час цього між кожними двома кольорами порожній сектор (рис. 4.33).

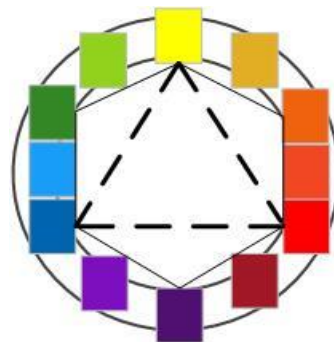


Рисунок 4.33 Третій етап побудови колірного кола

У ці порожні сектори вводяться кольори третього порядку, кожен із яких створюється завдяки змішанню кольорів першого й другого порядку таким чином:

жовтий + жовтогарячий = жовто-жовтогарячий;

червоний + жовтогарячий = червоно-жовтогарячий;

червоний + фіолетовий = червоно-фіолетовий;

синій + фіолетовий = синьо-фіолетовий;

синій + зелений = синьо-зелений;
жовтий + зелений = жовто-зелений.

Таким чином, виникає *правильне колірне коло із дванадцяти кольорів*, у якому кожен колір має своє незмінне місце, а їх послідовність має той же порядок, що й у природному спектрі.

Найпростіший спосіб *підбору кольорів* у колірному колі – уявити собі над колом рівнобедрений трикутник. Кольори, які виявляться під вершинами – потенційні кандидати на використання. Цей тип підбору кольорів називається *тріадною схемою*.

Трійка лінійно незалежних кольорів називається *тріадою*.

Існує чотири різних тріадних схеми, які утворюють гармонійну комбінацію кольорів (рис. 4.34).

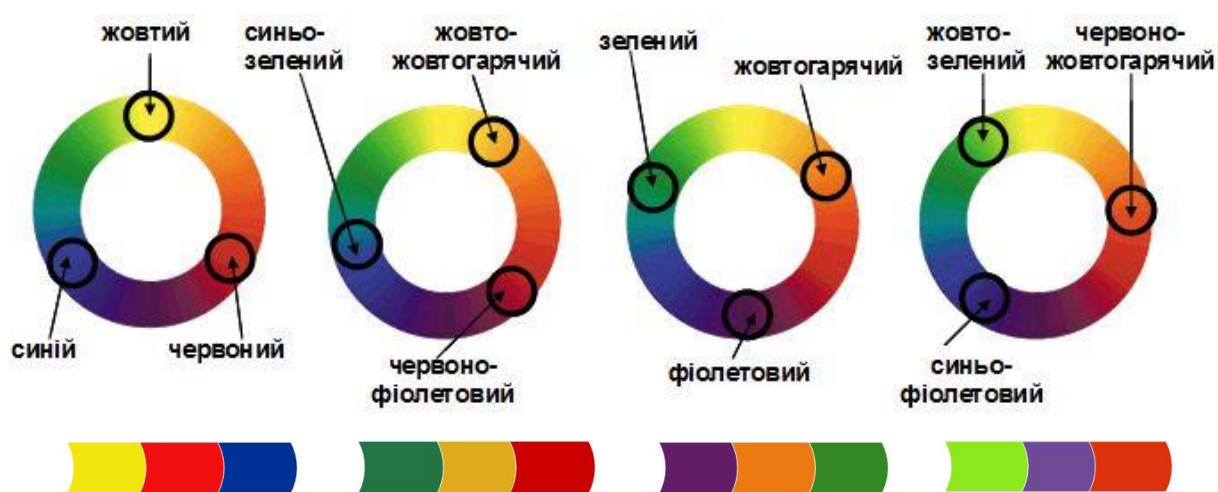


Рисунок 4.34 Варіанти підбору кольорів за тріадною схемою

Але тріадами не варто обмежуватися. Можна вибрати й *комплементарні кольори*, тобто ті кольори, що розташовані в колі прямо навпроти один одного – наприклад, червоний і зелений. Вони називаються *комплементарними* або *доповнюючими* (рис. 4.35).

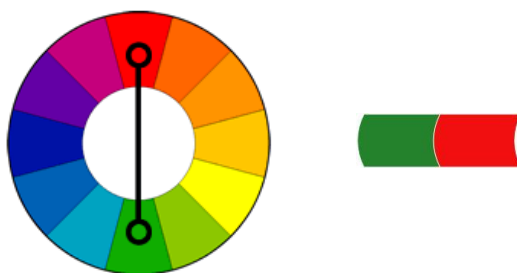


Рисунок 4.35 Варіант підбору кольорів за комплементарною схемою

Унаслідок того, що розміщені поруч, вони роблять один одного яскравішими й жвавішими. Завдяки своїй специфічності (тепла гама) першим сприймається *червоний*, а потім – *зелений*. Таким чином вони ніби віддаляються один від одного. Глядач прагне скоригувати свої враження.

Око, розрізняючи червоний і зелений, формує відношення окремого ритму, провокуючи ефект руху. Ця робота ока сприймається людиною як дискомфортна, тому використовувати однаково домінуючі контрастні кольори потрібно обережно.

Можна застосовувати окремі контрастні колірні плями для стимулювання уваги. Перший колір привертає увагу, а другий є фоном. Оптимальна пропорція при такому методі 90 – фон, 10 – акцент.

Акцент – колір, якого менше.

Він займає мінімальну площу і чим яскравіший колір, тим менше його потрібно (рис. 4.36). Для слабо насичених поєднань рекомендується використовувати пропорцію 60 – 40.

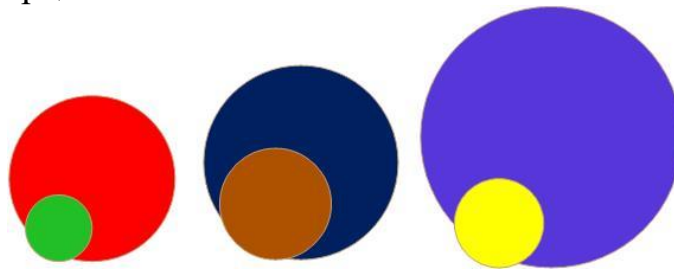


Рисунок 4.36 Колірні акценти

Якщо все-таки потрібно сполучити комплементарні кольори, то рекомендується скористатися тоновими роздільниками (білим, сірим, чорним), використавши їх у вигляді підложки або контуру (рис. 4.37).

Тонові роздільники сполучаються з усіма кольорами і є позитивним тоновим переходом між дисонуючими контрастними кольорами. В якості колірні роздільників, використовуючи також відтінки даних кольорів.



Рисунок 4.37 Приклад тонового розділення

Існують і більш складні схеми підбору кольорів:

1) можна взяти дві пари комплементарних кольорів – це називається *подвійний комплемент (double complement)*. Прикладом такої комбінації є: жовтий і пурпурний/ліловий, та синій і жовтогарячий;

2) іншою схемою є *альтернативний комплемент (alternate complement)*, коли комбінується тріада кольорів із кольором, комплементарним одному з

кольорів тріади. Прикладом такої комбінації є: зелений, червоно-пурпурний, червоний і жовтогарячий;

3) також існує *розщеплений комплемент (split complement)*, коли береться колір, його комплементарний колір і два прилягаючих до нього кольори;

4) останньою схемою є *тетрада*, коли беруться чотири кольори, що розташовані прямо навпроти один одного. Тобто обирають один первинний, один вторинний і два третинних кольори.

На рис. 4.38 показані приклади перерахованих вище схем.

Описані схеми використовують для підбору комбінацій кольорів, що контрастують. Однак існують два типи схем, де використовуються споріднені кольори, – *монохроматична (monochromatic)* та *аналогова (analogous)*.



Рисунок 4.38 Варіанти підбору кольорів за схемами комплементу та тетради

Монохроматична схема використовує один колір і всі його відтінки й варіації (рис. 4.39, а). У разі правильного використання ця схема надає зображенню, композиції акуратний, чистий вигляд.

Аналогова схема використовує кольори, які розташовані по сусідству один з одним на колірному колі (рис. 4.39, б).

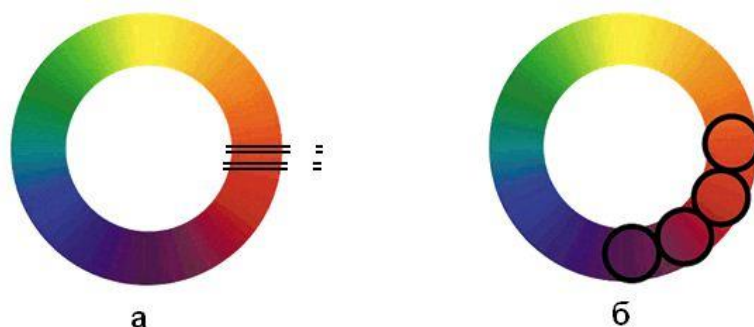


Рисунок 5.23 Варіант підбору кольорів за монохроматичною та аналоговою схемами

Можливі наступні *методи гармонійного поєднання кольорів*:

- метод використання прилеглих кольорів;
- метод використання протилежних кольорів (метод контрастності);
- метод використання кольору різного ступеня насиченості.

Метод використання прилеглих кольорів: мають на увазі прилеглі кольори на колірному колі. Метод базується на використанні аналогової колірної схеми.

Метод використання протилежних кольорів: мають на увазі протилежні один одному кольори на колірному колі. Такий метод досить часто використовують дизайнери, наприклад, у рекламі для створення акцентів, оскільки протилежні кольори дуже контрастні щодо один одного. Метод базується на використанні комплементарної схеми, схем подвійного, альтернативного, розщепленого компліментів, тріадних схем і схеми тетради.

Метод використання кольору різного ступеня насиченості: добре виглядають у сполученні кольори одного кольору, але різних відтінків. Подібний спосіб підкреслює важливі елементи й надає відчуття легкості зображенню. Метод базується на використанні монохроматичної схеми.

Таким чином, підбір колірної рішення є одним із важливих компонентів у поліграфії, дизайні, формуванні фірмового стилю, логотипа, етикетки, обкладинки, зображення на сторінці тощо. Головне в цьому складному питанні – це те, що колірні гама не повинна стомлювати або акцентувати на собі занадто багато уваги.

4.4 Контрольні запитання та тестові завдання

1. Які існують нормативні теорії представлення колірних сполучень?
2. Наведіть класифікацію колірних гармоній Брюкке.
3. Наведіть класифікацію колірних гармоній Б. М. Теплової.
4. Розкрийте змістовне навантаження теорії В. М. Шугаєва.
5. Розкрийте змістовне наповнення теорії В. Козлова.
6. Розкрийте сутність підходу використання геометричних фігур під час побудови гармонійних колірних сполучень. Наведіть приклади.
7. Наведіть усі напрями колірних стилів.
8. Опишіть змістовне навантаження базових колірних комбінацій.
9. Дайте визначення понять “первинні”, “вторинні”, “третинні” кольори.
10. Що таке тріада? Наведіть графічне представлення.
11. Що таке “подвійний комплемент”, “альтернативний комплемент” та “розщеплений комплемент”? Наведіть їх графічне представлення.
12. Що розуміється під “монохроматичною” та “аналоговою” схемами кольорів? Наведіть їх графічне представлення.
13. Опишіть методи сполучення кольорів та наведіть відповідні (тобто використовувані в рамках кожного з методів) колірні схеми.

14. У чому полягає сутність технології побудови 12-секторного колірного кола?

15. Що розуміється під аналоговою колірною комбінацією

а) використовуються будь-які з послідовних

гам, будь-які тони та відтінки;

б) колір сполучається з гамою, розташованою праворуч або ліворуч від доповнення;

в) складається з одної гами та двох гам по обидві сторони її доповнення.



16. Що розуміється під роздільно-додатковою колірною комбінацією

а) колір сполучається з гамою, розташованою праворуч або ліворуч від доповнення;

б) використовуються діаметрально протилежні кольори спектра;

в) складається з одної гами та двох гам по обидві сторони її доповнення.



17. Вкажіть графічне представлення *подвійного комплементу*.

а)



б)



в)



18. Мерохромія це –

а) композиція, де кольори підлеглі одному головному;

б) композиція, виконана в одному колірному тоні;

в) композиція, заснована на методі повного дроблення колірних мас.

19. Комбінація тріади кольорів із кольором, комплементарним одному з кольорів тріади це –

а) альтернативний комплемент;

б) подвійний комплемент;

в) розщеплений комплемент.

20. Комбінація певного кольору, його комплементарного кольору та двох прилягаючих до нього кольорів це –

а) альтернативний комплемент;

б) тетрада;

в) розщеплений комплемент.

РОЗДІЛ 5 ПСИХОЛОГІЯ СПРИЙНЯТТЯ КОЛЬОРУ

5.1 Фактори, що впливають на сприйняття кольору

Фактори, що впливають на сприйняття кольору, можна розподілити на об'єктивні та суб'єктивні.

До об'єктивних факторів належать:

- *характеристика джерела світла.* Враховують такі складові, як спектральний склад, співвідношення червоної, зеленої й синьої складових; інтенсивність або яскравість джерела;
- *характеристика передавального середовища:* скла, повітря, води тощо (з позиції ступеня поглинання/пропущення/відбиття світла);
- *характеристика самого об'єкта,* тобто з якого матеріалу виготовлений, темного або світлого тону, поглинає або відбиває світло визначеної довжини хвилі;
- *характеристика й структура приймача:* людських очей, фотоапарата, денситометра тощо;
- *висвітлення,* що є ключовим фактором для правильного відтворення кольору;
- *колір навколишніх елементів, сусідні кольори;*
- *перспектива сприйняття.*

Дуже важливою є і суб'єктивна сторона психологічного сприйняття кольору.

Колір впливає на фізіологічні процеси людини й на її психологічний стан. Знаючи особливості кожного кольору, можна сформуванати певний образ, викликати певні емоції, асоціації.

Відтінків існує безліч, однак у кожної людини є улюблені, вибір яких пов'язаний, як стверджують психологи, з особливостями окремої особистості. Тому під час вибору колірної гами потрібно опиратися на *передбачуваний психологічний портрет середньостатистичного глядача,* що є (або буде) споживачем продукції.

Колір треба підбирати *залежно від цільової групи.* Необхідно *враховувати психологію кольору,* що виникає в результаті емоційної реакції внаслідок переваг групи залежно від віку, статі, національності, місця проживання тощо.

Суб'єктивні фактори сприйняття кольору:

1) *стать;*

Чоловіки сприймають кольори не так, як жінки. Вони, в основному, віддають перевагу монохроматизму, комбінаціям схожих кольорів. Серед хроматичних кольорів особливо популярні відтінки блакитного або природні відтінки, тоді як жінки віддають перевагу складним гамам;

2) *вік;*

Чим старше покоління, тим більше їх приваблюють чисті тони (за твердженням експертів “Колор Маркетинг Груп” з віком зменшується здатність розрізняти відтінки), вони намагаються оточувати себе м’якими, спокійними тонами.

Так, наприклад, кваліфіковані дизайнери використовують під час розроблення дизайну сайту для молодшої аудиторії більш яскраві, помітні кольори, тоді як для старших (дорослих) людей – помірні, спокійні й стримані.

Дослідження довели, що люди молодшого віку частіше обирали яскраві й світлі кольори, ніж літні люди. Це ж стосується, у цілому, чоловіків порівняно з жінками. Однак для випробуваних у віці від 45 до 54 років виявилася зворотна тенденція – жінки цього віку віддавали перевагу яскравим кольорам майже у два рази частіше, ніж чоловіки.

У процесі обґрунтування свого колірної вибору діти, наприклад, не спираються на предметні асоціації кольору, а виходять із враження від нього. Яскраві кольори їх радують й приваблюють, погляд дитини сам тягнеться за такими кольорами. Причому вплив червоного, жовтого й інших яскравих кольорів не дратує дітей молодшого віку, а навіть заспокоює, дозволяє дитині почувати себе комфортно. Наприклад, виконуючи завдання намалювати щось “гарне”, “приємне” діти чотирьох років найчастіше використовували світлі, яскраві фарби – жовту, червону, жовтогарячу, блакитну, смарагдово-зелену.

3) *фізичний стан;*

У стресовому стані у людини різко загострюється сприйняття кольорів, у той час як у разі загальної стомленості – навпаки, притупляється.

4) *час;*

Кількість сприйнятих людиною відтінків кольору залежить від часу розгляду зображення. Чим довше людина вдивляється в зображення, тим більше відтінків кольору й деталей зображення вона здатна розрізнити (однак у разі довгого роздивляння зображення накопичується втома й погіршується загальний фізичний стан).

5) *характер;*

Колір, якому людина віддає перевагу, багато може розповісти про її характер та емоційний склад. У психології є поняття, що відноситься до сфери характеру введено К. Юнгом (1924 р.) – “екстраверсії-інтроверсії”. Кількість кольорів, яким віддають перевагу інтроверти, в два рази менша, ніж у екстравертів. Щодо кольорів, то червоний, жовтий, жовтогарячий – кольори екстраверсії (тобто імпульсу, поверненого назовні), а синій, фіолетовий, зелений – кольори інтроверсії (тобто імпульсу, поверненого всередину).

На підставі переваги того або іншого кольору можна зробити висновок про психологічні особливості людини:

білий: цьому кольору може віддати перевагу людина з будь-яким характером, він нікого не відштовхує;

чорний: колір смутку, непевності, гріха, що символізує похмуру сприйняття життя. Постійний вибір чорного свідчить про наявність якогось кризового стану й характеризує агресивне неприйняття світу або себе;

сірий: улюблений колір розважливих і недовірливих натур, які довго думають, перш ніж прийняти яке-небудь рішення. Це люди – спостерігачі, а не діячі, стримані й не люблять приймати рішень, відкладають їх наскільки дозволять обставини. Це також нейтральний колір, що обирають ті, хто боїться занадто голосно заявити про себе;

червоний: якщо це улюблений колір, то така людина смілива, це вольовий, владний тип, запальний, динамічний і товариський. До того ж – альтруїст. У людей, яких цей колір дратує – комплекс меншовартості, страх перед сварками, схильність до самоти. Відраза, ігнорування червоного відображає органічну слабкість, фізичне або психічне виснаження. Червоний колір найбільше пасує підліткам;

коричневий: колір вибирають ті, хто твердо й упевнено став на ноги, любить друзів і відданий їм. Люди, які мають слабкість до нього кольору, цінують традиції, родину. Для них чимале значення має почуття комфорту. Перевага коричневого відображає, насамперед, прагнення до простих інстинктивних переживань, примітивних почуттєвих радощів. Разом із тим вибір цього кольору як основного вказує на певне фізичне виснаження. У нормі, поряд із чорним, коричневий колір відкидається найчастіше;

жовтий: символізує спокій, невимушеність у відносинах, інтелігентність. Коли він є улюбленим, це означає товариськість, цікавість, сміливість, легку пристосовуваність і одержання задоволення від можливості подобатися. Ці люди життєрадісні й повні оптимізму; якщо в них щось не виходить – намагаються змінити своє життя. Вони непередбачувані й мають безмежну допитливість. Коли ж колір неприємний, то йдеться про людину зосереджену, песимістично налаштовану;

синій: колір спокою та розслаблення. Якщо він подобається, то це говорить про скромність і меланхолію; такій людині часто потрібно відпочивати, вона швидко утомлюється, їй надто важливі почуття впевненості, доброзичливості навколишніх. Байдужність до цього кольору говорить про легкодумство у сфері почуттів, хоча й прихованих під маскою ввічливості.

Вибір синього кольору як основного відображає фізіологічну й психологічну потребу людини в спокої, а заперечення його означає, що людина уникає розслаблення. Під час захворювання або перевтоми потреба в синьому кольорі збільшується;

зелений: той, хто віддає йому перевагу, любить почувати себе в безпеці; він марнує час і сили на інших, а в суперечках аргументовано відстоює свою точку зору. Такі люди бояться чужого впливу, шукають спосіб самоствердження, тому що для них це життєво важливо. Той, хто його не любить, боїться життєвих проблем, взагалі всіх труднощів. Зелений колір містить приховану потенційну енергію, відображає ступінь вольової напруги, тому люди, що віддають перевагу зеленому кольору, прагнуть до самовпевненості й упевненості взагалі. Люди ж ексцентричні, що досягають поставлених завдань не цілеспрямованою вольовою активністю, а за допомогою емоцій, відкидають зелений колір як “несимпатичний”. Зелений

колір відкидають і люди, що перебувають на межі психічного й фізичного виснаження;

жовтогарячий: улюблений колір людей, що володіють гарною інтуїцією, мрійних натур. Той, хто віддає йому перевагу, полюбляє спілкування і товариство, відрізняється життєрадісністю та імпульсивністю;

рожевий: колір говорить про необхідність любити й бути добрішим. Ті, кому він подобається, можуть розхвилюватися із найнезначнішого приводу. Ці люди чутливі, милі й доброзичливі й не проти повернутися до пори романтичної юності, мріють про любов. У людей прагматичних цей колір викликає роздратування;

фіолетовий: колір символізує потребу в підтримці, опорі. Вибір або заперечення даного кольору є своєрідним індикатором психічної зрілості. Ці люди недовірливі, а тому полюбляють напускати на себе загадковість. Колір виражає внутрішній неспокій, тривогу, самотність;

б) *переваги*;

Колірні переваги можуть свідчити (з певним ступенем ймовірності) про характер людини, її особисті та ділові якості. Істотним тут є “аура” особистості.

Наприклад, можуть існувати такі колірні переваги:

світловолосі, блакитноокі люди з рожевою шкірою обличчя, як правило, працюють з дуже чистими кольорами та великою кількістю чітко помітних тонів; їх колірні гама може бути більш блідою або більш яскравою;

люди із чорним волоссям, темною шкірою й темно-коричневими очима головну роль у сполученнях відводять чорному кольору, а чисті кольори дають у супроводі чорного;

люди з рудими волоссям і рожевою шкірою воліють працювати інтенсивними кольорами (жовтий, червоний і синій).

Як правило, люди, яких відносять до інтелектуальної еліти, уникають у повсякденному житті особливо яскравих відтінків, віддаючи перевагу спокійним, пастельним тонам;

7) *мислення*;

Йдеться не про інформаційний, а про енергетичний бік колірної впливу, і тим самим не про зміст розумового процесу, а про його динамічні характеристики.

У різних колірних середовищах людині “думається” по-різному: колірний вплив може або перешкоджати, або сприяти вирішенню завдання, ухваленню покупцем рішення щодо придбання певної продукції.

Для друкованої літератури шкільної і студентської аудиторії не рекомендується використовувати темні, “холодні” тони. Подібні кольори викликають гальмування й знижують ефективність розумової діяльності. Навпаки, кольори “активної сторони” поліпшують розумову діяльність, підвищують її продуктивність;

8) *емоції*;

Коли говорять: “почорнів від горя”; “почервонів від гніву”, “позеленів від злості”, “посірів від страху”, то не сприймають ці вирази буквально, а

інтуїтивно пов'язують емоційні переживання людини зі здатним виразити їх кольором. Психічно здорова людина як доросла, так і дитина, починаючи з чотирьох років, може “закріплювати” за певним кольором певні емоції. Наприклад, *жовтий* (подив), *зелений* (подив та зацікавленість), *сірий* (стомленість, смуток), *червоний* (гнів, радість) та ін.

Ще в 1947–1948 рр. була виявлена помітна зміна колірної чутливості залежно від емоційного стану людини. Позитивні емоції, наприклад радість, виявилися пов'язаними з підвищенням чутливості до червоного та жовтого й зі зниженням – до синього і зеленого. У разі переживань негативних емоцій спостерігалася зворотна картина: чутливість до синього та зеленого зростала, а до жовтого й червоного знижувалася. Зазначені зміни колірної чутливості відзначалися не тільки під час переживань емоцій, але й під час спогадів про приємну або неприємну події. Дослідження підтвердило зв'язок між емоційними відчуттями і кольором.

Цікавою є робота В. Н. Ворсобіна (1980 р.). У ній вивчається динаміка колірних переваг дошкільників залежно від пережитих ними емоцій. У випадках переживання дітьми емоцій радості значно збільшувалася перевага червоного, жовтого і жовтогарячого кольорів і зменшувалася – зеленого і блакитного (аналіз проводився за колірними сполученнями). Під час переживання емоції страху діти рідше віддавали перевагу сполученню червоний – синій – фіолетовий, а частіше – зелений – блакитний [3].

Одним із факторів, що впливають на емоційне переживання людини, є форма предмета або плями, що несе даний колір. Враження, що вироблене кольором, тісно пов'язане із предметною структурою об'єктів (рис. 5.1).

Форма й колір повинні підтримувати один одного.

Там, де колір і форма погоджені у своїй виразності, їх вплив на глядача подвоюється.

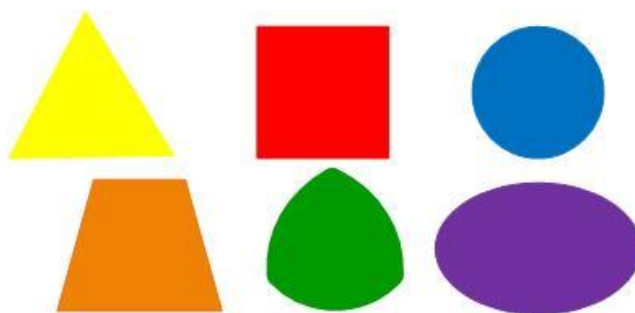


Рисунок 5.1 Підпорядкованість кольору формі

Продукція, вплив якої визначається головним чином кольором, повинна підкоряти форму в її композиції кольору. Як для трьох основних кольорів, так і для трьох основних форм (квадрата, трикутника й кола) повинні бути знайдені властиві їм виразні характеристики:

квадрат: йому відповідає *червоний* колір як колір матерії. Вага й непрозорість червоного кольору погоджуються зі статикою й важкою формою квадрата;

трикутник: до трикутників відносять усі форми діагонального характеру, як наприклад, ромби, трапеції, зигзаги і їх похідні. Трикутник – символ думки і його невагомий характер дозволяє порівнювати його в області кольору з *ясно-жовтим*;

коло: символ постійно рухливої духовності. У древньому Китаї планування храмів будувалося на основі кола, у той час як палац земного імператора зводився на основі квадратних форм. До кола зараховуються всі вигнуті форми колоподібного характеру, такі, як еліпс, овал, хвилеподібні форми параболи і їх похідні. Безперервному руху кола в області кольору відповідає *синій* колір.

Якщо для кольорів другого порядку підшукати відповідні їм форми, то для *жовтогарячого* – це буде *трапеція*, для *зеленого* – *сферичний трикутник* і для *фіолетового* – *еліпс*.

Таким чином, існує підпорядкованість певного кольору відповідної йому формі [3].

5.2 Колірні асоціації. Орієнтований вплив колірного подання

Орієнтований вплив колірного рішення забезпечується за рахунок цілеспрямованого процесу створення потрібних асоціацій у споживачів продукції (рис. 5.2). Діяльність органів зору може збуджувати й інші органи почуттів: слух, смак, нюх, сприйняття дотиком. Колірні відчуття можуть також викликати спогади та пов'язані з ними емоції, образи, психічні стани. Асоціація – це зв'язок між елементами психіки, завдяки котрим поява одного елемента у визначених умовах викликає появу іншого, з ним пов'язаного. Явище колірних асоціацій полягає в тому, що колір пробуджує ті чи інші емоції, відчуття, інакше кажучи під впливом кольору збуджується уява, пам'ять про бачене або пережите.

Правильно підібрані кольори можуть як привернути увагу до зображення, так і відштовхнути від нього. Можна викликати радість, зацікавленість, страх, нудьгу всього лише зміною тону. Правильно використовуючи колірні комбінації можна створити такі колірні рішення продукції (етикеток, обкладинок книг і журналів, зображень на їх сторінках, елементів керування та навігації у мультимедійних виданнях навчального, дидактичного, розважального спрямувань тощо), що дозволить не лише привернути увагу споживачів, але й вплинути на їх рішення про придбання даного товару.

Асоціації близькі до символічних і психологічних сприймань кольору, їх можна розділити на декілька груп:

- вагові (легкі, важкі, невагомі...);
- температурні (гарячі, теплі, прохолодні, полум'яні...);
- дотику (м'які, жорсткі, колючі...);

- просторові (наступаючі, відступаючі, близькі, далекі...);
- акустичні (тихі, голосні, дзвінки, музичні...);
- смакові (солодкі, апетитні, гіркі, кислі...);
- вікові (дитячі, молодіжні, зрілі...);
- сезонні (весняні, літні, зимові, осінні...);
- етичні (мужні, ніжні, сентиментальні...);
- емоційні (веселі, сумні, нудні, спокійні, драматичні...);
- культурні (які нагадують колорит явищ культури – від живопису відомих художників до виробів кулінарного мистецтва).

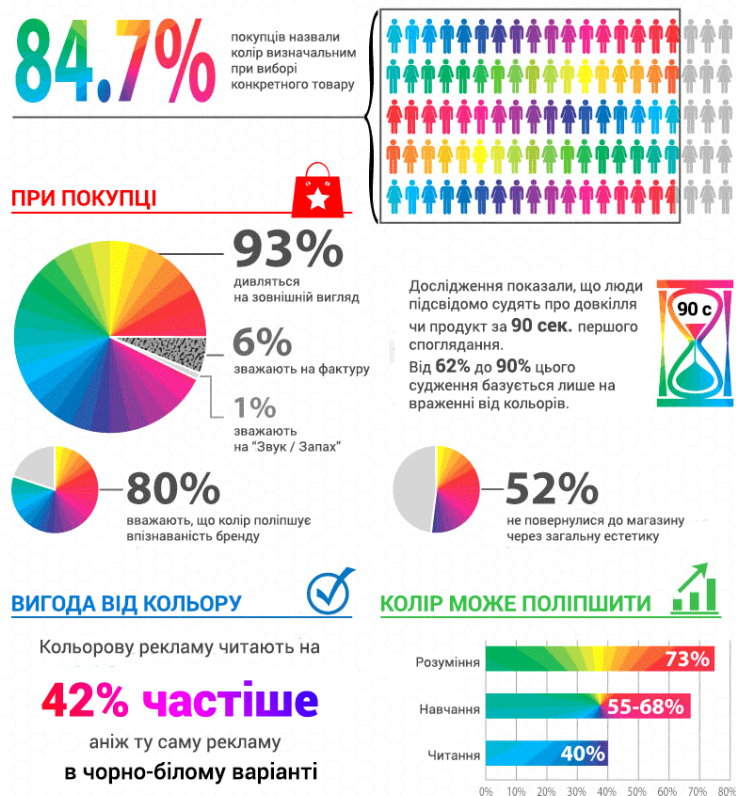


Рисунок 5.2 Вплив кольору на споживача продукції

Психологічний вплив кольору означає почуття, які людина відчуває під впливом конкретного кольору. Так, наприклад, червоний і жовтогарячий викликають прилив енергії, фіолетовий та темно-сірий – пригнічують, зелений та блакитний – загальмовують тощо.

Неважко побачити, що майже будь-який прикметник української мови може характеризувати колір. Так, наприклад, “жовтий” – персиковий, золотавий, пісковий, солом’яний, лимонний, вершковий, слонової кістки, тілесний, креманий, палевий, чайної троянди, виноградний, банановий.

Різні кольори можуть асоціюватися з особистісними характеристиками людей; іншими словами, людина приписує кольору властивості, якими він (за визначенням) не володіє:

синій – чесний, справедливий, незворушний, сумлінний, добрий, спокійний;

зелений – черствий, самостійний, незворушний;

червоний – чуйний, рішучий, енергійний, напружений, метушливий, дружелюбний, упевнений, товариський, дратівливий, сильний, чарівний, діяльний;

жовтий – говіркий, безвідповідальний, відкритий, товариський, енергійний, напружений;

фіолетовий – несправедливий, нещирий, егоїстичний, самостійний;

коричневий – поступливий, залежний, спокійний, сумлінний, розслаблений;

чорний – непривабливий, мовчазний, упертий, замкнутий, егоїстичний, незалежний, ворожий, відлюдний;

сірий – пасивний, млявий, невпевнений, несамоствійний, слабкий.

Людина несвідомо асоціює деякі предмети, об'єкти, поняття з певними кольорами.

Будь-які асоціації нерідко досить прості (*червоний* – вогонь, кров; *жовтий* – сонце й т. д.). Складність полягає у тому, що тому самому абстрактному поняттю відповідають різні кольори. Так, поняття “любов”: любов матеріальна (*білий*), до Бога (*синій*), до себе (*жовтий*), до коханого (*червоний*), до друга (*зелений*).

Варіювання насиченістю змінює асоціацію кольору: *червоний* – любов, а отриманий з додаванням білого *рожевий* – ніжність; з додаванням чорного *бордовий* – аморальність.

Колірна гама може вражати, заспокоювати або зачаровувати.

Вплив кольору можна розподілити на *фізіологічний* (терапевтичний), *психологічний* та *естетичний*. Цими факторами обумовлені колірні асоціації й символіка кольору.

Прикладом *фізіологічного та терапевтичного впливу* кольорів є те, що вони застосовуються для лікування захворювань.

Наприклад, *синій* колір застосовується для лікування ендокринної сфери, нирок, легневих захворювань, хвороб ока; ефективний він для лікування дитячих інфекцій, коклюшу; особливо значний вплив цього кольору на нервову систему. *Синім* світлом лікують безсоння, шизофренію, істерію, маніакально-депресивний психоз, епілепсію. Отже, під час розроблення колірного рішення оформлення продукції (вигляду її етикетки, упаковки тощо), що буде спрямована, наприклад, на лікування конкретного захворювання, необхідно використовувати призначені для цього кольори, щоб налаштувати споживача на покупку й не завдати шкоди рекламній кампанії товару.

З позиції *психологічного* впливу кольори мають наступне змістовне навантаження [3]:

а) *червоний* колір підходить для підкреслення агресивності, активності; для вираження пристрасті, бажання, жорстокості (колір крові); для підкреслення розкоші, багатства (особливо в сполученні із чорним) (рис. 5.3).

Даний колір найкраще використовувати для виділення невеликих деталей, це відразу привертає до себе увагу, у той час як надмірне його використання здатне викликати у споживача агресивність і навіть роздратування предметом реклами;



Рисунок 5.3 Приклади використання червоного кольору

б) *жовтий* колір підходить для передачі радісного настрою, оптимізму. Це колір золота, тому у багатьох він асоціюється з успіхом, багатством і розкішшю.

Даний колір найкраще використовувати для реклами товарів типу “хай-тек”; колір буде вдалий у рекламі дитячих товарів, послуг туристичних компаній, а також рекламних і PR-агентств, але його не варто використовувати на сайті юридичної компанії, так як негативне значення даного кольору – гріх, зрада (рис. 5.4);



Рисунок 5.4 Приклади використання жовтого кольору

в) *помаранчевий* колір підходить, якщо необхідно підкреслити сучасність, динамічність і оптимізм. Багато компаній, які обирають основною рисою свого бренду сучасність, вибирають помаранчевий як “фірмовий” колір. Особливо поширено це серед операторів стільникового зв’язку. Для створення яскравого плаката помаранчевий фон – банальний, однак, практично ідеальний варіант (рис. 5.5). Помаранчевий дуже добре виглядає в сполученні із блакитним. Даний колір найкраще використовувати в рекламі медикаментів, дитячих товарів, а також послуг у сфері охорони здоров’я й освіти;



Рисунок 5.5 Приклади використання помаранчевого кольору

г) *зелений* колір підходить для передачі життя в усіх його біологічних проявах і зв’язку із природою. Даний колір найкраще використовувати в рекламі медикаментів, водоочисних систем, стоматологічних клінік і аптек, ветеринарних лікарень, центрів здоров’я й охорони навколишнього середовища (рис. 5.6). Він може бути як теплим, так і холодним. Це найприродніший і “найживіший” колір. У цьому й полягає його основне призначення в дизайні, поліграфії – передавати зв’язок об’єкта, предмета, явища із природою;



Рисунок 5.6 Приклади використання зеленого кольору

д) *синій* використовується, щоб підкреслити спокій і чистоту. Так, майже всі якісні засоби, що чистять, мають або синій, або блакитний колір і це не випадково. Вчені довели, що саме ці кольори асоціюються в більшості людей із чистотою (рис. 5.7).



Рисунок 5.7 Приклади використання синього кольору

Даний колір найкраще використовувати для деталей у каталозі або рекламному проспекті – відразу привертає до себе увагу й, на відміну від червоного, ніколи не викликає негативних емоцій. Варіювання насиченості та яскравості чисто синього кольору дає більшу гаму відтінків (але, через особливості СМУК системи саме синій гірше за все відображається під час друку);

е) *блакитний* колір заспокоює й прохолоджує. Подібний ефект пояснюється асоціаціями з холодною водою й льодом. Однак він інколи викликає почуття відчуженості. Колір символізує спокій та благополуччя, викликає повагу, довіру, надію та створює відчуття цілісності;

є) *рожевий* є кольором апетиту. Він дуже широко використовується в харчовій промисловості. Діапазон використання цього кольору може бути найширшим: від реклами парфумерної продукції, товарів для жінок і дітей до послуг шлюбних агентств і сімейних центрів (рис. 5.8);



Рисунок 5.8 Приклади використання рожевого кольору

ж) *фіолетовий* колір підходить для створення містичного настрою, підкреслення загадковості, зосередженості, розкошів (рис. 5.9).



Рисунок 5.9 Приклади використання фіолетового кольору

Цей колір рекомендується використовувати для підкреслення креативності рекламованого товару. Та слід пам'ятати, що він здатний створювати відчуття тісноти, обмеженості простору, а також дуже швидко стомлює й призводить до зниження активності;

з) *білий* колір завдяки асоціації із прозорим повітрям викликає почуття легкості, волі; символізує чистоту, добро, істину, ясність. Часто використовується під час створення фону. Сам по собі білий колір не несе ніякої інформації, він вільний від будь-яких психологічних тенденцій, але з усіма іншими кольорами добре komponується, створюючи світліші тони. Використання даного кольору в друкованій рекламі здатне створити нейтральний ефект – коли споживачеві реклами просто повідомляється інформація про товар, без установлення яких-небудь акцентів і пріоритетів (рис. 5.10). Матово-білий колір – це нейтралітет, межа, яка відокремлює людину від будь-який переживань;



Рисунок 5.10 Приклади використання білого кольору

і) *чорний* колір належить до “класики”, елегантний, створює враження витонченості. Цей колір тією чи іншою мірою може сполучатися з усіма іншими кольорами. Це колір розкоші, особливо в сполученні із червоним. У наших традиціях прийнято відносити його до скорботного кольору. Він сприяє само зануренню, допомагає від усього відгородитися, замкнутися й сконцентруватися. У чорному приходить відчуття самотності й ізоляції від навколишнього світу (рис. 5.11).



Рисунок 5.11 Приклади використання чорного кольору

Саме тому даний колір у поліграфічній рекламі краще не використовувати. Ця рекомендація, зрозуміло, не поширюється на шрифти й таблиці, саме у відношенні до них, за рідкісним винятком, краще не експериментувати.

5.3 Психологічні особливості сприйняття кольору

Психологічний вплив на людину надають не тільки окремі кольори, але й колірні сполучення (рис. 5.12). За ступенем погіршення сприйняття вони розташовуються таким чином [3]:

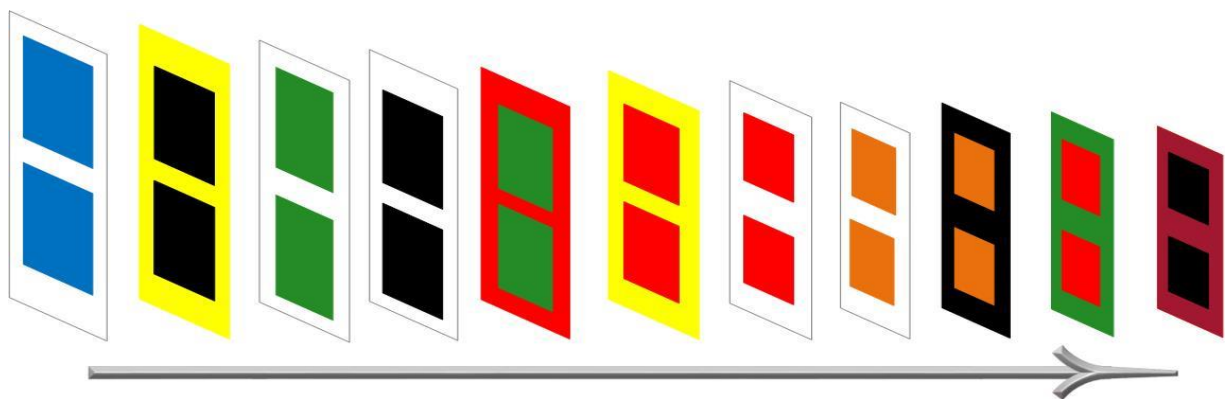


Рисунок 5.12 Розташування колірних сполучень за ступенем погіршення сприйняття

- синій на білому;
- чорний на жовтому;
- зелений на білому;
- чорний на білому;
- зелений на червоному;
- червоний на жовтому;
- червоний на білому;
- помаранчевий на чорному;
- чорний на пурпурному;
- помаранчевий на білому;
- червоний на зеленому.

Психофізіологічний вплив колірних сполучень залежить від більшої або меншої насиченості кольорів, розміру колірних плям, відстаней і напрямків, звідки впливають кольори. Так, колір розташований по вертикалі, сприймається легким, по діагоналі – динамічним, по горизонталі – стійким.

Якщо напруга кольору внизу – композиція природна й стійка; вгорі – неприродна, така, що тисне; з будь-якого краю – нестійка (рис. 5.13).



Рисунок 5.13 Вплив насиченості кольору на сприйняття композиції

Певні кольори володіють більшою (“активні”) або меншою (“пасивні”) силою емоційного впливу. Концентрація активного кольору в правому верхньому куті активізує композицію, все збільшує у розмірі. У лівому нижньому куті – створює ілюзію пасивності й зорового стиснення, руху назад (рис. 5.14).

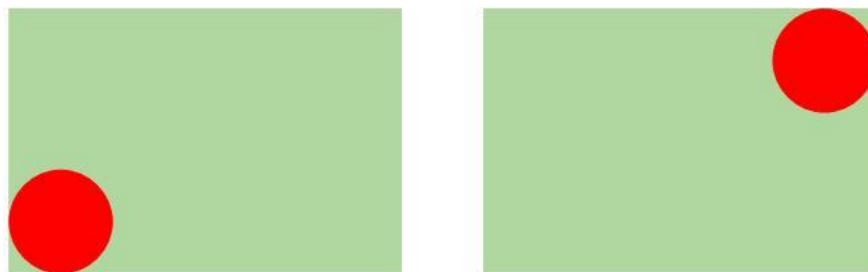


Рисунок 5.14 Вплив напруги кольору на композицію

5.4 Національно-культурна специфіка сприйняття кольорів

Люди різних культур сприймають колір по-різному внаслідок національних традицій, культурних особливостей та ін. Погляди на колір навіть близьких людей не збігаються.

Не тільки різні люди реагують на той самий колір по-різному, але й цілі народи. Це пов’язано із традиціями, у яких виховувалася нація. Наприклад, у

європейських країнах білий – це колір чистоти й невинності, а в деяких східних народів даний колір є кольором жалоби.

Відношення до кольору в кожній країні своє, існує навіть своя національно-культурна специфіка, яку необхідно враховувати, займаючись розробленням колірних рішень, наприклад, рекламної продукції для представника тієї або іншої країни.

У цілому, чим ближче до Сходу, тим більше значення надається символіці кольору. Так, у Китаї червоний колір означає доброту й відвагу, чорний – чесність, а білий, на відміну від загальноприйнятого європейцями символу чистоти й святості, асоціюється з підлістю й облудністю. В Азії до білого кольору ставляться з більшою повагою, ніж на Заході. Жовтий колір, більш ніж де-небудь, шанують у Таїланді – причини цього криються в релігії. А в країнах із посушливим кліматом зелений колір вважають кольором сили.

Один із найхарактерніших способів осмисленого підходу до використання кольору можна простежити в основі символізму – геральдиці й вексилології (науки про прапори). Герби й прапори зобов'язані бути наочними, пізнаваними й нести закодовану інформацію. За частотою використання у сучасних прапорах застосовуються: червоний, білий, синій, жовтий, чорний. Аналогічна ситуація виникає під час розроблення фірмового стилю й торговельних марок підприємств. Обране колірне рішення повинне символізувати пріоритети даної компанії або продукції (рис. 5.15).

ФІОЛЕТОВИЙ	<i>Розкіш і примха</i>		
СИНИЙ	<i>Спокій і логіка</i>		
ЗЕЛЕНИЙ	<i>Користь і екологічність</i>		
ЖОВТИЙ	<i>Радість і дружлюбність</i>		
ПОМАРАНЧЕВИЙ	<i>Грайливість і комфорт</i>		
ЧЕРВОНИЙ	<i>Сила і пристрасть</i>		
РОЖЕВИЙ	<i>Солодкість і сексуальність</i>		
КОРИЧНЕВИЙ	<i>Тепло і надійність</i>		
ЧОРНИЙ	<i>Ексклюзив і гламур</i>		

Рисунок 5.15 Приклади колірних рішень торговельних марок підприємств

У разі правильного вибору кольорів і їх сприятливого подання у споживачів активізується бажання придбати рекламований товар.

Дизайнери й поліграфісти, використовуючи свої знання способів впливу різних кольорів, впливають на споживацький контингент. Вони допомагають виробникам за допомогою кольорів переконати споживачів купити певний товар.

Потрібно пам'ятати приклади *суперечливого значення кольорів*:

червоний колір: парадний, святковий колір краси й здоров'я (для України, Росії); знак попередження й стоп-сигнал (в усьому світі); колір доброти й відваги (для США, Китаю);

жовтий колір: тепло, веселощі (для України), знак смерті (для Сирії), ознака розпачу (для Бразилії), влада (для Китаю), колір боягузів, негідників і еретиків (у міфології), процвітання (для США);

блакитний колір: вірність (для США), жалоба (для Китаю);

зелений колір: надія (для США), найбільш популярний (для Австрії), колір смерті (для Єгипту), колір процвітання і благополуччя (для Індії);

чорний колір: символізує складність й надзвичайність ситуації (для США), жалоба (для західних країн), колір веселощів (для Японії), чесноть (для Китаю);

білий колір: підлість, облудність (для Китаю), жалоба (для Японії);

фіолетовий колір: жалоба (для Китаю), сум (для Індії).

Колірне рішення повинно викликати конкретні (позитивні) емоції, тому не слід забувати про специфіку колірною сприйняття людей, що обумовлена національно-культурним фактором.

5.5 Колір шрифту в поліграфії. Сполучення кольорів тексту й фону

Текст обов'язково повинен бути читабельним, але необов'язково чорним. Досить, щоб він був у контексті з іншими кольорами й не затьмарювався ними.

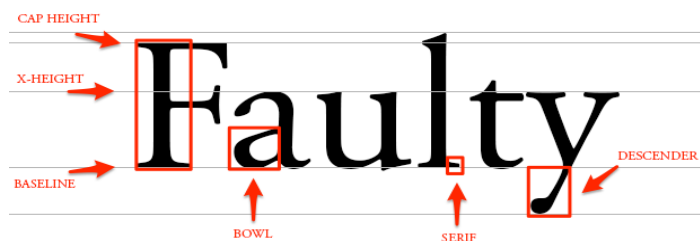
Під *кольором шрифту* (*type color*) у поліграфії розуміють загальний відтінок блоку тексту. У світлих шрифтів типу *Calibri Light* світлий колір, оскільки наноситься дуже мало фарби; насичені ж шрифти типу **Cooper** або **Arial Black** виглядають набагато темніше, тому що фарби наноситься більше.

Існують універсальні *рекомендації щодо вибору шрифту*:

1) *Гарнітура шрифту* (обрис і конфігурація шрифту). В поліграфії прийнято вважати, що шрифти без засічок сильніше стомлюють очі, ніж шрифти із засічками, оскільки засічки допомагають вести погляд відвідувача по тексту і людський мозок швидше сприймає плавні форми. Тому, в більшості традиційних друкованих документів при публікації великих об'ємів тексту, таких як основна частина книги чи газетної статті використовуються шрифти із засічками (рис. 5.16). Чіткіші, помітніші і не обтяжені додатковими елементами форми шрифтів без засічок у поліграфії використовуються, в основному, для заголовків статей або для рекламних слоганів.

Для веб-документів, що призначені в основному для перегляду на екрані монітора застосовується інший підхід. Тут, шрифти із засічками не є

популярними, і основний текст, зазвичай, набирають шрифтами без засічок. Причина цього, мабуть, криється в низькій роздільності екрану.



Times New Roman шрифт із засічками

Arial шрифт без засічок

Рисунок 5.16 Гарнітури шрифту

2) Шрифт повинен легко читатися.

На читабельність впливають:

- *стиль шрифту*. Давати великі обсяги інформації рукописним шрифтом або буквами з оригінальними обрисами безглуздо – витончена в'язь може викликати інтерес, але буде перешкоджати швидкому прочитанню і сприйняттю інформації (рис. 5.17).



Рисунок 5.17 Великі обсяги рукописного шрифту важкі для сприйняття

- *товщина і розмір букв*. У дуже тонких та дуже товстих літер читабельність знижується. Також надто вузькі та надто широкі літери викликають стомленість ока (рис. 5.18).



Рисунок 5.18 Занадто тонкі, товсті, вузькі чи широкі літери стомлюють око

- міжбуквенний інтервал (кернінг). Розрідженість літер в рядку, як і скупченість заважає сприйняттю тексту (рис. 5.19).



Рисунок 5.19 Приклад шрифту з кернінгом

Природний простір між двома літерами Т виглядає занадто стислим. Змінюючи відстань лише між цими двома літерами, можна підвищити читабельність тексту.

- трекінг пов'язаний із модифікацією відстані між літерами. Трекінг відповідає за відстані між усіма літерами усього слова (рис. 5.20).



Рисунок 5.20 Приклад шрифту з трекінгом

- міжрядковий інтервал (інтерліньяж) має значний вплив на чіткість і стиль відображення тексту. Оптимальною відстанню між рядками вважається відстань, не менша за висоту символу (рис. 5.21).

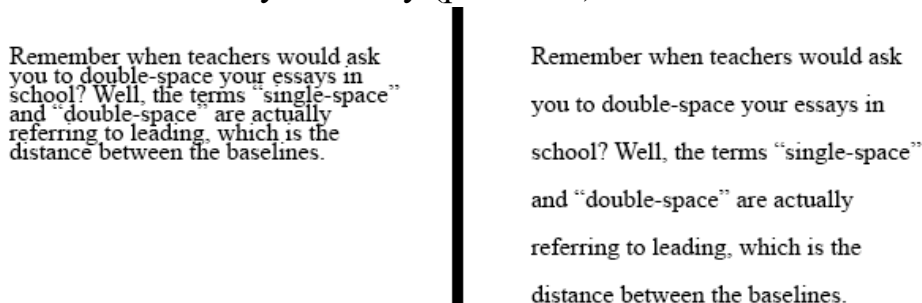


Рисунок 5.21 Приклади інтерліньяжу

Можна збільшити інтерліньяж, створюючи більше простору між вихідними лініями, або зменшити інтерліньяж, штовхаючи рядки тексту ближче один до одного. При більшій відстані між рядками текст читається краще.

3) Кегль шрифту вибирають виходячи з конкретної ситуації. Великі літери привертають увагу, виділяють інформацію (рис. 5.22). Однак великі обсяги тексту тільки великими літерами стомлюють.



Рисунок 5.22 Кегль шрифту

4) *Виділення тексту* напівжирним зображенням також стомлюють і знижують читаність.

5) *Оптимальна кількість шрифтів* для одного проекту. Необхідно стежити за тим, щоб в одному рекламному оголошенні не було безлічі різних шрифтів (гарнітур) – це утрудняє сприйняття тексту.

6) *Буквиця* – перша буква в абзаці, набрана великим кеглем або особливо виділеним шрифтом (рис. 5.23). Використання буквиці підвищує сприйняття на 13%, використання зображення крім тексту – на 25%.



Рисунок 5.23 Буквиця може знаходитись у тексті або на полі

7) *Ключове слово* необхідно виділити максимально великим шрифтом (рис. 5.24).

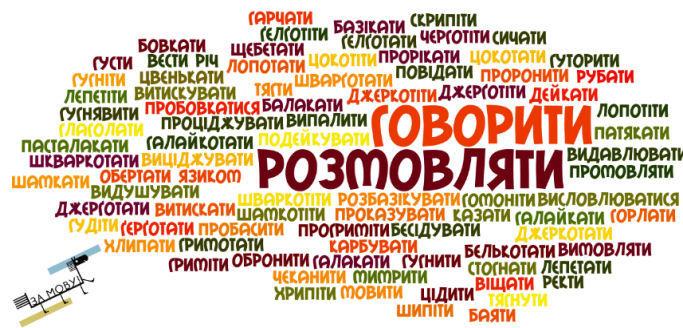


Рисунок 5.24 Виділення ключового слова

8) *Підзаголовок* дає можливість перейти до наступної думки або виділити певний розділ оголошення.

Ви можете використовувати різну “вагу” (напівжирний, регулярний, легкий), стиль (курсив), і розміри, щоб створити відчуття порядку в межах вашого тексту (рис. 5.25). Це не тільки допоможе створити виразний потік, а також допомагає читачеві побачити найважливіші пункти.

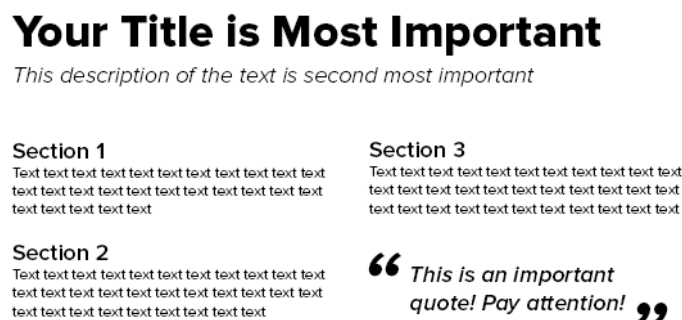


Рисунок 5.25 Виділення розділів тексту

9) Бажано, щоб текст супроводжувався малюнком або фотографією. Однак не повинно бути фотографій (малюнків), що не супроводжуваних текстом. Текст слід розміщувати внизу – після фотографії або малюнка.

Для зорового сприйняття шрифту важливий ще колір, яким друкуються літери. Не рекомендується зловживати багато кольоровістю під час вибору шрифтів. Бувають, звичайно, випадки, коли наявність великої кількості кольорів виправдана (наприклад, на сайтах, призначених для дітей). Але, звичайно, надлишок кольорів свідчить про непрофесіоналізм.

Під час здійснення вибору того або іншого колірною рішення розроблювач вирішує *два завдання*:

- 1) завдання вибору кольору об'єкта (тексту або малюнка);
- 2) завдання вибору кольору фону.

У рамках кожного із завдань, силу впливу кольору визначають *два фактори*: *яскравість* та *розмір колірної площини*.

За традицією рекомендується вибирати високо контрастні кольори для фону й переднього плану, наприклад, чорний текст на білому фоні або навпаки. Передбачається, що поряд з іншими прийомами це підвищує легкість для читання.

Слід пам'ятати особливості розміщення:

1) темні кольори завжди “придушують” світлі. Якщо напис білого кольору розмістити на чорному фоні, то він буде здаватися “тоншим” за тих же самих параметрів шрифту;

2) сильні колірні ефекти можливі лише у великих і жирних шрифтах. Дрібні й світлі шрифти нівелюють колірний ефект (червоний блякне до рожевого, жовтий розчиняється у білому й т. д.).

Вибір конкретного сполучення кольорів тексту й фону визначається такими *факторами*:

- особливостями сприйняття окремих кольорів і комбінацій користувачем;
- колірними перевагами користувачів;
- колірними очікуваннями користувачів.

Важливо враховувати *колірні очікування*. Традиційно *червоний* колір використовується для привернення уваги до деяких важливих моментів, *зелений* – для індикації успішно виконаних дій і процесів, які перебувають у стані виконання. Таким чином, використання цих кольорів у книгах повинне відповідати їх традиційному використанню в інших сферах. Наприклад, виділення червоним кольором може попереджати про помилковий вибір деякої дії.

Використання темних символів на світлому фоні значно зменшує час рішення завдань. Серед кращих комбінацій можна зазначити такі: чорні символи на червоному, жовтому, блакитному й білому фонах. У групу “поганих” сполучень включений жовтий текст на білому, синій на зеленому, блакитний на білому (рис. 5.26).

<i>Колір тла</i>	<i>Колір символів</i>	
	<i>Добре поєднуються</i>	<i>Погано поєднуються</i>
ЧОРНИЙ	<i>білий помаранчевий червоний жовтий</i>	<i>синій фіолетовий зелений</i>
БІЛИЙ	<i>чорний синій червоний зелений</i>	<i>бліді відтінки всіх кольорів</i>
ЧЕРВОНИЙ	<i>чорний білий жовтий помаранчевий</i>	<i>синій зелений фіолетовий</i>
ПОМАРАНЧЕВИЙ	<i>чорний білий жовтий</i>	<i>зелений синій блакитний</i>
ЖОВТИЙ	<i>чорний зелений синій червоний блакитний</i>	<i>білий бліді відтінки всіх кольорів</i>
ЗЕЛЕНИЙ	<i>білий червоний блакитний</i>	<i>чорний синій фіолетовий</i>
БЛАКИТНИЙ	<i>чорний білий жовтий</i>	<i>зелений фіолетовий</i>
СИНІЙ	<i>білий червоний жовтий помаранчевий</i>	<i>чорний зелений</i>
ФІОЛЕТОВИЙ	<i>білий червоний жовтий помаранчевий</i>	<i>чорний зелений синій</i>

Рисунок 5.26 Поєднання кольорів шрифту та тла

У ході використання суцільного чорного фону може виникнути ілюзія різної відстані до символів різних кольорів, які перебувають на даному фоні.

Рекомендації до використання колірних рішень під час оформлення поліграфічної продукції:

- зі збільшенням кількості об'єктів на сторінці кількість кольорів, які використовуються у виданні, повинна зменшуватися;
- для забезпечення чіткості подання навчального матеріалу необхідно підбирати найбільш контрастні комбінації сполучень кольорів;
- у рамках зони периферійного зору (наприклад, для плакатів) необхідно використовувати білий колір;
- для оформлення однієї сторінки підручника необхідно використовувати не більше семи різних кольорів;
- необхідно використовувати однакові колірні рішення в рамках усього оброблюваного матеріалу (наприклад, книги).

5.6 Типи колірних контрастів

Виділяють сім *типів колірних контрастів* (рис. 5.27):



Рисунок 5.27 Типи колірних контрастів

1) *контраст колірних зіставлень*. Жовтий, червоний і синій кольори характеризуються значно вираженим колірним контрастом. Рекомендується використовувати незатемнені кольори першого й другого порядку (рис. 5.28);

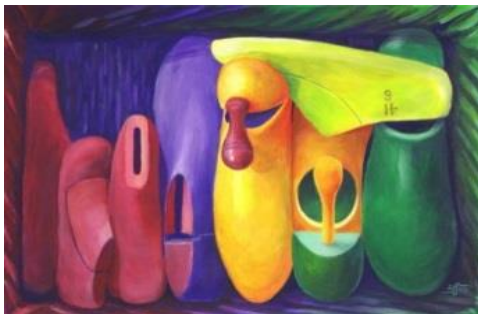


Рисунок 5.28 Контраст колірних зіставлень

2) *контраст світлого й темного*. Білий і чорний кольори є найбільш значним виразним засобом для позначення світла й тіні (рис. 5.29);



Рисунок 5.29 Контраст світлого і темного

3) *контраст холодного і теплого*. Прикладом такого контрасту може бути також тіньовий-сонячний (рис. 5.30);



Рисунок 5.30 Контраст холодного і теплого

4) *контраст додаткових кольорів* Наприклад, пари додаткових кольорів: жовтий – фіолетовий, жовтогарячий – синій, червоно – жовтогарячий, синьо – зелений і т. д. (рис. 5.31);



Рисунок 5.31 Контраст додаткових кольорів

4) *симультанний контраст* (це явище, за якого людське око під час сприйняття якого-небудь кольору негайно ж вимагає появи його додаткового кольору, і якщо такого нема, то симультанно, тобто одночасно, породжує його самого (рис. 5.32). Цей факт означає, що основний закон колірної гармонії базується на законі про додаткові кольори. Симультанно породжені кольори виникають лише як відчуття й об'єктивно не існують);

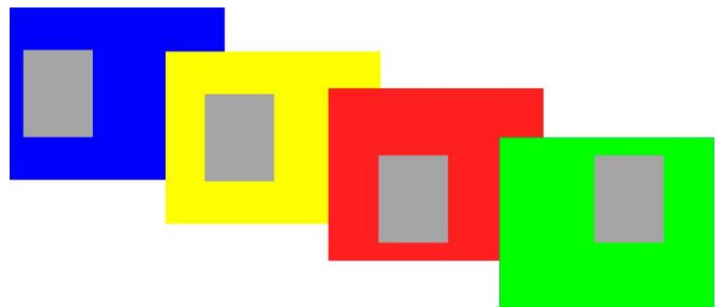


Рисунок 5.32 Симультанний контраст

5) *контраст колірною насичення*. Термін “контраст насичення” вказує на протилежність між кольорами насиченими, яскравими й блякими, затемненими (рис. 5.33);



Рисунок 5.33 Контраст колірною насичення

б) *контраст колірною поширення*. Характеризує розмірні співвідношення між двома або декількома колірними площинами. Його сутність полягає у протиставленні між “багато” й “мало”, “великий” і “малий” тощо (рис. 5.34).



Рис. 5.34 Контраст колірною поширення

Окремо існує й поняття *крайового контрасту*, за якого рівномірно пофарбована поверхня здається по краях світлішою або темнішою, якщо вона межує із більш темною або світлою поверхнею (рис. 5.35).



Рисунок 5.35 Крайовий контраст

5.7 Контрольні запитання та тестові завдання

1. Опишіть психологічні особливості кольорів.
2. Охарактеризуйте всі суб'єктивні фактори, що впливають на сприйняття кольору.
3. У чому сутність особисто-орієнтованого подання колірних рішень?
4. Які є різновиди колірних асоціацій?
5. Розкрийте змістовне навантаження типів колірних контрастів.
6. Проведіть порівняльний аналіз суперечливого сприйняття кольорів у різних країнах світу.
7. Які фактори впливають на читабельність тексту?
8. Як може вплинути насиченість кольору на сприйняття композиції?
9. Які фактори потрібно враховувати вибираючи сполучення кольорів тексту й фону?
10. Які є рекомендації до використання колірних рішень під час оформлення поліграфічної продукції?
11. Вкажіть рисунок на якому зображено *трекінг*.
а) **BATTLE** б) **BATTLE** в) **BATTLE**
12. Під поняттям *кернінгу* розуміють:
а) відстань між рядками тексту;
б) зміну природного простору між двома літерами;
в) зміна відстані між усіма літерами слова.
13. Розмірні співвідношення між двома або декількома колірними площинами характеризує:
а) контраст колірних насичень;
б) контраст колірних поширень;
в) контраст колірних зіставлень.
14. Концентрація активного кольору в правому верхньому куті:
а) активізує композицію, все збільшує у розмірі;
б) створює ілюзію пасивності й зорового стиснення;
в) створює ілюзію руху назад.
15. Які кольори шрифту та тла добре поєднуються?
а) зелений на синьому;
б) зелений на синьому;
в) зелений на чорному.

РОЗДІЛ 6 СИНТЕЗ КОЛЬОРУ

Значна кількість моделей подання кольору потребує їх ґрунтовного аналізу з метою виявлення найбільш доцільних для роботи з кольором.

Серед цифрових систем (моделей), що підлягають розгляду, варто виділити наступні: *RGB, CMYK, HSV (HSB, HSL), Lab, Index Color, Grayscale*.

6.1 Системи цифрового представлення кольору

6.1.1 Основи адитивного та субтрактивного синтезу кольору

Існує два види змішування:

адитивне – об'єднання різноколірних растрових точок, які розташовані поруч, оком спостерігача (рис. 6.1);

субтрактивне – послідовне накладення растрових точок для різних фарб (рис. 6.2).



Рисунок 6.1 Адитивний синтез кольору із застосуванням трьох основних випромінювань: червоного, зеленого та синього

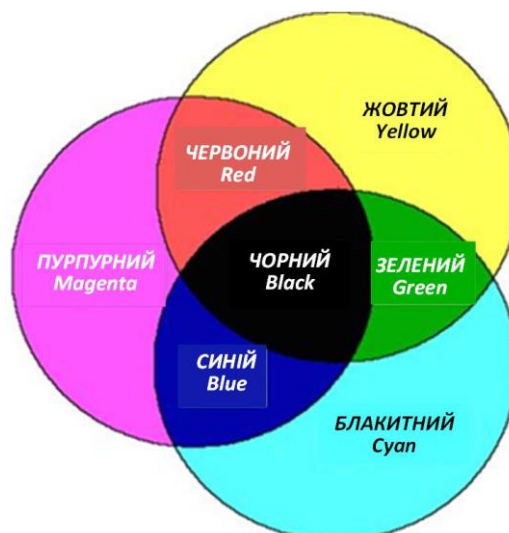


Рисунок 6.2 Субтрактивний синтез кольору із застосуванням трьох основних фарб: блакитної, пурпурної та жовтої

Під час адитивного *RGB* методу відчуття кольору досягається за допомогою оптичного додавання кольорів або, точніше, променів світла даних відтінків, а під час субтрактивного – вирахуванням кольорів або змішуванням фарб.

У першому випадку змішування основних кольорів (червоного – *R*, зеленого – *G* та синього – *B*) дає відчуття білого – *W* кольору, а в другому – змішування додаткових до основних кольорів (блакитного або синьо-зеленого – *C*, пурпурного – *M* та жовтого – *Y*) дає відчуття чорного – *B* кольору.

У комп'ютерних моніторах і кольорових телевізорах використовуються саме промені світла, які змішуються і доповнюють один одного. В поліграфії все відбувається по-іншому. Тут використовуються не світлові промені, а фарби. У них є принципова відмінність – вони не випромінюють, а поглинають кольори. Наприклад, якщо ми змішаємо червоний і зелений світлові промені, ми отримаємо жовтий колір. Якщо ж ми змішаємо червону фарбу (тобто ту, яка поглинає всі промені, крім червоного) і зелену (що поглинає всі промені, крім зеленого), то в результаті повинен вийти чорний колір [3].

У зв'язку з вищезазначеними особливостями адитивна модель відтворення кольору *RGB* в поліграфії неприйнятна. В поліграфії використовується модель *СМУК* (вимовляється як “ЦМІК”) - від англійських слів *Cyan* (бірюзовий), *Magenta* (пурпурний), *Yellow* (жовтий) і *Key* (основний). Замість слова *Key* повинне було бути *Black* (чорний), але буквою *B* прийнято позначати синій колір (*Blue*).

Відповідно до чистої моделі поглинання кольорів (яка носить назву *СМУ*) чорний колір слід би отримувати змішуванням бірюзового, пурпурного і жовтого. Однак, отримувати чорний колір таким складним шляхом в поліграфії незручно. Крім того, при використанні натуральних пігментів чисто чорний колір таким змішуванням отримати дуже складно. Тому був введений ще один основний колір – чорний, який позначається в моделі *СМУК* буквою *K* від слова *Key* - основний.

Як в початковій моделі *СМУ*, так і в більш поширеній моделі *СМУК* інтенсивність кожного кольору вимірюється у відсотках від 0 до 100. Нульове значення означає, що поглинання цього кольору немає взагалі, а 100 означає повне поглинання. Приклад позначення кольору в *СМУК* виглядає так: *C 40 M 100 Y 0 K 45*.

Отже, використовуючи монітор, маємо справу з адитивним *RGB-синтезом*. Субтрактивний *СМУК-синтез* кольору спостерігається у разі послідовного накладення фарб на друковані ділянки (у цьому разі яскравість кольору зменшується з товщиною фарбового шару).

Для одержання потрібних кольорів застосовуються світлофільтри, пофарбовані в додатковий до основного колір: блакитний, пурпурний або жовтий. Зазначені світлофільтри поглинають промені основних кольорів, відповідно червоний, зелений і синій, і пропускають промені інших 2/3 спектра (табл. 6.1).

Коли на білий матеріал, що відбиває, наносять блакитний, пурпурний і жовтий пігменти, кожен із них поглинає або віднімає з падаючого білого світла протилежний колір (рис. 6.3).

Таблиця 6.1 Кольороутворення в результаті поглинання та відбиття кольорів

<i>Колір</i>	<i>Поглинання</i>	<i>Відбиття</i>	<i>Результат</i>
<i>C</i>	Світло-червоний	Зелений і світло-блакитний	<i>Cyan</i>
<i>M</i>	Світло-зелений	Червоний і світло-блакитний	<i>Magenta</i>
<i>Y</i>	Світло-блакитний	Червоний і світло-зелений	<i>Yellow</i>
<i>M + Y</i>	Зелений і світло-блакитний	Світло-червоний	<i>Red</i>
<i>C + Y</i>	Червоний і світло-блакитний	Світло-зелений	<i>Green</i>
<i>C + M</i>	Червоний і світло-зелений	Світло-блакитний	<i>Blue</i>

Блакитна, пурпурна й жовта фарби наносяться на папір окремими шарами. Прозора властивість цих фарб забезпечує ефект змішування, а ілюзія різних кольорів і тонів створюється за рахунок варіювання щільності барвників. Варіювання щільності барвників створює той же ефект, що й варіювання інтенсивності випромінювання червоного, зеленого й синього люмінофорів на екрані монітора.

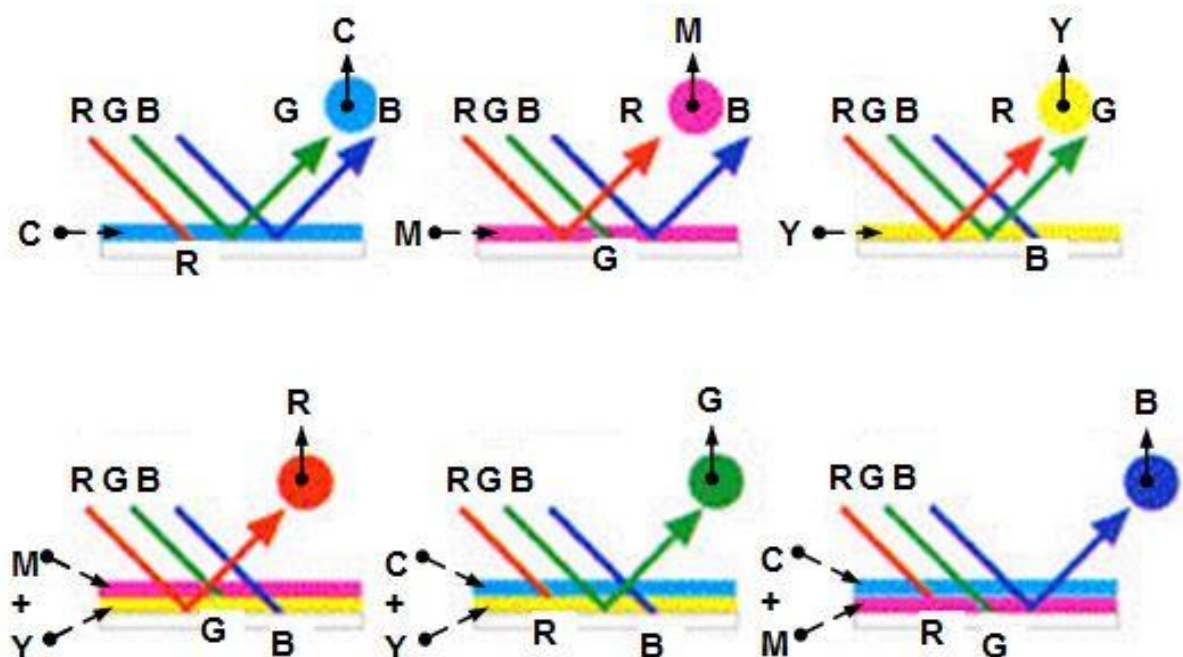


Рисунок 6.3 Графічне зображення процесу кольороутворення

6.1.2 Фотографічне колірне коло

Поєднання основних і додаткових кольорів дає *фотографічне колірне коло* (рис. 6.4), тобто, графічне подання взаємозалежності кольорів, застосовуване в поліграфії, фотографії й інших областях, пов'язаних із одержанням, аналізом і синтезом кольору.

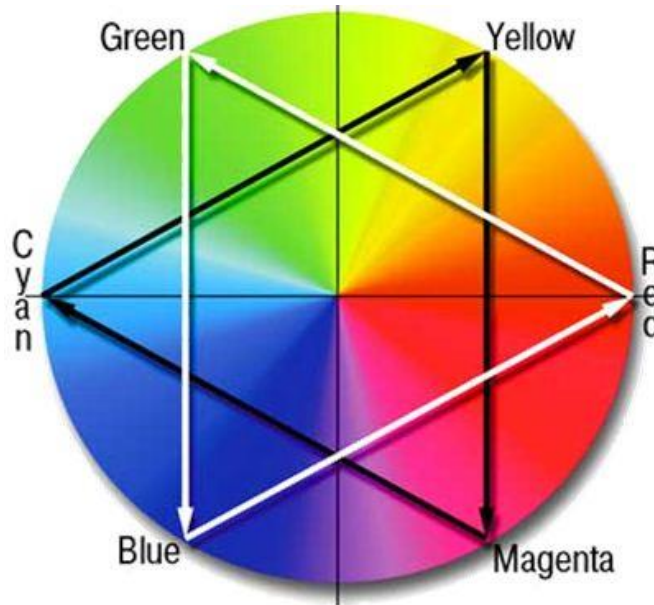


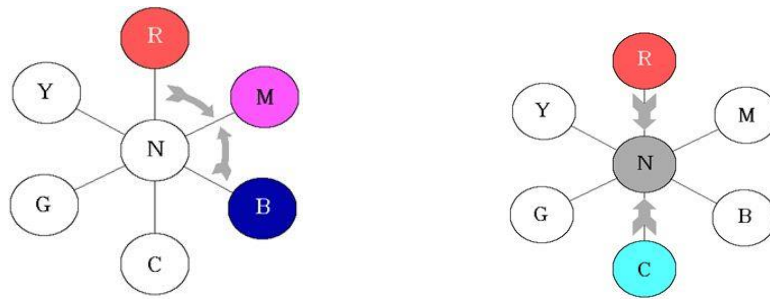
Рисунок 6.4 Стандартне фотографічне колірне коло

Таке графічне подання взаємозалежності кольорів дозволяє легко визначити, які кольори треба скласти в рівних кількостях для одержання третього кольору.

Правила складання кольорів:

перше правило: один основний або додатковий колір утворюється додаванням двох сусідніх кольорів на колірному колі (тобто, будь-який колір може бути отриманий під час додавання двох сусідніх кольорів). Наприклад, червоний (R) колір утворюється додаванням у рівних кількостях жовтого (Y) і пурпурного (M) – двох сусідніх кольорів на колірному колі (рис. 6.5, а);

друге правило: у разі додавання в рівних кількостях двох кольорів, розташованих на протилежних секторах колірного кола, відбувається їх взаємна компенсація й формування нейтральної щільності (N) або сірого кольору (Gray – Neutral Density). Наприклад, варто розглянути додавання червоного (R) і блакитного (C) кольорів у рівних кількостях. Ці кольори перебувають на протилежних секторах колірного кола, у результаті відбудеться компенсація колірного фарбування й формується нейтральна щільність або сірий колір (рис. 6.5, б).



а) перше правило

б) друге правило

Рисунок 6.5 Приклади дії правил складання кольорів

Виникає природне запитання: “Не простіше було б взяти й представити в колірній моделі не основні, а всі можливі кольори?” Звичайно, ні! Дати опис кожного кольору окремо дуже складно, особливо зараз, коли на екрані монітора є можливість бачити не сотні, не тисячі, а шістнадцять мільйонів кольорів. Тому дуже складно описати кожен колір окремо. Колірні моделі – це майже зроблений спосіб для опису кольорів особливо в комп’ютерних технологіях і поліграфії. Чому ж майже? Справа в тому, що не будь-який колір можна представити у вигляді комбінації основних. Це є основною проблемою колірних моделей. Крім того, колір, що поглинається і випромінюється, описують по-різному.

Для зручності візуального сприйняття всі видимі кольори представляються у системі *CIEXYZ* усередині кривої на площині *xу*. На площині *xу* позначаються точки, що відповідають значенням координат кольоровості спектральних випромінювань від *380 нм* до *770 нм*.

Всередині даної колірної діаграми зображуються колірні охоплення різних пристроїв. Колірне охоплення монітора відповідає моделі *RGB*, а принтера, друкарської поліграфічної машини – моделі *CMYK* (рис. 6.6).



Рисунок 6.6 Колірні охоплення пристроїв

Колірне охоплення монітора зображають у вигляді трикутника. Так як утворення кольору в цих пристроях базується на принципі адитивного синтезу трьох основних кольорів (R , G , B), то досить нанести координати цих кольорів на діаграму xu , з'єднати знайдені точки прямими лініями й одержати трикутник, усередині якого лежатимуть усі відтворені цим пристроєм кольори.

У процесі друге колірне охоплення набуває форми шестикутника (утворення кольору в пристроях друку засновано на принципі субтрактивного синтезу). У шестикутнику, крім точок, що відповідають фарбам синтезу жовтої, пурпурної й блакитної, наносяться точки, що відповідають кольору попарних накладень: *жовта + блакитна = зелена*; *жовта + пурпурна = червона*; *блакитна + пурпурна = синя*. Точки, з'єднані прямими, утворюють область колірною охоплення.

Схематична побудова колірною охоплення для адитивного (RGB) і субтрактивного (CMY) синтезів подана на рис. 6.7.

Таким чином, під колірною охопленням слід розуміти область на колірній діаграмі, що охоплює всі кольори, які можуть бути відтворені за допомогою конкретного процесу (синтезу кольору на екрані монітора, друку на принтері, спеціальній поліграфічній машині тощо). Колірне охоплення дає нам уявлення про те, наскільки добре конкретна колірна модель представляє кольори.

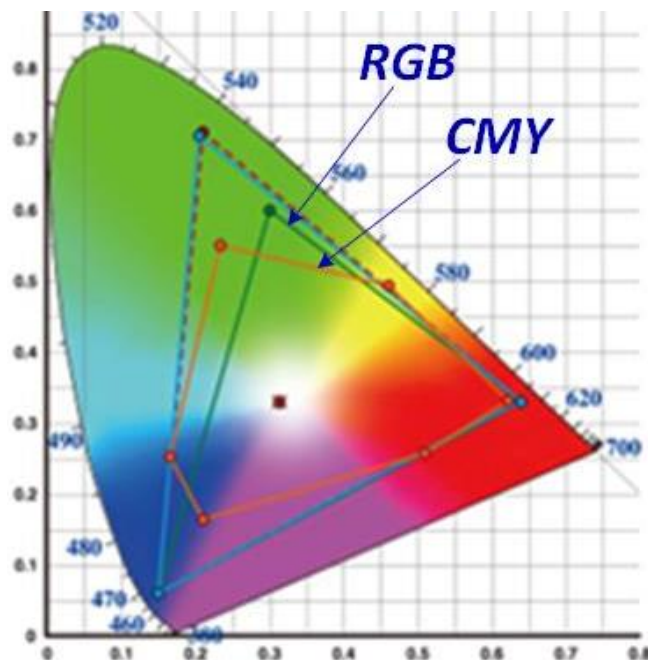


Рисунок 6.7 Колірне охоплення для RGB і CMY синтезів

Представлення кольору у вигляді комбінації невеликої кількості трьох складових називається *колірною моделлю*.

Різні види моделей мають різні колірні охоплення. У цьому й полягають їх основні переваги або недоліки. Незважаючи на досить велику кількість колірних моделей, варто детальніше розглянути ті, які найбільш часто використовуються в програмних продуктах, що застосовуються у поліграфії під час цифрового оброблення графічних зображень.

6.2 Опис цифрових моделей представлення кольору

6.2.1 Колірна модель RGB

Модель названа за першими буквами англійських слів:

R (RED) – червоний;

G (GREEN) – зелений;

B (BLUE) – синій

Ця модель описує випромінювані кольори. Вона заснована на трьох основні (базових) кольорах: *червоному (red)*, *зеленому (green)* і *синьому (blue)*. Інші кольори виходять сполученням базових. Кольори такого типу називаються *адитивними*, тобто в такій колірній моделі здійснюються правила додавання кольорів. Кожен основний колір може мати 256 градацій яскравості (від 0 до 255), що відповідає восьми бітовому режиму. У *RGB* міститься $256 \cdot 256 \cdot 256 = 16\,777\,216$ кольорів.

Змінюючи інтенсивність свічення кольорових крапок, можна створити велике різноманіття відтінків. Якщо інтенсивність кожного з них максимальна (255), то виходить білий колір. Відсутність всіх трьох кольорів дає чорний колір. Модель є *збалансованою*, тобто додавання трьох основних кольорів з однаковою інтенсивністю (але не максимальною і не мінімальною), отримуємо сірий колір. Просторовий вигляд моделі наведено на рис. 6.8.

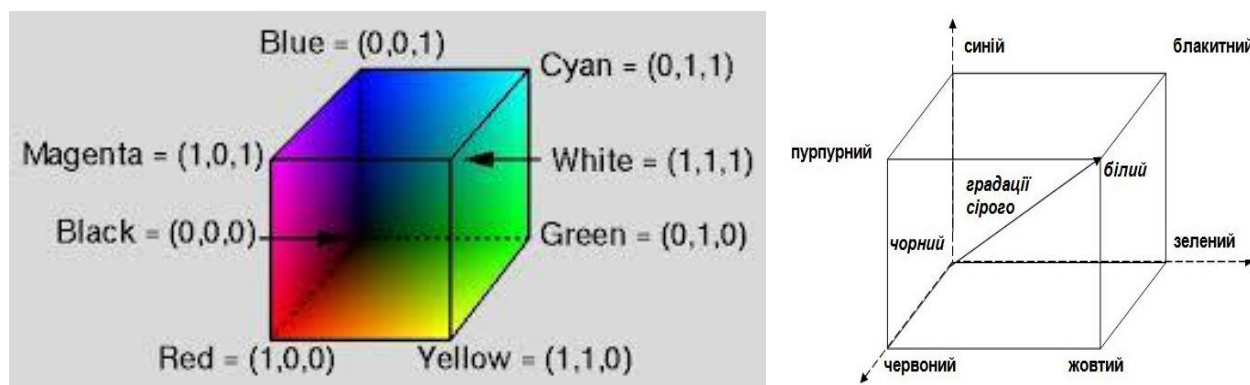


Рисунок 6.8 Просторове представлення моделі *RGB*

Початок відліку $(0,0,0)$ відповідає чорному кольору. Максимальне значення *RGB* $(1,1,1)$ відповідає білому кольору, $(1;0;0)$ – червоному, $(0;1;0)$ – зеленому, $(0;0;1)$ – синьому.

Модель представляється у вигляді тривимірної системи координат. Кожна координата відображає внесок кожної складової у результуючий колір у діапазоні від нуля до максимального значення. У результаті формується куб, усередині якого й “перебувають” всі кольори, утворюючи колірний простір *RGB*.

У трьох кутах куба розташовані чисті кольори (тобто чисті вихідні колірні випромінювання): *червоний*, *зелений* і *синій*. В інших трьох кутах їх повні сполучення: *жовтий*, *блакитний* і *пурпурний*. Між чорним і білим

кольорами проведена діагональ, що зображує градацію сірого. Саме в цій моделі кодує зображення сканер і відображає рисунок екран монітора.

У точці, що є початком координат всі складові дорівнюють нулю (тобто випромінювання відсутнє), а це рівнозначне темряві, тобто це точка чорного кольору.

Друга точка, де всі складові мають максимальне значення, дає білий колір.

На лінії, що з'єднує ці точки (по діагоналі), розташовуються ахроматичні кольори (сірі відтінки): від чорного кольору до білого. Цей процес відбувається тому, що всі три складові однакові й розташовуються в діапазоні від нуля до максимального значення. Такий діапазон інакше називають сірою або *ахроматичною віссю*. У комп'ютерних технологіях найчастіше використовуються 256 градацій (відтінків) сірого.

Модель застосовується: для опису кольорів у зображеннях, призначених для моніторів, мультимедійних і телевізійних екранів, цифрових відеомагнітофонів, web-вузлів, ряду моделей цифрових принтерів, тому що ці пристрої мають вбудовану підтримку *RGB* та ін.

Зауваження: багато відтінків, створених колірною системою *RGB*, не вдається передати під час друку. Тому нерідко фарби рисунка після друку виявляються блякими. Перехід із *RGB* у *СМУК* здійснюється через спеціальні програмні фільтри, де враховуються всі майбутні установки друку: система основних тріадних фарб, коефіцієнт розтискування точки, баланс фарб, спосіб генерації чорного кольору, а також максимальний рівень фарби й інших установок [3].

6.2.2 Колірна модель *СМУ* (*СМУК*)

C (CYAN) – блакитний = білий - червоний = зелений + синій;
M (MAGENTA) – пурпурний = білий - зелений = червоний + синій;
Y (YELLOW) – жовтий = білий - синій = червоний + зелений.

Колірна модель *СМУ* (на практиці – *СМУК*) є основною в поліграфії. Модель *СМУ*, на відміну від *RGB*, описує кольори, що поглинаються, оскільки після друку зображення людина бачить тільки відбитий колір. Кольори, що використовують біле світло, віднімаючи з нього певні ділянки спектра, й називаються *субтрактивними*.

Саме такі кольори й використовуються в моделі *СМУ*. Вони утворюються шляхом вирахування з білого адитивних кольорів моделі *RGB*. Таким чином, основними кольорами в *СМУ* є блакитний (*cyan: білий мінус червоний*), пурпурний (*magenta: білий мінус зелений*) і жовтий (*yellow: білий мінус синій*).

Так, наприклад, коли біле світло, що містить усі кольори, падає на поверхню, на яку нанесені чорнило блакитного кольору, людина бачить блакитний колір, оскільки поверхня блакитного кольору поглинає червоний, а зелений і синій відбиваються від нього. Для того, щоб одержати червоний колір під час використання фарб *СМУ*, необхідно використовувати пурпурну й жовту фарби. Пурпурний колір приведе до поглинання зеленого, а жовтий – синього,

тому буде відбитий тільки червоний колір, що і розрізнить око людини (рис. 6.3).

Модель є незбалансованою, тому на практиці замість *СМУ* використовується *СМУК*. Комбінація чорнил тільки блакитного, жовтого й пурпурного кольорів виявляється “брудною для друку”. Замість того, щоб під час відбиття білого світла побачити чорний колір, людина бачить брудно-сірий. Для усунення подібної проблеми додаються чорнила чорного кольору. У поліграфії було прийнято називати додатковий чорний – *ключовим кольором* (*key color*) – *К*.

Таким чином, чорний колір забезпечується спеціальним чорним барвником, а не змішанням всіх трьох барвників. Три перші фарби використовуються для одержання всіх кольорів і відтінків зображення. Чорна ж застосовується для тінювих зон зображення – як додатковий компонент. Такий прийом надає можливість одержання чорного кольору під час чотириколірного друку.

Просторовий вигляд моделі *СМУ* наведено на рис. 6.9.

Модель *СМУ* аналогічна *RGB*, у якій переміщений початок координат. У *СМУ* колірне охоплення більш вузьке, ніж у *RGB*, тому під час конвертації із *RGB* в *СМУ* втрачається частина кольорів. Насиченість кольору вимірюється у відсотках, тому кожен колір має 100 градацій яскравості.

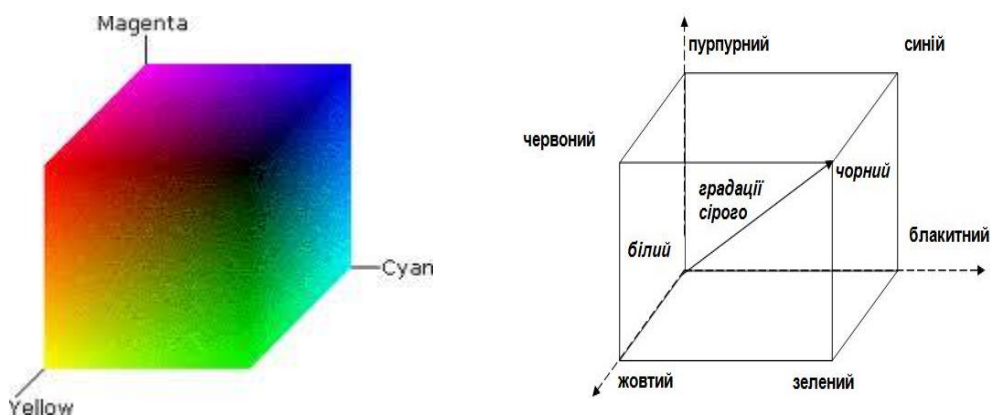


Рисунок 6.9 Просторове представлення моделі *СМУ*

Модель застосовується: для опису кольорів у зображеннях, які друкуються.

Однак, якщо *СМУ* можна зв'язати з певною колірною системою, то *СМУК* уже не можна, тому що вона надлишкова: кольори від білого до чорного утворюються як змішанням основних барвників *СМУ*, так і зміною концентрації додаткового – *К*. Якщо зображення початково представлено у кольорах *RGB*-моделі, а його необхідно надрукувати, то потрібно перетворити кольори в *СМУК*-модель, тобто виконати процес кольороподілу.

Кольороподілом називається процес розкладання кольорового зображення з режиму *RGB* на чотири складові фарби *СМУК*, що потім з'єднуються під час друку, утворюючи багатокольорове зображення.

На практиці кольорове зображення одержують у такий спосіб:

- із чорно-білих кольороподілених негативів звичайним фотографічним шляхом друкують чорно-білі кольороподілені позитиви, що піддають фарбуванню в додатковий колір до кольору світлофільтра даного негатива;
- потім пофарбовані позитивні зображення сполучають за їх обрисами на білій паперовій підложці або на прозорій плівці.

У підсумку одержують кольорове зображення, кольори якого наближаються до оригіналу.

Незважаючи на видиму простоту цього процесу (наприклад, у *Adobe Photoshop* для переходу в модель *СМУК* досить виконати команду *Image* → *Mode* → *СМУК*), технологічний бік цього переходу часто залишається для користувача “за кадром”. А кольороподілом потрібно управляти. Наприклад, задавши два різних рівні генерації чорної фарби, можна одержати два різних під час друку зображення, які будуть зовсім однаково виглядати на екрані.

Кольороподіл відбувається щоразу, коли друкується який-небудь файл або здійснюється перехід у процесі роботи в графічному редакторі з початкової робочої колірної моделі в *СМУК*.

Кольороподіл є дуже складним процесом, тому якість готового зображення багато в чому залежить від досвіду оператора, правильного калібрування всієї системи й майстерності друкаря.

Зауваження: між моделями *RGB* і *СМУ* (*СМУК*) немає однозначної відповідності, тобто деякі відтінки кольору однієї моделі не можуть бути в принципі відтворені в іншій моделі й навпаки (рис. 6.10). Саме цим викликана необхідність калібрування устаткування (сканера, монітора й принтера) на предмет відповідності кольорів. Зміст та особливості здійснення процесу калібрування розглядаються далі.

Підводячи підсумки із приводу колірних моделей *RGB* і *СМУК* слід зазначити, що вони є *апаратно залежними*. Якщо йдеться про *RGB*, то залежно від застосованого у конкретному моніторі люмінофора будуть відрізнятися значення базових кольорів.



Рисунок 6.10 Відмінності між відтінками кольору в моделях *RGB* і *СМУ*

Щодо СМУК, де йдеться про типографські фарби, особливості друкарського процесу тощо, то однакове зображення може по-різному виглядати на різній апаратурі. Тому основним завданням під час роботи з кольоровими зображеннями є одержання передбачуваного кольору. Саме це й спричинило інтенсивне використання колірної моделі *Lab*.

6.2.3 Колірна модель *Lab*

Базується на людському сприйнятті кольору. При однаковій інтенсивності око людини сприймає промені зеленого кольору найбільш яскравими, дещо менш яскравими – червоного кольору, і ще менш яскравими – синього. Яскравість при цьому є характеристикою сприйняття, а не характеристикою самого кольору.

Колірна модель *Lab* описує усі видимі кольори й може використовуватись для опису кольорів у зображеннях без апаратної прив'язки.

Lab є апаратно незалежною моделлю, призначеною для визначення кольору без урахування індивідуальних особливостей (профілю) пристрою (монітора, принтера, друкованої машини тощо).

Це триканальна модель, у якій колір визначається однією кількісною характеристикою (потужністю випромінювання, яскравістю, світлотою) і двома якісними характеристиками, але не у вигляді окремих монохроматичних випромінювань, а половинками інтервалу спектра випромінювань видимого світла.

Тобто в моделі будь-який колір визначається світлотою (*Luminance*) і двома хроматичними компонентами: параметром *a*, що змінюється в діапазоні від зеленого до червоного, і параметром *b*, що змінюється в діапазоні від синього до жовтого. Отже, яскравість у цій моделі повністю відділена від кольору. Це робить модель зручною для регулювання контрасту, різкості й інших тонових характеристик.

Lab використовує прямокутні координати на базі двох перпендикулярних осей: жовтий – синій та зелений – червоний.

Геометричним образом моделі *Lab* є куля (рис. 6.11).

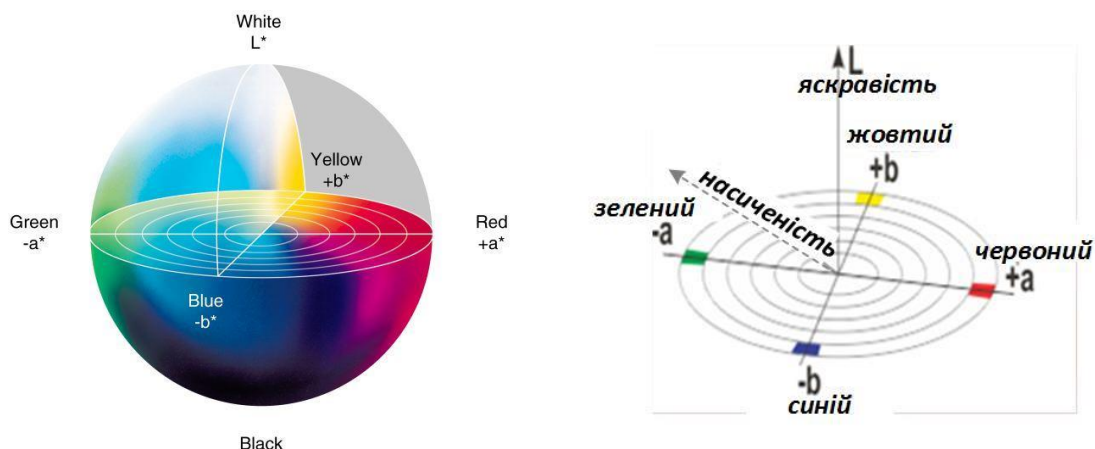


Рисунок 6.11 Просторовий вигляд моделі *Lab*

Колірне охоплення *Lab* дуже широке: воно містить *RGB* і *CMYK*, і інші кольори, що не можуть бути представлені у двох попередніх моделях. Під час конвертації в *Lab* усі кольори зберігаються.

Модель застосовується: під час переведення зображення з однієї колірної моделі в іншу, між пристроями й навіть між різними платформами (що дуже важливо для поліграфії). Крім того, саме в цій моделі зручніше за все проводити деякі операції з поліпшення якості зображення (рис. 6.12).

Програма *Adobe Photoshop* використовує цю модель як посередник під час будь-якого конвертування з моделі в модель. Точніше модель *CIE Lab* прийнята фірмою *Adobe* для мови *PostScript Level 2*.

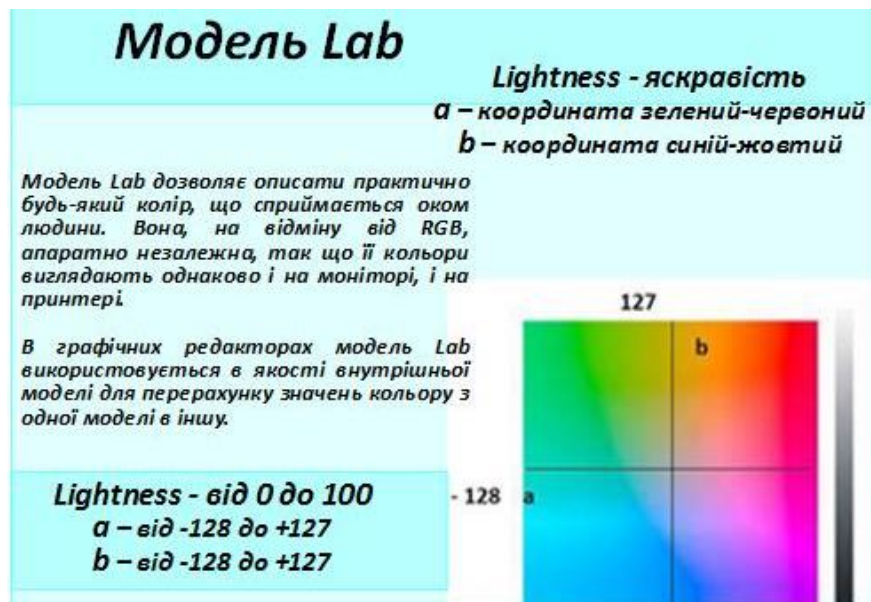


Рисунок 6.12 Характеристики моделі *Lab*

6.2.4 Колірна модель *HSB*

Дана колірна модель найбільш проста для розуміння. Крім того, вона може бути застосовна і для адитивних, і для субтрактивних кольорів.

Модель *HSB* представляє колір у вигляді тону (*Hue*), насиченості (*Saturation*) і яскравості (*Brightness*). Вона ж відома як модель *HSL* (тон, насиченість і інтенсивність – *Luminance*). *HSB* є альтернативою *CIEXYZ*.

У цій моделі

- *тон* – це власне колір;
- *насиченість* – відсоток доданої до кольору білої фарби (це параметр кольору, що визначає його чистоту. Якщо по краю колірного кола розташовуються максимально насичені кольори (100 %), то залишається тільки зменшувати їх насиченість до мінімуму (0 %). Зменшення насиченості кольору означає його *висвітлення*. Колір зі зменшенням насиченості стає пастельним, бляклим, розмитим. На моделі всі однаково насичені кольори розташовуються на концентричних колах, тобто можна

говорити про однакову насиченість, наприклад, зеленого та пурпурного кольорів, і чим ближче до центра кола, тим усе більш розбіленими виходять кольори);

- *яскравість* – відсоток доданої чорної фарби (зменшення яскравості кольору означає затемнення кольору).

Модель добре погоджується зі сприйняттям людини: колірний тон є еквівалентом довжини хвилі світла, насиченість – інтенсивності хвилі, а яскравість – кількості світла.

Це три канална колірна модель. Будь-який колір у *HSB* утворюється додаванням до основного спектра чорної або білої фарби. Геометричний образ моделі *HSB*, як і попередньої моделі *Lab*, – куля.

Просторовий вигляд моделі *HSB* наведено на рис. 6.13.

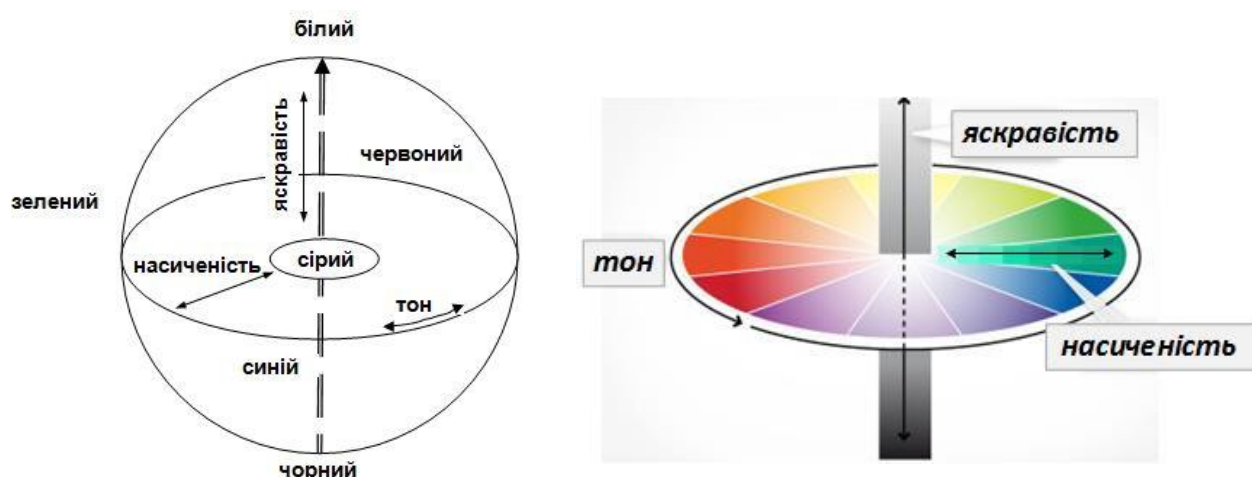


Рисунок 6.13 Просторове представлення моделі *HSB*

Модель *HSB* можна представити у вигляді кільця, уздовж якого розташовуються відтінки кольорів. Кожному відтінку відповідає свій градус, тобто всього налічується 360 варіантів (*червоний* – 0, *жовтий* – 60, *зелений* – 120 градусів і так далі). На зовнішньому краю круга знаходяться чисті спектральні кольори або колірні тони (параметр *H* вимірюється в кутових градусах, від 0 до 360). Чим ближче до центру круга розташований колір, тим менше його насиченість, тим він більш бляклий, пастельний (параметр *S* вимірюється у відсотках). Яскравість (освітленість) відображується на лінійці, перпендикулярній площині колірного круга (параметр *V* вимірюється у відсотках). Всі кольори на зовнішньому крузі мають максимальну яскравість.

Модель *HSB* не є строгою математичною моделлю. Опис кольорів в ній не відповідає кольорам, які сприймаються оком. Справа в тому, що око сприймає кольори як такі, що мають різну яскравість. Наприклад, спектральний зелений має більшу яскравість, ніж спектральний синій. У *HSB* усі кольори основного спектра (канали тону) вважаються такими, що володіють 100 % яскравістю. Насправді це не відповідає дійсності.

Хоча модель *HSB* декларована як апаратно-незалежна, насправді в її основі лежить *RGB*. Модель *HSB* є варіантом (аналогом) моделі *RGB* і також базується на використанні базових кольорів, але відрізняється системою координат.

Модель *HSB* має велике колірне охоплення. Вона має перед *RGB* і *CMYK* таку перевагу: модель відповідає природі кольору, добре узгоджується з моделлю сприйняття кольору людиною й не залежить від пристрою репродукування кольору – описує всі видимі кольори.

Основним *недоліком* моделі є необхідність перетворення в модель *RGB* для відображення на екрані монітора або в модель *CMYK* для одержання поліграфічного відтиску, а будь-яке перетворення з моделі в модель не обходиться без втрат кольоровідтворення.

Модель застосовується: для зручного вибору кольору (рис. 6.14), однак для опису кольорів у зображеннях вона не застосовується, тому що неможливо всі три характеристики даної моделі закласти в прийнятий стандартний восьми бітовий режим редагування зображень.

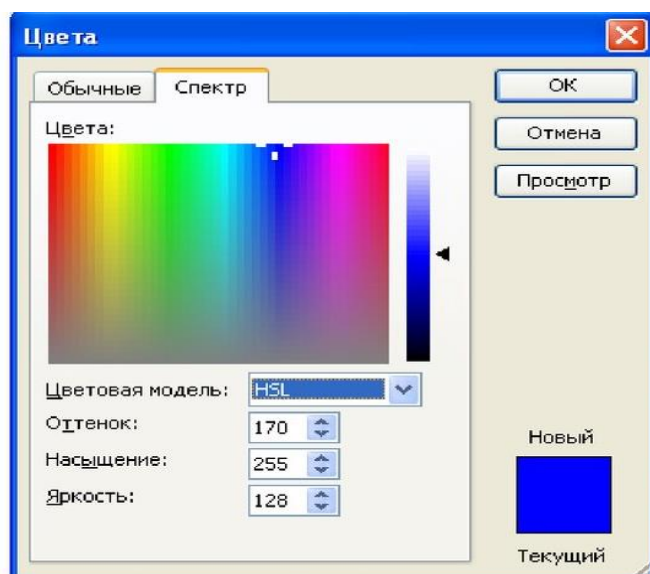


Рисунок 6.14 Колірна палітра *HSB*

6.2.5 Колірна модель *HSV*

Модель *HSV* створена *Елві Смітом* к 1978 році. Її зручно представляти у вигляді світлової шестигранної піраміди. При цьому по вертикальній осі відкладається значення *V*, а відстань від осі до бічної грані в горизонтальному перетині відповідає параметру *S* (за діапазон зміни цих величин приймається інтервал від нуля до одиниці), рис. 6.15. Шестикутник, що лежить в основі піраміди, являє собою проекцію колірного куба в напрямку його головної діагоналі. Тон кольору *H* задається кутом, відкладеним навколо вертикальної осі, починаючи від червоного. Точки на самому колі відповідають чистим (максимально насиченим) кольорам. Точка в центрі відповідає нейтральному кольору мінімальної насиченості (білий, сірий, чорний – це залежить від

яскравості). Тобто можна сказати, що кут нахилу вектору визначає відтінок, довжина вектору – насиченість кольору. Величина S змінюється від нуля на осі конуса, до одиниці на його гранях. Значенню $V=0$ відповідає вершина піраміди (чорний колір), значенню $V=1$ – основа піраміди; кольори при цьому найбільш інтенсивні. Точка з координатами $V=1, S=0$ – центр основи піраміди відповідає білому кольору. Проміжні значення координати V при $S=0$ (тобто на осі піраміди) відповідають сірим кольорами, якщо $S=0$, то значення відтінку H вважається невизначеним. $S=1$, якщо точка лежить на бічній грані піраміди.

Колірна модель HSV (тон, насиченість, значення кольору) була розроблена з метою забезпечення художника засобами інтуїтивного вибору кольору.

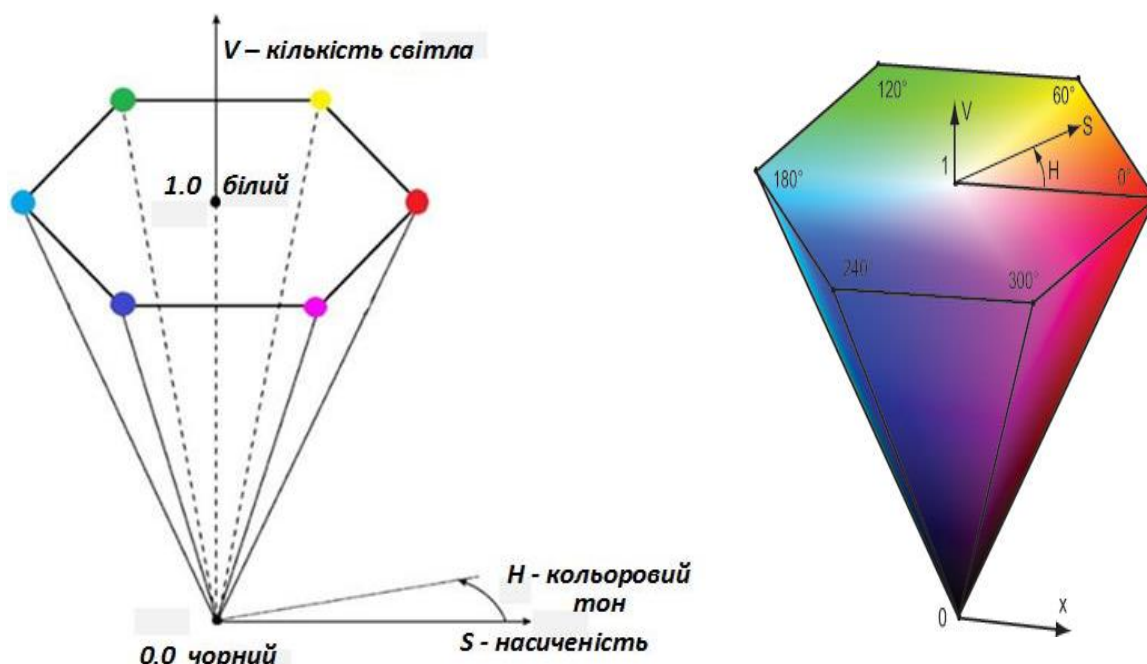


Рисунок 6.15 Просторове представлення моделі HSV

6.2.6 Колірна модель HLS

Модель HLS (*Hue* – тон, *Lightness* – повітління/інтенсивність, *Saturation* – насиченість) є варіантом моделі HSB . У цих моделях колірні параметри “відтінок” і “насиченість” є загальними. Розходження полягає в заміні нелінійного компонента *Brightness* (яскравість) на лінійний компонент *Lightness* (освітлення), що змінюється в діапазоні від 0 до 100 %. Ця модель також альтернативна моделі RGB .

В основі колірної моделі HLS лежить система Освальда. Ця модель утворює простір у формі подвійного конус (рис. 6.16). Колірний тон задається кутом повороту навколо вертикальної осі конусів. За початок відліку прийнятий синій колір. Кольори йдуть у спектральному порядку і замикаються

пурпуровим. Отже, по вертикальній осі відкладається L (освітленість), а інші два параметри задаються як і в HSV/HSB . Ця модель утворює підпростір, що представляє собою подвійний конус, у якому чорний колір задається вершиною нижнього конуса і відповідає значенню $L=0$, білий колір максимальної інтенсивності задається вершиною верхнього конуса і відповідає значенню $L=1$. Максимально інтенсивні кольорові тони відповідають основі конуса з $L=0,5$, що не зовсім зручно. Тон кольору H , аналогічно системі HSV/HSB , задається кутом повороту. Насиченість S змінюється в межах від 0 до 1 і задається відстанню від вертикальної осі L до бічної поверхні конуса. Тобто максимально насичені кольори розташовуються при $L=0,5$ і $S=1$.

HSL добре пристосована для опису кольорів таким чином, як це властиво людині. Дивлячись на пофарбований об'єкт, людині простіше його описати за допомогою кольору, освітленості і насиченості, що і роблять дані колірні моделі.

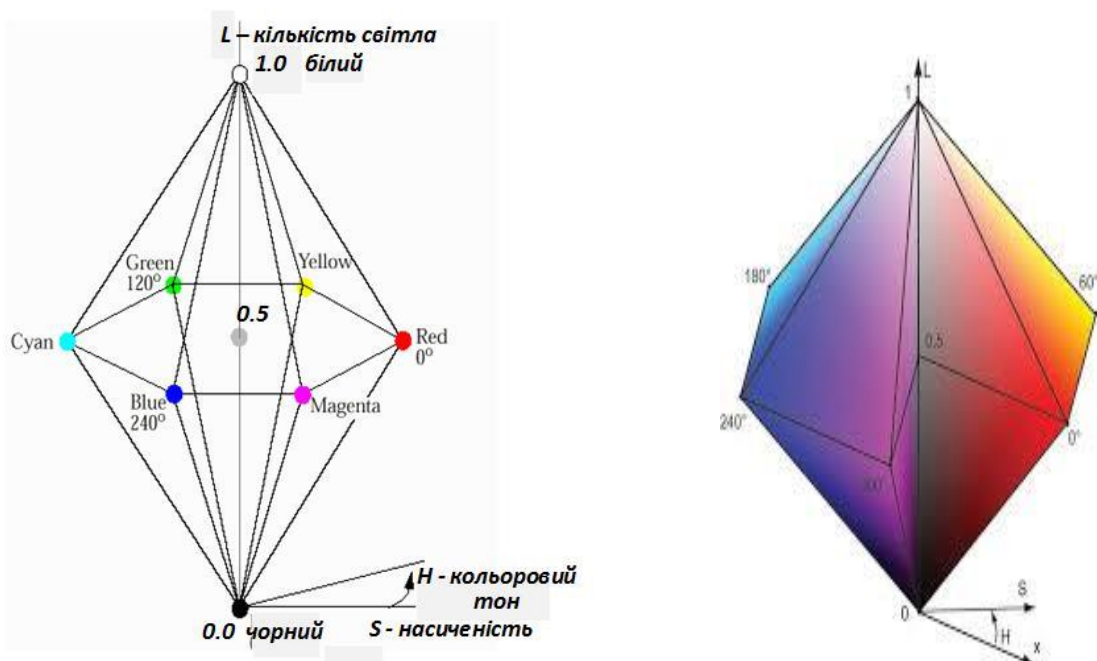


Рисунок 6.16 Просторове представлення моделі HLS

Безперечною перевагою даних моделей при побудові алгоритмів обробки зображень є простота розуміння, оскільки в їхній основі лежить природній і інтуїтивно близький людині опис кольору, адже саме людина в кінцевому рахунку і є розробником та користувачем цих алгоритмів.

6.2.7 Колірна модель *Index Color*

Модель *Index Color* (індексований колір) заснована на принципі використання восьми бітного кольору. Застосовується, насамперед, в Інтернеті через різне відображення кольорів на різних типах комп'ютерів, моніторів і браузерів (рис. 6.17).

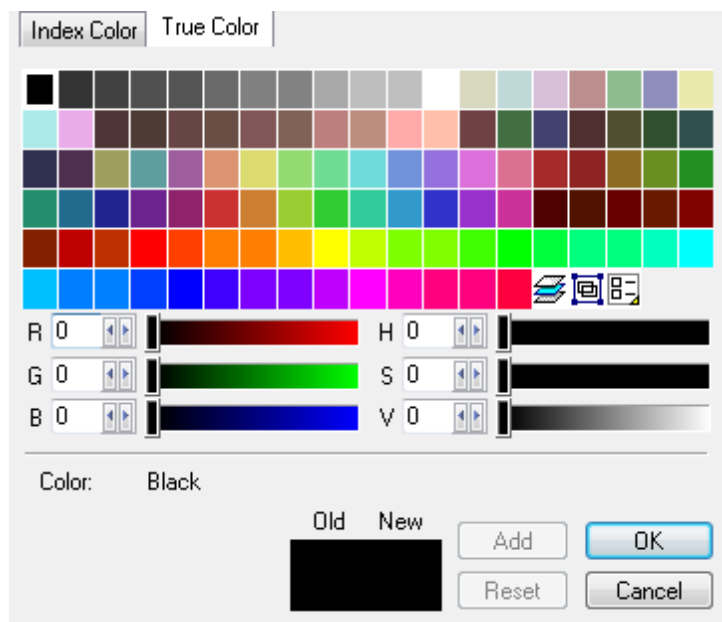


Рисунок 6.17 Палітра кольорів моделі *Index Color*

Усі відтінки у файлі діляться на 256 можливих варіантів, кожному з яких присвоюється номер. Далі на основі отриманої палітри кольорів будується таблиця, де кожному номеру комірки приписується колірний відтінок у значеннях *RGB* (рис. 6.17).

Щоб уникнути некоректності передачі кольору рекомендується користуватися так званими *Safe Web Color Pallete* – безпечними колірними палітрами для *web* (це набори кольорів, які однаково відображаються в різних браузерях). До форматів файлів, що використовують тільки індексовані палітри, належить *GIF*.

6.2.8 Колірна модель *Grayscale*

Під час роботи з колірною моделлю *Grayscale* колір переводиться до свого сірого аналога за інтенсивністю. Інтенсивність – єдина характеристика цієї моделі. Колірна модель *Grayscale* становить ту ж індексовану палітру, де замість кольору пікселям призначена одна з 256 градацій сірого (рис. 6.18).

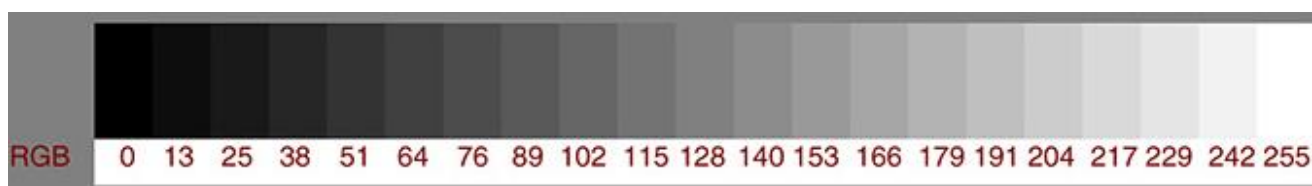


Рисунок 6.18 Модель *Grayscale*

6.3 Переклад колірних значень систем RGB, CMYK і CMY

Іноді виникає необхідність в перекладі колірних значень CMYK, CMY і RGB.

Щоб абсолютно точно перевести колірні значення різних систем один в одного, необхідно враховувати багато додаткових параметрів, наприклад, умови освітлення, яскравість і контраст монітора, які чорнило або фарби використовувалися для друку, тип паперу або люмінофор монітора та інші. Однак в більшості випадків достатньою буде точність, яку можна отримати за допомогою наведених нижче формул.

Переклад CMYK в CMY

бірюзовий = $\text{Min}(1; (\text{бірюзовий} * (1 - \text{чорний})) + \text{чорний})$
пурпурний = $\text{Min}(1; (\text{пурпурний} * (1 - \text{чорний})) + \text{чорний})$
жовтий = $\text{Min}(1; (\text{жовтий} * (1 - \text{чорний})) + \text{чорний})$

Приклад перекладу колірного значення CMYK 40-100-0-45 в CMY:

бірюзовий - $\text{Min}(1; (0,40 * (1 - 0,45)) + 0,45) = 0,67$
пурпурний = $\text{Min}(1; (1,00 * (1 - 0,45)) + 0,45) = 1,00$
жовтий = $\text{Min}(1; (0,00 * (1 - 0,45)) + 0,45) = 0,45$

Переклад CMY в RGB

червоний = $255 * (1 - \text{бірюзовий})$
зелений = $255 * (1 - \text{пурпурний})$
синій = $255 * (1 - \text{жовтий})$

Приклад перекладу колірного значення CMY 67-100-45 в RGB:

червоний = $255 * (1 - 0,67) = 255 * 0,33 = 84$
зелений = $255 * (1 - 1,00) = 255 * 0,00 = 0$
синій = $255 * (1 - 0,45) = 255 * 0,55 = 140$

Переклад RGB в CMY

бірюзовий = $1 - (\text{червоний} / 255)$
пурпурний = $1 - (\text{зелений} / 255)$
жовтий = $1 - (\text{синій} / 255)$

Приклад перекладу колірного значення RGB 84-0-140 в CMY:

бірюзовий = $1 - (84 / 255) = 1 - 0,33 = 0,67$
пурпурний = $1 - (0 / 255) = 1 - 0,00 = 1,00$

$$\text{жовтий} = 1 - (140 / 255) = 1 - 0,55 = 0,45$$

Переклад СМУ в СМУК

чорний = Min (бірюзовий, пурпурний, жовтий)

бірюзовий = (бірюзовий - чорний) / (1 - чорний)

пурпурний = (пурпурний - чорний) / (1 - чорний)

жовтий = (жовтий - чорний) / (1 - чорний)

Приклад перекладу колірної значення СМУ 67-100-45 в СМУК (спочатку потрібно знайти значення для чорного, щоб потім це значення можна було використати для визначення інших кольорів):

$$\text{чорний} = \text{Min} (0,67; 1,00; 0,45) = 0,45$$

$$\text{бірюзовий} = (0,67 - 0,45) / (1 - 0,45) = 0,22 / 0,55 = 0,40$$

$$\text{пурпурний} = (1,00 - 0,45) / (1 - 0,45) = 0,55 / 0,55 = 1,00$$

$$\text{жовтий} = (0,45 - 0,45) / (1 - 0,45) = 0 / 0,55 = 0,00$$

6.4 Вимірювання кольору

У 1931 р. Міжнародна освітлювальна комісія (CIE), запропонувала систему вимірювання кольору, що і застосовується з того часу із невеликими змінами. Ця система має ряд переваг, однак найбільш важлива полягає в тому, що в математичних моделях кольору відсутні від'ємні величини. Це значно зменшує кількість гіпотетичних, нереальних основних кольорів. Хоча гіпотетичних кольорів насправді реально не існує, на колірній діаграмі їм відповідають цілком конкретні точки.

Це досить зручно, тому що всі вимірювання проводять на реальних основних кольорах, а потім результати за допомогою обчислень перетворюють у відповідні коефіцієнти для гіпотетичних кольорів.

Сутність систем CIE: вибравши як три основні базові кольори будь-які три лінійно незалежних кольори спектра й з'єднавши їх прямими лініями, одержимо трикутник. Математична модель системи CIE лінійна, отже, проста, але й з обмеженою точністю. Через кривизну ліній локусу, на яких лежать спектральні кольори, деякі кольори завжди будуть випадати із цього трикутника й у відповідних колірних рівняннях позначатися негативними величинами. Із цієї причини CIE обрала як основні гіпотетичні кольори й розташувала їх по осях X, Y і Z таким чином, щоб вся область між бічними сторонами й "пурпурної" прямої лежала усередині трикутника XYZ.

Вимірювання проводять на існуючих основних кольорах, а потім шляхом нескладних перетворень їх перераховують. Основна перевага такої системи полягає у тому, що вимірювання можна проводити з використанням будь-яких основних кольорів, але якщо потім перетворити їх у систему стандартних кольорів, то вимірювання, проведені в різних лабораторіях, можна зіставляти. Вибір основних кольорів системи CIE XYZ приводить до одержання

стандартної діаграми кольоровості *CIE*. Всю систему кількісного вимірювання кольору *CIE* можна графічно представити як набір величин трьох параметрів – колірний тон, насиченість і яскравість, які визначають і реальні кольори.

Потрібно пам'ятати, що колірні моделі (*RGB*, *CMY*, *CMYK*) описують спосіб відтворення колірних відчуттів, а колірні системи (*HSV*, *XYZ*, *Lab*) – вимірювання цих відчуттів. Дані *RGB* і *CMYK* є апаратними даними, вони мало що говорять про колірні відчуття без прив'язки до конкретного апарата.

Щоб домогтися збігу кольорів, отриманих на різних апаратах і за допомогою різних колірних моделей, є тільки один *кількісний спосіб – домогтися рівності їх колірних координат*.

Колірні вимірювання становлять предмет колориметрії. У результаті колірних вимірювання визначаються три числа, тобто, *колірні координати (КК)*, що повністю визначають колір.

Основою математичного опису кольору в колориметрії є експериментально встановлений факт, що будь-який колір можна представити у вигляді суми певних кількостей трьох лінійно незалежних кольорів.

Три обраних лінійно незалежних кольори називають основними кольорами, вони й визначають *колірну координатну систему (ККС)*. Тоді три числа, що описують даний колір, є кількостями основних кольорів у суміші, колір якої зовсім не відрізняється від даного кольору. Це і є *КК даного кольору*.

Експериментальні результати, які закладають в основу розроблення *ККС*, одержують під час усереднення даних спостережень великою кількістю спостерігачів, тому вони не відображають точно властивостей колірного зору якого-небудь конкретного спостерігача, а належать до так званого середнього стандартного колориметричного спостерігача.

Унаслідок того, що віднесені до стандартного спостерігача в певних незмінних умовах, стандартні дані змішання кольорів і побудовані на них колориметричні *ККС* описують фактично лише фізичний аспект кольору, не враховуючи зміни кольоросприйняття ока під час зміни умов спостереження.

Коли *КК* якого-небудь кольору відкладають на трьох взаємно перпендикулярних координатних осях, цей колір геометрично представляється *точкою* в тривимірному, так званому колірному просторі або ж *вектором*, початок якого збігається з початком координат, а кінець – із даною точкою кольору. Точкове й векторне геометричне трактування кольору рівноцінні й обидва використовуються під час опису кольорів.

Точки, що представляють усі реальні кольори, заповнюють деяку область колірного простору. Але математично всі точки простору рівноправні, тому можна умовно вважати, що й точки поза областю реальних кольорів представляють деякі кольори.

Таке розширене тлумачення *кольору як математичного об'єкта* приводить до поняття *нереальних кольорів*. З цими кольорами можна здійснювати математичні операції так само, як і з реальними кольорами.

Якість кольору, що не залежить від абсолютної величини колірного вектору, називають його *кольоровістю*. Кольоровість якого-небудь кольору визначається не з його *КК*, а *співвідношенням між ними*, тобто положенням у

колірному просторі прямої, проведеної з початку координат через точку даного кольору.

Положення точки кольоровості в колірному трикутнику визначається двома координатами кольоровості, кожна з яких дорівнює частці від ділення однієї з KK на суму всіх трьох KK . Двох координат кольоровості досить, тому що за визначенням сума її трьох координат дорівнює 1.

Точка кольоровості вихідного (опорного) кольору, для якої три колірні координати рівні між собою (кожна дорівнює $1/3$), міститься в центрі ваги колірного трикутника.

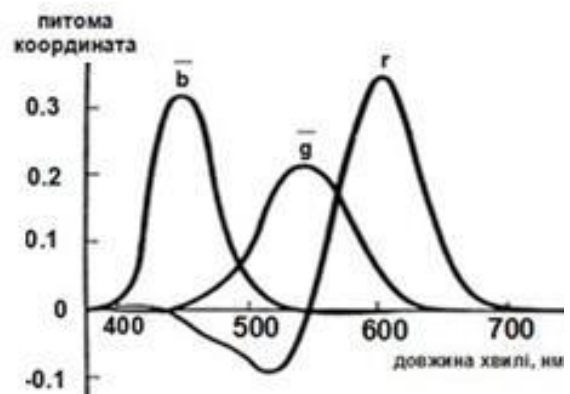
Під час графічної побудови залежностей кількостей основних кольорів від довжини хвилі виходять функції довжини хвилі, які називаються *кривими додавання кольорів*.

За кривими додавання можна розрахувати кількості основних кольорів, необхідні для одержання суміші, зовсім не відмінних від кольору випромінювання складного спектрального складу. Для цього колір складного випромінювання представляють у вигляді суми чистих спектральних кольорів, що відповідають його монохроматичним складовим.

Можливість подібного представлення заснована на одному з експериментально встановлених законів змішування кольорів, відповідно до якого KK кольору суміші дорівнюють сумам відповідних координат кольорів, що змішуються.

Таким чином, криві додавання характеризують реакції на випромінювання трьох різних приймачів випромінювання. Кожній з можливих KKC відповідає своя група з трьох кривих додавання, причому всі групи кривих додавання пов'язані між собою лінійними співвідношеннями.

Приклад відображення кривих додавання для KKC $CIE\ RGB$ наведений на рис. 6.19.



а) Вигляд KKC $CIE\ RGB$

б) Криві додавання KKC $CIE\ RGB$

Рисунок 6.19 Представлення кривих додавання в KKC $CIE\ RGB$

Пояснення: на рис. 6.19, а показаний колірний трикутник x, y . На ньому наведена лінія спектральних кольоровостей, лінія пурпурних кольоровостей, колірний трикутник $(R) (G) (B)$ системи $CIE RGB$, лінія кольоровостей випромінювання абсолютно чорного тіла й точки кольоровостей стандартних джерел освітлення $CIE A, B, C$ і D . Через E позначена вихідна (опорна) кольоровість, що перебуває в центрі ваги колірного трикутника системи.

Вихідна кольоровість – це кольоровість рівно енергетичного білого кольору E , тобто кольору випромінювання з рівномірним розподілом інтенсивності по всьому видимому спектру.

Однак криві додавання системи $CIE RGB$ (рис. 6.19, б) мають від’ємні ділянки (від’ємні кількості основних кольорів) для деяких спектральних кольорів, що незручно під час розрахунків.

Тому поряд із системою RGB у 1931 р. прийняла іншу $ККС$ – систему XYZ , у якій були відсутні недоліки (негативні ділянки системи RGB) і значно спрощені розрахунки (рис. 6.20).

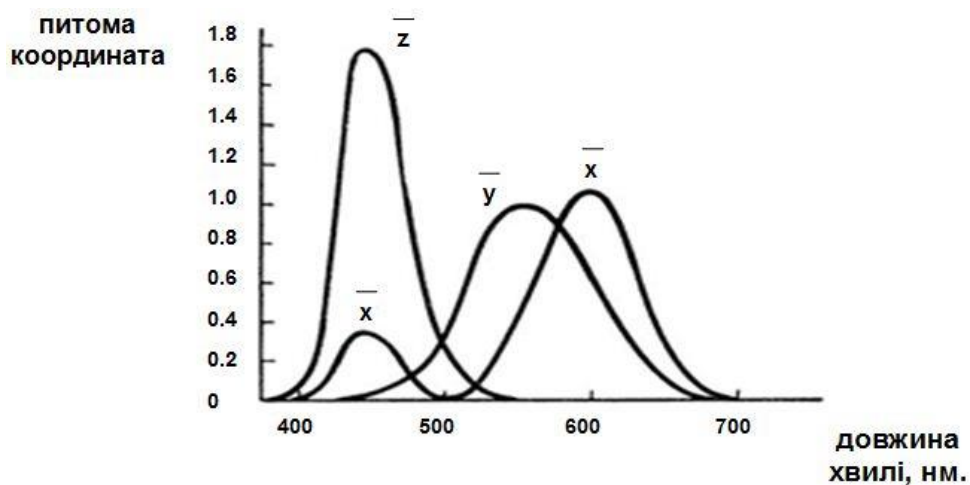


Рисунок 6.20 Криві додавання $ККС CIE XYZ$

Основними кольорами $(X), (Y), (Z)$ системи XYZ є *нереальні кольори*, обрані так, що криві додавання цієї системи (рис. 6.17) не мають негативних ділянок, а координата Y дорівнює яскравості спостережуваного пофарбованого об’єкта (для денного зору).

Система XYZ широко використовується в колориметрії.

Її *основним недоліком* є те, що вона не відображає кольоророзрізняювальних властивостей ока, тобто однакові відстані на графіку кольоровостей X, Y у різних його частинах не відповідають однаковому зоровому розходженню між відповідними кольорами за однакової яскравості.

Було запропоновано багато *формул для підрахунку кількості колірних розходжень* (порогів кольоророзрізнення ΔE) між різними кольорами. У 1960 р. CIE рекомендувала графік U, V отриманий в 1937 р. Д. Л. Мак-Адамом шляхом видозміни графіка, запропонованого Д. Б. Джаддом.

Для підрахунку числа порогів кольоророзрізнення ΔE між різними кольорами за рекомендацією CIE використовується емпірична формула Г. Вишецького, що має такий вигляд:

$$\Delta E = \sqrt{(U_1 - U_2)^2 + (V_1 - V_2)^2 + (W_1 - W_2)^2}$$

де W – колірна координата, що виражає світлоту;

$$(W = 25y^{\frac{1}{3}} - 17)$$

y – координата в системі XYZ, яка визначає яскравість кольору ($1 \leq y \leq 100$);

U, V – колірні координати, що виражають колірність;

$$U = 13W(U \leq U_0);$$

$$V = 13W(V \leq V_0),$$

де U_0, V_0 – кольоровість опорного білого кольору.

Таким чином, *основною метою процесу вимірювання кольору є визначення його КК у деякій ККС.*

Коли колір представлений спектральним розподілом випромінювання (що випускається джерелом, або відбитого чи пропущеного предметом), то для знаходження його КК потрібно використовувати криві додавання як функції, що зважують та оцінюють це випромінювання [2].

Таке оцінювання може виконуватися двома шляхами:

1. *Спектрофотометричний метод колірних вимірювань* полягає у вимірюванні спектрального розподілу енергії випромінювання й наступному розрахунку КК під час перемножування знайденої функції спектрального розподілу на три функції додавання й інтегрування добутків. Тоді КК X, Y, Z визначаються у такий спосіб:

$$x = k \int_{\lambda=1}^{\lambda=n} \Phi_{\lambda} \bar{x}_{\lambda} \rho_{\lambda} d\lambda$$

$$y = k \int_{\lambda=1}^{\lambda=n} \Phi_{\lambda} \bar{y}_{\lambda} \rho_{\lambda} d\lambda$$

$$z = k \int_{\lambda=1}^{\lambda=n} \Phi_{\lambda} \bar{z}_{\lambda} \rho_{\lambda} d\lambda$$

де Φ_{λ} – функція спектральної інтенсивності джерела;

ρ_{λ} – коефіцієнт відбивання;

$\bar{x}_{\lambda}, \bar{y}_{\lambda}, \bar{z}_{\lambda}$ – функції складання.

Інтегрування проводиться в діапазоні довжин хвиль видимого випромінювання від 380 нм до 760 нм. Враховуючи те, що підінтегральні спектральні функції, звичайно, незручні для інтегрування, інтегрування замінюють додаванням через інтервал $d\lambda$ (від 5 нм до 10 нм).

2. *Колірні вимірювання на основі кривих додавання* (рис. 6.20, 6.21) базуються на аналізі випромінювання за допомогою трьох приймачів світла, характеристики спектральної чутливості яких збігаються із кривими додавання. Кожен такий світлоелектричний перетворювач виконує дії перемножування двох спектральних функцій і інтегрування добутків. У результаті цього на його виході електричний сигнал дорівнює одній із KK .

Подібні кольоровимірювальні прилади називаються *фотоелектричними* (або об'єктивними) *колориметрами*. Вони оцінюють результуюче випромінювання, враховуючи, як відбиття (або пропущення) несамосвітних предметів, так і освітлення, тобто прилад "бачить" те, що бачить око людини.

Якщо прилад призначений для роботи із кривими додавання \bar{x}_λ , \bar{y}_λ , \bar{z}_λ , то найбільш важко сформулювати двох пікову криву \bar{x}_λ (рис. 6.20). Звичайно, кожна з її гілок формується окремо – тоді прилад містить чотири канали (світлофільтри).

6.5 Ідеальні друкарські фарби

Основні друкарські фарби є *ідеальними*, коли їх спектральні криві *П-подібні*. У цьому разі значення спектральних величин перебувають між 0 та 1 і не мають більше двох стрибків функції.

П-подібні спектральні криві всіх трьох фарб повинні ідеальним чином примикати одна до одної. Ділянки ж переходів *n-подібних* кривих необхідно вибирати таким чином, щоб одержати максимально можливий колірний діапазон за суцільними барвистими шарами.

Різні експерименти показали, що перший ідеальний перепад повинен бути між 489 нм і 495 нм, а другий – між 574 нм і 575 нм. Відповідні спектральні розподіли зображені на рис. 6.21.



Рисунок 6.21 Спектральний розподіл для "ідеальних" фарб

Основні фарби, що відповідають перерахованим вимогам, називають *ідеальними або оптимальними фарбами*.

Якщо зазначити на u', v' – діаграмі (буде мати місце відображення не в системі x, y , а в системі u', v' ; ці відображення рівнозначні, тому що можуть бути однозначно перетворені одне до одного) координати кольоровості ідеальних основних фарб і синтезовані ними субтрактивні кольори першого порядку (*червоний, зелений, синій*), то виявиться, що кольори основних фарб лежать точно на лініях, що з'єднують точки змішаних кольорів.

Ахроматична точка (E) виходить сполученням основних і змішаних кольорів, які лежать один напроти одного. Змішання в однакових співвідношеннях кількостей основних фарб дає ідеальний нейтральний сірий колір.

Розташування й величина трикутника на u', v' – діаграмі характеризує колірне охоплення для ідеальних основних фарб (рис. 6.22).

Нейтральний сірий колір не можна одержати однаковими кількостями основних кольорів, а значення RGB не можна перевести в значення CMY простим перетворенням. На практиці виявилось, що певна комбінація нерівних частин основних фарб у стандартизованому офсетному друці дає нейтральний сірий колір. Наприклад у плоскому офсетному друці відносні площі растрових точок кольороподілених фотоформ для відносно *темно-сірого* кольору складають: *блакитна – 70 %, пурпурна – 60 %, жовта – 60 %* або для *світло-сірого* кольору: *блакитна – 24 %, пурпурна – 18 %, жовта – 18 %*. Ці дані враховуються як характерні колориметричні властивості реальних друкованих фарб, що корисні для контролю специфічного параметра – *балансу за сірим*.

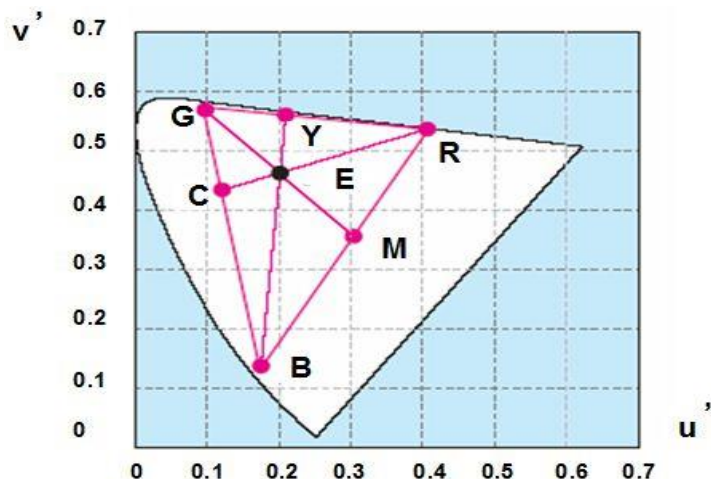


Рисунок 6.22 Координати кольоровості ідеальних основних фарб і кольорів, отриманих під час їх субтрактивного змішування

Звичайно, ці дані не можна безпосередньо переносити на інші триади й способи друку, що було б можливо під час використання ідеальних фарб.

Оптимальне використання основних (триадних) фарб узагальнено повинне задовольняти таким вимогам:

- спектральні властивості, що належать до відбиття або поглинання основних фарб, повинні наближатися до властивостей ідеальних фарб;
- колірні координати основних фарб повинні вибиратися так, щоб одержати, можливо, найбільше колірне охоплення;
- рівні кількості основних фарб повинні давати у разі адитивного й субтрактивного змішування кольору під час друку ахроматичні тони, які б максимально наближалися до нейтрального сірого (за умови ідеально білого задрукованого матеріалу);
- кольори, одержувані в результаті змішання першого порядку (додаткові), повинні перебувати в колірному колі якнайближче до середини відрізків, що з'єднують точки кольорів основних фарб у колірному колі (колірному просторі).

6.6 Математичні перетворення

У експерименті *CIE* частину чистих спектральних кольорів зрівняти не вдалося, в результаті чого в колірній координатній системі *CIE RGB* деякі кольори мали негативні координати, що було дуже незручним під час здійснення математичних розрахунків. Тому була запропонована інша колірна координатна система, отримана математичним перерахуванням з вихідної *CIE RGB*. Ця система одержала назву *CIE XYZ* за трьома координатними осями – *XYZ*. Негативних значень у цій системі вже не було.

Колірний простір моделі кольору *XYZ* являє собою криволінійний конус з вершиною в початку колірних координат. У міру віддалення від вершини освітлення кольорів відповідних точок, що лежать усередині цього конуса, зростає. Представлена на рис. 6.23 видима частина колірного трикутника в моделі кольору *XYZ* має форму сегмента неправильної параболи. На її криволінійній межі розташовуються спектрально чисті кольори, на прямолінійній хорді – кольори, одержані змішуванням червоного і пурпурного. При видаленні від межі фігури насиченість кольору зменшується і в центрі розташовується ахроматична точка.

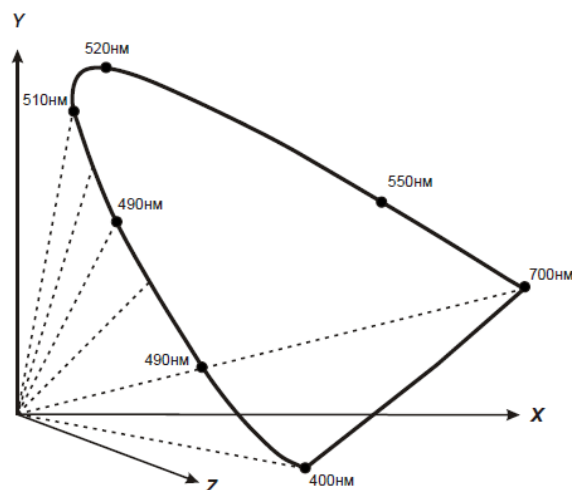


Рисунок 6.23 Видима частина колірного трикутника в моделі кольору *XYZ*

Оскільки працювати з об'ємним поданням колірному простору у вигляді неправильного конуса не дуже зручно, на практиці частіше користуються нормованим колірним простором в координатах x і y (рис. 6.24).

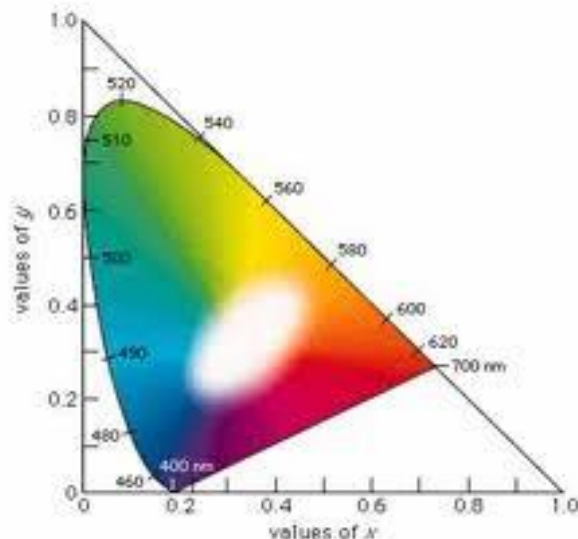


Рисунок 6.24 Нормований колірний простір в координатах x і y

Однак дана система не відображала кольоророзрізнювальних властивостей зору, що мінімальні на периферії колірному охопленню людини (у зоні насичених кольорів) і максимальні в області нульових кольоровостей (сірих тонів). Тобто однакові відстані в *CIE XYZ* не відповідали однаковому зоровому розходженню між відповідними кольорами за умови однакової яскравості. Це призвело до нерівномірності (нелінійності) колірної координатної системи.

Повністю розв'язати цю проблему не вдалося дотепер, однак *CIE* розробив більш однорідні колірні шкали (моделі) – *CIE L*a*b** і *CIE L*u*v**. Із двох моделей більш широко застосовується модель *CIE L*a*b**.

6.5.1 Модель *CIE L*u*v**

Перетворення координат у просторі *CIE Luv* проводиться за допомогою лінійних рівнянь так, що перехід до координат u' і v' є простим. До схеми перетворень включається складова яскравості – L . У результаті для повного опису у *CIE Luv* утворюється трійка колірних координат L^* , u^* , v^* , значення яких розраховуються так:

$$L^* = 116\left(\frac{y'}{y_0}\right)^{\frac{1}{3}} - 16 \quad \frac{y'}{y_0} > 0,01$$

$$U^* = 13L^*(U_1 - U_0)$$

$$V^* = 13L^*(V_1 - V_0),$$

$$\text{де } U_1 = \frac{4x'}{x'+15y'+3z'} \quad V_1 = \frac{9y'}{x'+15y'+3z'}$$

$$U_0 = \frac{4x'_0}{x'_0+15y'_0+3z'_0} \quad V_0 = \frac{9y'_0}{x'_0+15y'_0+3z'_0}.$$

В даних координатах L^* – світлота, U_1, V_1 – координати колірності досліджуваного кольору, U_0, V_0 – координати колірності стандартного джерела світла, x', y', z' і x'_0, y'_0, z'_0 – координати кольору в системі XYZ.

Колірне розходження в CIE Luv визначається за формулою Евкліда:

$$\Delta = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta U^{*2} + \Delta V^{*2}}.$$

6.5.2 Модель CIE $L^*a^*b^*$

Добре збалансована структура колірного простору моделі $L^*a^*b^*$ заснована на тому, що колір не може бути одночасно зеленим і червоним або жовтим і синім. Отже, для опису атрибутів “червоний/зелений” і “жовтий/синій” можна скористатися тими самими значеннями. Коли колір представляється у просторі моделі CIE $L^*a^*b^*$, величина L^* позначає світлоту, a^* – величину червоної/зеленої складової, а b^* – величину жовтої/синьої складової.

CIE $L^*a^*b^*$ найбільш широко застосовується для всіх математичних розрахунків, що ведуться на комп'ютерах під час роботи з кольором.

Зауваження: всі операції з кольором в програмі *Adobe Photoshop* й взагалі на всій платформі *Windows* відбуваються тільки в системі CIE $L^*a^*b^*$.

Координати L^*, a^*, b^* можна обчислити з координат XYZ так:

$$L^* = 116\left(\frac{y'}{y'_0}\right)^{\frac{1}{3}} - 16 \quad (1 \leq y' \leq 100)$$

$$a^* = 500 \left[\left(\frac{x'}{x'_0}\right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{y'}{y'_0}\right)^{\frac{1}{3}} \right]$$

$$b^* = 200 \left[\left(\frac{y'}{y'_0}\right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{z'}{z'_0}\right)^{\frac{1}{3}} \right]$$

де x', y', z' – координати кольору зразка, x'_0, y'_0, z'_0 – координати кольору стандартного джерела, L^* – світлота, яка має діапазон від 0 (чорний) до 100 (дифузний білий)

Однак у результаті перетворення колірного простору CIE Lab виявилось неможливим представити колірний тон і насиченість двомірною діаграмою кольоровості (за аналогією з колірним трикутником CIE). Це привело до того,

що в колірному колі (на протизагу u' , v' – діаграмі або колірному трикутнику) неможливо раціонально зобразити межі спектральних кольорів. Тому з колірною кола *CIE Lab* простим перетворенням була утворена форма відображення кольору *LCH*. У цьому разі насиченість C_{ab}^* (*Chroma*) і колірний тон h_{ab} (*hue*) були визначені зі значень a^* і b^*

$$C_{ab}^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

$$h_{ab} = \tan^{-1}(b^*/a^*)$$

Система *CIELCH* використовувала циліндричні координати: *світлоти*, *насиченість* та *кут повороту – колірний тон*. По осі світлоти, так само як у *CIE L*a*b**, значення змінюються від 0 до 100. До площини кольоровості мають відношення насиченість і колірний тон (кут повороту).

Насиченість – це лінійна координата, що показує ступінь віддалення точки від осі світлоти (змінюється у діапазоні значень від 0 до 100. Чим ближче до 100, тим більш насичений колір).

Колірний тон – кутова координата (змінюється у діапазоні значень від –180 до +180).

На даний момент інформація щодо зображення зберігається переважно як дані *LAB*, а редагування здійснюється в просторі *LCH*.

6.7 Контрольні запитання та тестові завдання

1. Дайте визначення поняття “колірна діаграма”. Наведіть її схематичне представлення.
2. Дайте визначення поняття “колірне охоплення”.
3. Опишіть такі моделі цифрового представлення кольору: RGB, CMYK та Index Color. Наведіть їх графічне представлення.
4. Поясніть особливості застосування моделей RGB, CMYK, Index Color.
5. Опишіть такі моделі цифрового представлення кольору: HSV (HSB, HSL), Lab та Grayscale. Наведіть їх графічне представлення.
6. Дайте визначення основних понять, на яких базується процес колірного вимірювання (колірні координати, колірна координатна система, якість кольору та ін.).
7. Наведіть зміст закону змішання кольорів.
8. Охарактеризуйте особливості побудови кривих додавання ЦКС МКО XYZ.
9. Охарактеризуйте процес прямого та зворотного математичного перетворення.
10. При додаванні в рівних кількостях двох кольорів, розташованих на протилежних секторах колірною кола отримуємо
 - а) основний або додатковий колір;
 - б) білий колір;
 - в) сірий колір.

11. Про яку модель йде мова: “Три параметри кольору є основою цієї колірної моделі: колірний тон, насиченість, яскравість. Ці параметри застосовують для виконання налаштувань у кожному колірному режимі”.
- а) модель Lab;
 - б) модель RGB;
 - в) модель HSB.
12. Відтворення кольору в результаті оптичного змішання випромінювань базових кольорів – це:
- а) автотипний синтез;
 - б) субтрактивний синтез;
 - в) адитивний синтез.
13. Як оцінюється колір в системі RGB
- а) в одиницях яскравості;
 - б) в одиницях світлових потоків;
 - в) в абсолютних коефіцієнтах яскравості.
14. Як утворюється *пурпурний* колір в системі *СМУК*
- а) білий - червоний = зелений + синій;
 - б) білий - зелений = червоний + синій;
 - в) білий - синій = червоний + зелений.
15. Колірні координати – це
- а) три обраних лінійно незалежних кольори;
 - б) a і b , що змінюється в діапазонах від зеленого до червоного та від синього до жовтого;
 - в) три числа, що є кількостями основних кольорів у суміші.
16. Про що йдеться: “Крива, яка містить точки, що відповідають значенням координат кольоровості спектральних випромінювань – це”
- а) домінуюча довжина хвилі даної колірності;
 - б) локус;
 - в) яскравість.
17. Колірна модель – це
- а) колірна система з трьома базовими кольорами;
 - б) поданий у формі таблиці колірний спектр;
 - в) діапазон кольорів, які в зображенні можна показати на екрані або одержати під час кінцевого друку.
18. Фотографічне колірне коло – це:
- а) кольори усіх можливих колірностей при постійних їх світлоті;
 - б) ахроматичні кольори, які складають шкалу світлоті тіла;
 - в) графічне подання взаємозалежності основних і додаткових кольорів.
19. Колірне значення *СМУК 40-100-0-45*. Яким буде значення цього кольору в *СМУ* ?
- а) 67-100-45;
 - б) 84-100-45;
 - в) 84-0-140.

ГЛОСАРІЙ

Адитивний синтез – це об'єднання різноколірних растрових точок, які розташовані поруч, оком спостерігача.

Альтернативний комплемент – комбінація тріади кольорів з кольором комплементарним одному з кольорів тріади.

Ахроматичні кольори – білий, чорний і цілий ряд проміжних сірих тонів.

Багатобарвна гармонія – побудована на великій розмаїтості кольорів, в якій не можна виділити головний.

Взаємодоповнюючі кольори – хроматичні кольори, які в оптичному змішанні дають ахроматичний колір.

Відтінок – утворюється додаванням чорного або сірого до кожного з базових кольорів, створюючи темні поєднання.

Вихідна кольоровість – це кольоровість рівно енергетичного білого кольору E , тобто кольору випромінювання з рівномірним розподілом інтенсивності по всьому видимому спектру.

Гранична яскравість – це найменша яскравість об'єкта, наприклад світлової плями, при якій він може бути виявлений з достатньою ймовірністю на абсолютно чорному фоні.

Закон адитивності – колір суміші основних випромінювань залежить тільки від їх кольорів, а не від їх спектрального складу.

Закон безперервності – стверджує, що при безперервній зміні випромінювання колір суміші також змінюється безперервно. Немає такого кольору, до якого неможливо було б підібрати безпосередньо близький.

Закон тривимірності – будь-який колір однозначно виражається трьома, якщо вони лінійно незалежні. Лінійна незалежність полягає в тому, що не можна одержати ніякий із зазначених трьох кольорів додаванням двох інших.

Зоровий образ об'єкта складається зі світлових відчуттів, викликаних імпульсами, переданими в потиличні долі мозку.

Ізохромія – композиція виконана в одному колірному тоні.

Іррадація – процес зміни лінійних розмірів фону і об'єкта, розміщеного на даному фоні.

Квантування кольору – процес, що полягає в зменшенні кількості кольорів, використовуваних у зображенні.

Колір – це:

- 1) форма світлової енергії, переданої у вигляді хвиль;
- 2) властивість спектрального складу випромінювань, що не розрізняються візуально;
- 3) оптичне явище, почуттєве відчуття, створюване оком і мозком. Це відчуття, що виникає у свідомості людини, під час впливу на її зоровий апарат електромагнітного випромінювання з довжиною хвилі в діапазоні від 380 до 760 нм (770 нм).

Колірна діаграма використовується для зображення колірною охоплення ока (всі видимі кольори), а всередині неї колірні охоплення різного устаткування.

Колірна температура – це характеристика джерела світлового випромінювання, що визначає його спектральний склад.

Колірна модель – це математичне визначення колірного простору. Колірна модель визначає діапазон кольорів, які в зображенні можна показати на екрані або одержати за умови остаточного друку.

Колірна яскравість – інтенсивність кольору, або наскільки світлим чи темним він виглядає.

Колірне охоплення – область на колірній діаграмі, що охоплює всі кольори, які можуть бути відтворені за допомогою конкретного процесу (синтезу кольору на екрані монітора, друку на принтері, спеціальній поліграфічній машині і т.д.).

Колірний тон – це властивість кольору, що дозволяє оку людини сприймати й визначати червоний, жовтий, синій і інший спектральний кольори.

Колориметр – це пристрій, що заміряє інтенсивність світлового потоку. Він розбиває світло на його *RGB* компоненти (приблизно так, як це робить людське око, кольоровий монітор або сканер). Потім визначає числові значення що, відповідають досліджуваному кольору в колірному просторі *CIE XYZ* або в одному з його похідних *CIE L*a*b** або *CIE L*u*v**. Дані вимірювання потім інтерпретуються візуально – будується графічне представлення колірного простору.

Кольороведення – це наука, що вивчає коло питань, пов'язаних з оптикою й фізіологією зору, психологією сприйняття кольорів, а також теоретичні основи й техніку вимірювання й відтворення кольорів.

Кольоровідтворення в поліграфії – це відтворення кольорових оригіналів на відтиску.

Кольоропередача – це психологічно точне відтворення на відтиску кольорів і колірних відтінків оригіналу під час порівняння зображень оригіналу й відтиску в однакових умовах освітленості.

Кольороподіл називається процес розкладання кольорового зображення з режиму *RGB* на чотири складові фарби *СМУК*, що потім з'єднуються під час друку, утворюючи багатокольорове зображення.

Контрастність – взаємовідношення між світлою і темною інформацією. Чим більша різниця між двома тонами, тим вища контрастність.

Криві додавання кольорів – це функції довжини хвилі, що виходять при графічній побудові залежностей кількості основних кольорів від довжини хвилі.

Мерохромія – композиція, де кольори підлеглі одному головному.

Метрологія кольору (або **колориметрія**) – вивчає методи вимірювання кольору; встановлює способи кількісного вираження кольорів, основи їх класифікації, методи встановлення колірних допусків.

Міжнародна система *CIE XYZ* – побудована на відомих еталонних (основних) кольорах. Дає можливість математичного опису усіх видимих кольорів. Хоча система є тривимірною, для зручності візуального сприйняття усі видимі кольори представлені усередині кривої на площині *xu*. На цій площині позначаються точки, що відповідають значенням координат

кольоровості спектральних випромінювань від 380 нм до 770 нм. Крива отримала назву локуса (або колірної діаграми). У середині локуса знаходяться всі реальні кольори, зовні – нереальні кольори, більш насичені ніж спектральні.

Монохроматична схема використовує один колір і всі його відтінки й варіації.

Напрямки колірного стилю. Існують наступні напрямки: власний, багатий, елегантний, класичний, романтичний, динамічний, традиційний, ретро, життєрадісний, природний, дружелюбний, м'який, привітний, тенденційний, професійний, енергійний, свіжий, тропічний, освіжаючий, надійний, спокійний, магічний, царствений, ностальгічний, приглушений, чистий, графічний.

Насиченість хроматичного кольору – це ступінь відмінності цього кольору від ахроматичного сірого, рівного йому за світлотою.

Однотонна гармонія – побудована на одному головному кольорі або групі споріднених кольорів.

Освітленість – властивість кольору, що визначає наскільки він є яскравим.

Подвійний комплемент – дві пари комплементарних кольорів.

Пойкілохромія – композиція, що базується на методі повного дроблення колірних мас. Їй притаманна велика розмаїтість кольорів, при цьому всі кольори мають однакову значимість.

Правила складання кольорів. *Перше правило:* один основний або додатковий колір утворюється додаванням двох сусідніх кольорів на колірному колі. *Друге правило:* при додаванні в рівних кількостях двох кольорів, розташованих на протилежних секторах колірного кола, відбувається їх взаємна компенсація і формування нейтральної щільності (N) або сірого кольору.

Профіль являє собою таблицю, в якій кольори, відображувані (або ті, що реєструються) пристроєм, описані в єдиній колірній моделі. Профіль пристрою містить інформацію про те, як він представляє кольори. Тобто, опис колірного простору і є колірним профілем.

Психологія кольору – вивчає співвідношення між фізичними характеристиками випромінювання й відчуттями, які викликані дією випромінювань.

Розбілення – процес зменшення насиченості кольору. Колір зі зменшенням насиченості стає пастельним, бляклим, розмитим.

Розщеплений комплемент – комбінація, що будується на основі кольору, його комплементарного кольору і двох прилягаючих до нього кольорів.

Світлова чутливість – це здатність ока реагувати на мінімально малий потік випромінювання. Вона вимірюється як величина граничної яскравості.

Світлота – це властивість кольорової поверхні відбивати більшу або меншу кількість падаючих променів світла.

Світлотний контраст – зміна світлоти під дією сусідніх кольорів. Одночасний світлотний контраст виникає за наявності між двома кольорами тональної різниці. Коли дані кольори існують у парі, вони підвищують яскравість один одного.

Система управління кольором – це сукупність програмних і апаратних засобів, розроблених для узгодження розходжень відтворення кольору сканерами, моніторами, принтерами й друкарськими машинами, щоб гарантувати стабільне відтворення кольору протягом даного процесу (тобто кольори оригіналів точно представляють кольори, отримані на відтиску).

Спектральні кольори – це кольори, які людина бачить під час розщеплення сонячного світла за допомогою призми, а саме: червоний, жовто-гарячий, жовтий, зелений, блакитний, синій і фіолетовий.

Субтрактивний синтез – це послідовне накладення растрових точок для різних фарб.

Теорія кольору – це наука, що вивчає коло питань, пов'язаних з оптикою і фізіологією зору, психологією сприйняття кольорів, а також теоретичні основи й техніку виміру і відтворення кольорів.

Тетрада – комбінація, що будується на основі чотирьох кольорів, розташованих прямо навпроти один одного у колірному колі. Тобто обираються один первинний, один вторинний і два третинних кольори.

Тон – утворюється додаванням білого кольору наростаючими частками до кожного з кольорів спектра, створюючи світлі поєднання.

Триколірна гармонія – побудована на протиставленні трьох основних кольорів.

Тріада – це трійка лінійно незалежних кольорів.

Фізика кольору – розглядає властивості світла, головним чином розподіл світлового потоку за спектрами випущення й відбиття, а також способи одержання цих спектрів, апаратуру й приймачі випромінювання.

Фізіологія кольору – розглядає дію випромінювань на око, причини виникнення зорового відчуття, зоровий апарат і його роботу.

Хомеохромія – композиція в межах малого колірною інтервалу.

Хроматичні кольори – це кольори та їх відтінки, які людина розрізняє в спектрі.

Хроматичний контраст – зміна колірною тону або насиченості кольору під дією сусідніх хроматичних кольорів.

Шкала колірною температури – починається з величини $1000\text{ }^{\circ}\text{K}$ і не має верхньої межі. При кожній температурі джерело випромінює потік різних за довжиною хвиль, але деякі з них домінують, що й визначає колір. Завдяки цьому колір випромінюваного світлового потоку в багатьох випадках можна виразити в одиницях колірною температури.

Яскравість – відсоток доданої чорної фарби. Зменшення яскравості кольору означає зачорніння кольору.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Пушкар О. І. Теорія кольору : конспект лекцій для студентів напряму підготовки “Видавничо-поліграфічна справа” усіх форм навчання / О. І. Пушкар, І. О. Бондар. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2008. – 147 с.
2. Дудяк В. О. Природа кольору та його характеристики / В. О. Дудяк, Н. В. Занько, З. М. Сельменська – Львів :Укр. акад. друкарства, 2013. – 208 с.
3. Бондар І. О. Теорія кольору: навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.051501 “Видавничо-поліграфічна справа” / І. О. Бондар. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2016. – 164 с.
4. Домасев М. В. Цвет, управление цветом, цветовые расчеты и измерения / М. В. Домасев, С. П. Гнатюк. – СПб. : Питер, 2009. – 224 с. : ил.
5. Измайлов Ч. А. Психофизиология цветового зрения / Ч. А. Измайлов, Е. Н. Соколов, А. М. Чериоризов. – М. : Изд-во МГУ, 1989. – 206 с.
6. Нельсон Р. Э. Что полиграфист должен знать о красках / Р. Э. Нельсон ; [пер. с англ.]. – М. : ПРИНТ-МЕДИА Центр, 2005. – 328 с.
7. О’Квин Д. Допечатная подготовка. Руководство дизайнера: учеб. пособ. / Д. О’Квин ; пер. с англ. – М. : ИД “Вильямс”, 2003. – 592 с.
8. Пушкар О.І. Теорія кольору: конспект лекцій для студентів напряму підготовки “Видавничо-поліграфічна справа” всіх форм навчання / О. І. Пушкар, І. О. Бондар. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2008. – 147 с.
9. Саттон Т. Гармония цвета: Полное руководство по созданию цветовых комбинация / Т. Саттон, Б. Вилен ; пер. с англ. В. П. Воропаева. – 160 М. : ООО “Издательство АСТ”, 2004. – 215 с.
10. Фрейзер Б. Реальный мир управления цветом, искусство допечатной подготовки / Б. Фрейзер, К. Ф. Мэрфи ; пер. с англ. – 2-е изд. – М. : ООО ИД “Вильямс”, 2006. – 560 с.
11. Яньшин П. В. Цвет как фактор психологической регуляции / П. В. Яньшин // Прикладная психология. – 2000. – № 4. – С. 14–27.
12. Стефанов С., Тихонов В. Цвет ready-made или Теория и практика цвета / С. Стефанов, В. Тихонов – М. : Репро-Центр, 2005. – 320 с.