

ТЕМА 11. КОЛОРИМЕТРИЯ

1. Общи сведения.

Информацията, която се получава по зрителен път, се основава на способността на окото да възприема непосредствено яркостта и цвета на наблюдаваните обекти. В редица производствени и други дейности на човека правилното определяне и предаване на цветовете е от изключително голямо значение: в багрилните цехове на текстилната и обувната промишленост, в цветната полиграфия, изложбените зали, цветните филми и телевизия и др. Цветът се използва също за оценка на качеството и за сортировка на различни произведения на селското стопанство: зрелост на плодове, качество на зеленчуци, тютюневи листа и др.

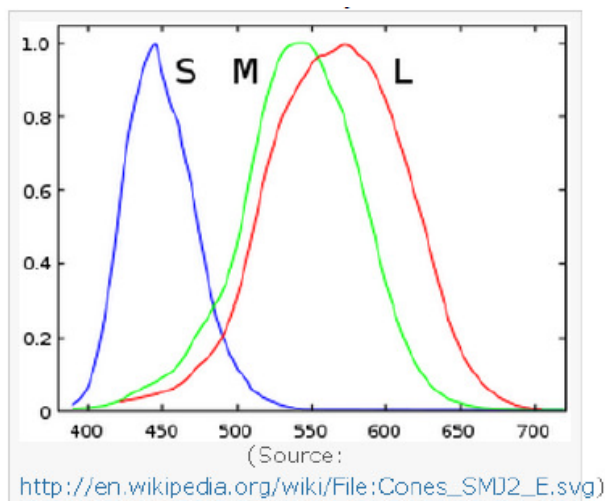
За светлотехническата практика проблемите на цветопрехването придобиват особено значение с непрекъснатото въвеждане на нови светлинни източници с различно спектрално разпределение. Чрез правилно подбиране на светлинния източник могат да се създадат благоприятни условия за цветопрехването на обектите. От друга страна, наличието на разнообразни светлинни източници създава предпоставки за силно изкривяване на цветовете при използване на неподходящи в спектрално отношение светлинни източници.

Видимата част на спектъра условно е прието да се подразделя на осем участъка със следните граници: червен 770—620 nm; оранжев 620—585 nm; жълт 585—575 nm; жълтозелен 575—550 nm; зелен 550—510 nm; небесносин 510—480 nm; син 480—450 nm; виолетов 450—380 nm.

За първи път Нютон е успял да получи тези цветове, пропускайки тънък сноп дневна светлина през стъклена призма. Границите между отделните

участъци не са рязко очертани. Наблюдава се плавно преминаване от един цвят към друг. При дневно осветление нормалното човешко око е способно да различава до 150 цветни оттенъка, които съответствуват на еднородни излъчвания с различни дължини на вълната.

Съвременните представи за възприемането на цветовете се основават на трихроматичната теория за цветното виждане, разработена от Юнг и Хелмхолц. В ретината има три вида конусообразни фоторецептори, които реагират по различен начин на излъчвания с различни дължини на вълната. Едни от тях са най-чувствителни към червените лъчи, други—към зелените, а трети — към сините. На фиг. 11.1 е показана относителната спектрална чувствителност на тези три групи светлочувствителни клетки. От кривите се вижда, че рецепторите от всяка група са чувствителни към излъчвания с широк диапазон от видимия спектър, като максималната им чувствителност е ясно изразена.



Фиг. 11.1. Относителна спектрална чувствителност на рецепторите в човешкото око.

Максимумите в спектралната чувствителност на трите вида рецептори за средно човешко око са при дължини на вълната 430 nm, 560 nm и 610 nm.

Наличието на три групи светлочувствителни клетки се потвърждава от съществуването на три вида далтонисти: протанопи — не възприемащи значителна част от зоната на червените лъчи на спектъра, дейтеранопи — които не виждат зелените лъчи и тританопи — не възприемащи сините и виолетови лъчи.

Цветното усещане зависи следователно от големината и спектралния състав на лъчистия поток, който пада върху ретината. Ако се знае спектралното разпределение на излъчването може предварително да се определи какъв цвят ще възприеме окото. Не е възможно обаче да се определи спектралният състав на лъчистия поток, ако се знае само неговият цвят, тъй като един и същи цвят може да бъде създаден от потоци с различни спектри.

Цветните усещания зависят също и от цветната адаптация на зрителния орган. Така например светлината на лампа с нажежаема жичка нощно време се възприема като бяла, а през деня—жълта. Светлината на луминесцентните лампи нощно време има синкав оттенък, докато през деня нейният цвят се възприема като бял.

2. Смесване на цветове. Характеристики на цвета.

Въпросите, свързани със смесването на цветовете за първи път, се разглеждат от Нютон. Като получава спектъра на видимите монохроматични (еднородни) излъчвания чрез разлагане на дневна светлина, той показва, че белият цвят представлява смес от всички цветове на спектъра. Освен това Нютон установява, че при смесване на няколко спектрални (чисти) цвята могат да се получат нови цветове, които ги няма в спектъра (има се пред вид оптично смесване на лъчисти потоци, а не на бои). Това означава, че съвкупността от спектралните цветове далеч не изчерпва многообразието на цветовете в природата. Освен белият цвят в спектъра на монохроматичните видими излъчвания, не са застъпени също и пурпурните (червено - виолетовите) тонове. Те се получават чрез смесване на червен и виолетов цвят в различни пропорции.

Особен интерес представлява смесването на чист монохроматичен спектрален цвят с бял цвят. Това може да се осъществи например, като се насочи светлинен поток от два източника — с бяла и с монохроматична светлина върху бял екран. В резултат на смесването спектралният цвят избледнява. Ако с Φ_λ , се означава светлинният поток на спектралното излъчване с дължина на вълната λ , а с Φ_b — светлинният поток с бял цвят, чрез отношението

$$p = \Phi_\lambda / (\Phi_\lambda + \Phi_b) \quad (11.1)$$

се характеризира **чистотата** или **наситеността** на цвета на смесените светлинни потоци $\Phi_{\text{сум}} = \Phi_\lambda + \Phi_b$. Очевидно, че за чист спектрален цвят наситеността ще бъде единица, а за чист бял цвят - нула. Наситеността на цветовете на реалните предмети обикновено се изразява с части от единицата. Колкото тя е по-близка до единица, толкова по-интензивно, по-рязко е изразено оцветяването на предмета. Ако наситеността е малка, цветът е блед и неясно изразен.

Всички цветове освен пурпурния могат да се получат чрез смесване в определено съотношение на бял цвят с някакъв спектрален цвят с определена дължина на вълната λ — **доминираща дължина на вълната**.

Цветът има качествена и количествена страна. Качеството на цвета се нарича **цветност** и се определя със следните два показателя:

- **цветови тон**, който се определя от дължината на вълната λ на спектралния цвят, участващ в смесването;
- **чистота** или **наситеност** на цвета — p (на англ. purity) (уравнение 11.1).

От цветността зависи съотношението на нивата на възбуждане на трите вида цветочувствителни рецептора. Вследствие на различната цветност на излъчванията зрителният орган може да различи например синьо излъчване от жълто, червено от зелено и т. н. Посредством стойностите на λ и p еднозначно и обективно се определя цветността.

Количествената характеристика на цвета се характеризира със светлинния поток Φ или яркостта на оцветяването излъчване. Степента (нивото) на възбуждане на рецепторите е пропорционална на количеството на цвета.

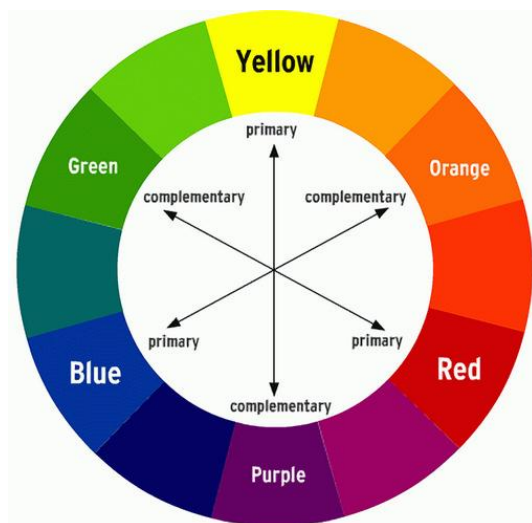
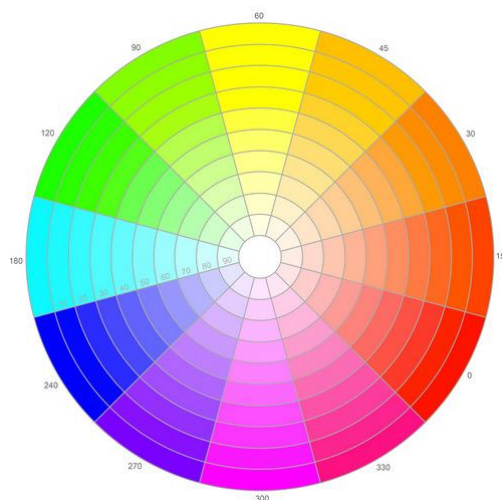
Следователно цветът F на всяко излъчване може да се разглежда като тримерна величина $F(\lambda, p, \Phi)$ или $F(\lambda, p, L)$.

По-особен случай представлява белият цвят. Обикновено като бяла се разглежда светлината на слънцето, небосвода, електрическите лампи и др. Очевидно е обаче, че съществува разлика в техните цветности. Затова в

колориметрията са стандартизирани няколко източника с бяла светлина с точно определени цветни характеристики.

Белият, сивият и черният цвят се наричат ахроматични, а всички останали цветове - хроматични. Сив цвят имат телата, които отразяват неселективно светлината. Колкото коефициентът на отражение p е по-малък, толкова по-тъмен е сивият цвят. При $p = 0$ цветът на предмета е черен, а при $p = 1$ - бял.

На фиг. 11.2 е показан съставеният от Нютон цветови кръг, чрез който могат да се проследят някои закономерности на смесването на цветовете. По окръжността на кръга са нанесени в естествената им последователност всички чисти спектрални цветове. Кръгът се затваря чрез пурпурните цветове, които са разположени между червените и виолетовите цветове, диаметрално противоположни на зелените. Центърът на кръга съответствува на белия цвят.



Фиг. 11.2. Цветови кръг.

По протежение на всеки радиус са разположени цветове с еднакъв тон ($\lambda = \text{const}$) но с различна наситеност p (чистота). Тя е максимална за периферията на кръга $p = 1$ и постепенно се намалява до $p = 0$ в центъра. Тъй като пурпурните цветове нямат свои значения на λ , техният цветови тон се определя с дължината на вълната на диаметрално противоположния цвят, но записана със знак минус ($-\lambda$) или с допълнителна маркировка (λ^1).

При смесване на два чисти спектрални цвята, например оранжев със син, в зависимост от тяхното количествено съотношение се получава един от цветовете между тях, нанесени на цветовия кръг (фиг. 11.2). Ако количеството

(яркостта) на синия цвят е значително по-голямо от това на оранжевия цвят, смесеният цвят ще бъде също син. При постепенно увеличаване на количеството на оранжевия цвят смесеният цвят ще се възприема първоначално като виолетов, след това като пурпурен, червен и накрая като оранжев. Други цветове обаче не е възможно да се получат, както и да се изменя съотношението на синия и оранжевия цвят. Правата, която свързва точките, съответстващи на синия и оранжевия цвят на цветовия кръг (фиг. 11.2) разделя окръжността на две части. На малката дъга са разположени цветовете, които се получават чрез смесването на двата чисти цвята, а на голямата—тези, които не могат да се получат. Това се отнася за всяка двойка чисти цветове. Изключение са диаметрално разположените на кръга цветове. Така например при смесване на син и жълт цвят в различно количество се получават само син и жълт цвят с различна чистота или бял цвят. Такива цветове се наричат *допълнящи се цветове*, тъй като те като че ли се допълват един с друг до белия. Допълнящи се цветове са също червеният ($\lambda = 656 \text{ nm}$) и синьозеленият ($\lambda = 492 \text{ nm}$); жълтозеленият ($\lambda = 564 \text{ nm}$) и виолетовият ($\lambda = 433 \text{ nm}$) и др.

3. Основни понятия и стандарти в колориметрията.

3.1 Спектрален коефициент на пропускане: отношението на пропуснатия към падналия светлинен поток при дадена дължина на вълната λ в много тесен интервал $d\lambda$ около нея.

3.2 Спектрален апертурен коефициент на отражение: отношението на спектралния лъчист поток, отразен в направления, ограничени от конус с връх в дадената точка от повърхността към спектралния лъчист поток, отразен в същите направления от идентично осветен идеално отразяващ разсейвател.

Ако ъгълът при върха на конуса е 2π , величината се нарича спектрален коефициент на отражение ρ .

3.3 Стандартни излъчвания и източници на светлина.

- **Източник на светлина** — има се предвид физически източник на светлина — лампа, небе, светодиод и др.

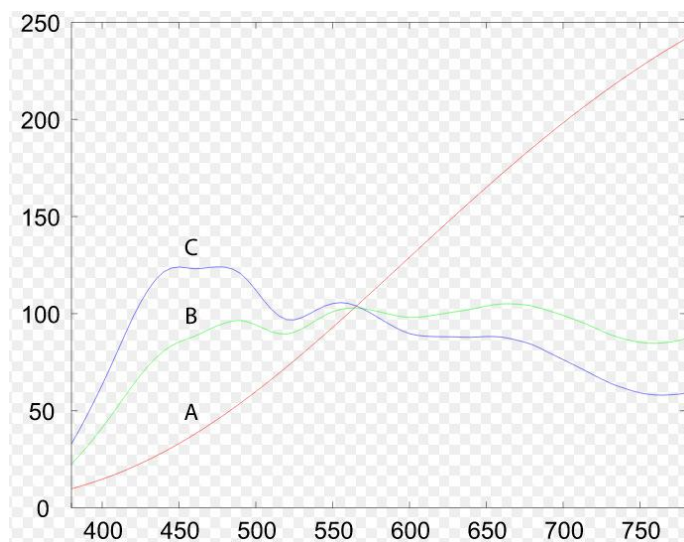
- **Излъчване** — има се предвид определено спектрално разпределение на енергията на лъчението.

- **Корелирана цветна температура - КЦТ (Correlated color temperature - CCT):** абсолютната температура на абсолютно черно тяло, чието излъчване има дадена цветност.

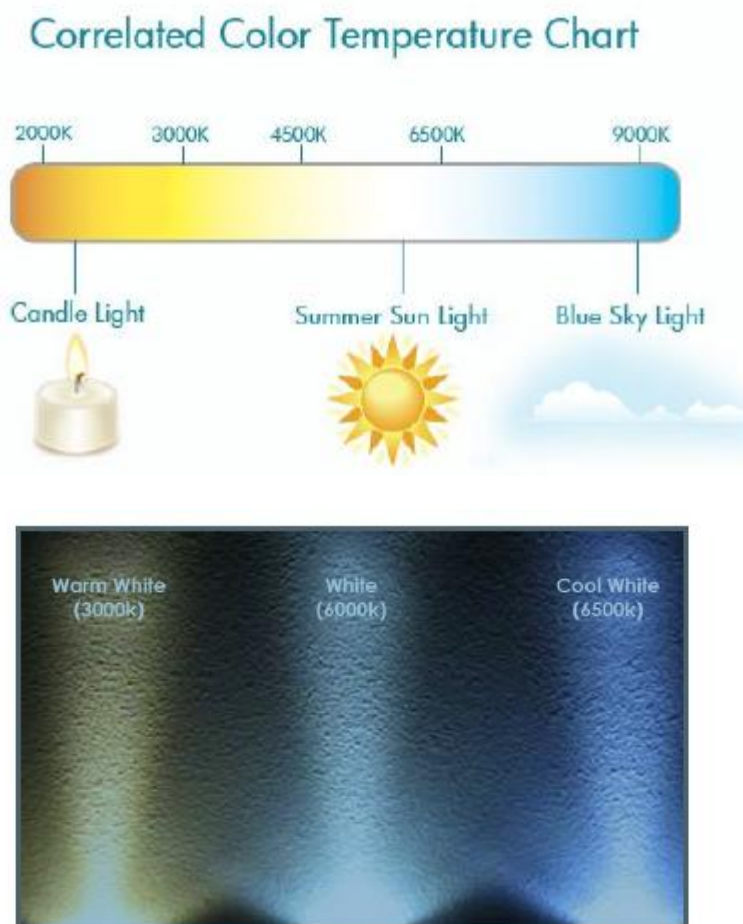
Стандартизирани са няколко излъчвания, които се използват в колориметрията:

- Стандартно излъчване А — КЦТ = 2856К;
- Стандартно излъчване В — КЦТ = 4874К;
- Стандартно излъчване С — КЦТ = 6774К;
- Стандартно излъчване D_{65} — КЦТ = 6500К;
- Стандартно излъчване D_{75} — КЦТ = 7500К;

На фиг. 11.3 са показани спектралните разпределения на лъчения А, В и С, а на фиг. 11.4 — корелираната цветна температура на различни източници.



Фиг. 11. 3. Стандартни излъчвания в колориметрията.



Фиг. 11.4. Корелирана цветна температура на различни източници.

4. Закони за човешкото зрение.

Първи закон: човешкото око може да регистрира само три вида различия на цвета: **цветови тон, наситеност и яркост.**

Втори закон: Ако в смес от три цветови стимула* един от тях се изменя непрекъснато, цветът на сместа също се изменя непрекъснато.

*(цветови стимул – поток светлина, попадаща в човешкото око)

Трети закон: Смесване на стимули с еднакъв цвят (т.е. с еднакъв цветови тон, наситеност и яркост) дава идентични по цвят резултати независимо от спектралния състав на излъчванията, пораждащи тези стимули.

Това означава, че можем да оперираме със стимулите, отчитайки най-вече техния цвят без да разглеждаме спектралния им състав. Изводи:

а) Ако стимул a = по цвят на стимул b , а стимул $c = d$ (по цвят), то цветът на сместа

$$a + c = b + d \quad (11.1)$$

б) Ако стимул $a = b$ (по цвят), а стимул $c = d$ (по цвят), то цветът на сместа

$$a - c = b - d \quad (11.2)$$

в) Увеличение (или намаление) еднакво число пъти два потока излъчване, характеризиращи два стимула с еднакъв цвят, но без да се променя спектралния им състав не нарушава цветовото равенство между двата стимула:

ако $a = b$, то

$$ma = mb \quad (11.3)$$

5. Трикоординатно цветово пространство. RGB системата.

Всеки цвят може да се получи чрез смесване на някакъв спектрален цвят с бял цвят, като белият цвят от своя страна се получава чрез смесване на два допълнящи се цвята. Това означава, че всеки цвят може да се получи чрез смесване на три спектрални цвята (съобразно и с трите вида рецептори за цветно зрение в човешкото око). Необходимо е те да се подберат така, че при смесване на два от тях да не се получава третият, т. е. да са независими. Подходяща комбинация например представляват червеният, зеленият и синият цвят. При смесването им в различни пропорции могат да се получат най-разнообразни други цветове както наситени, така и по-бледи, включително и белият цвят.

Това лесно се установява експериментално. Върху лявата страна на бяла, дифузно отразяваща основа (фиг. 11.5), се поставя образеца, чийто цвят F се изследва. Дясната страна на призмата се осветява от три светлоизточника съответно с червен (R), зелен (G) и син (B) цвят*.

* $\lambda_R = 700,0 \text{ nm}$, $\lambda_G = 546,1 \text{ nm}$, $\lambda_B = 435,8 \text{ nm}$.

Чрез подходящо изменение на интензивността на тези три излъчвания могат да се изравнят двете части на зрителното поле по цветност и яркост. Това колориметрично равенство на изследвания цвят F и неговите три компоненти F_R , F_G и F_B се описва с така нареченото цветово уравнение:

$$F = F_R + F_G + F_B \quad (11.4)$$

или

$$F = r'R + g'G + b'B \quad (11.5)$$

където R , G и B са основните единични цветове (стимули) на разглежданата цветна система RGB .

r' , g' и b' са координати на цвета, числено равни на количествата на трите стимула; произведенията $r'R$, $g'G$ и $b'B$ са компонентите на цвета.

Единичните стимули R, G и B представляват особени относителни единици. Те се избират така, че при смесването им в равни количества да се получи бял цвят. С оглед на това, ако за единица за червения стимул се приеме поток $243,9 \text{ W}$, то за единица за зеления стимул трябва да се вземе поток 4.66

W , а за синия стимул - поток 3.38 W . При това положение бял цвят ще се получи, ако $r' = g' = b'$.

За качествено характеризиране на цвета се използват относителните количества на компонентите на цвета, наречени координати на цветността:

$$r = r'/(r' + g' + b'); g = g'/(r' + g' + b'); b = b'/(r' + g' + b') \quad (11.6)$$

Очевидно е, че

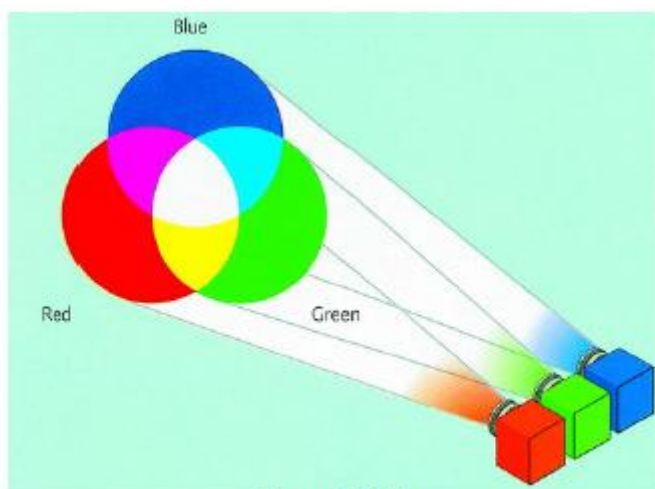
$$r + g + b = 1$$

Твърде често се използват относителните координати на цвета които числено са равни на координатите на цвета, определени за 1 W еднородно излъчване:

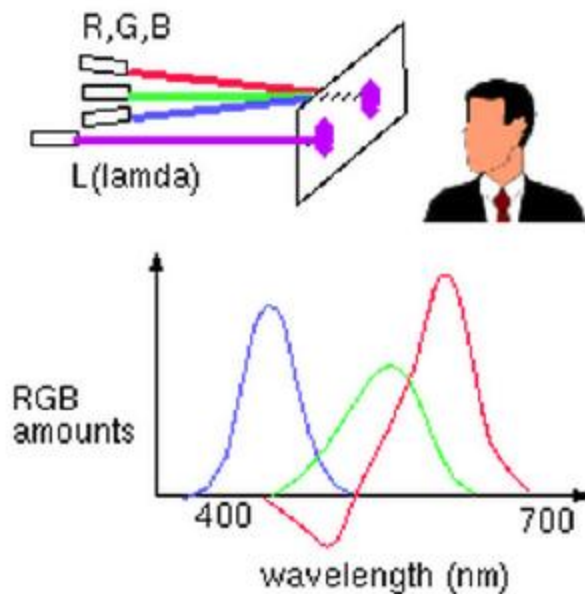
$$r = r_\lambda/P_\lambda; g = g_\lambda/P_\lambda; b = b_\lambda/P_\lambda \quad (11.7)$$

където P_λ е еднороден лъчист поток измерен във W .

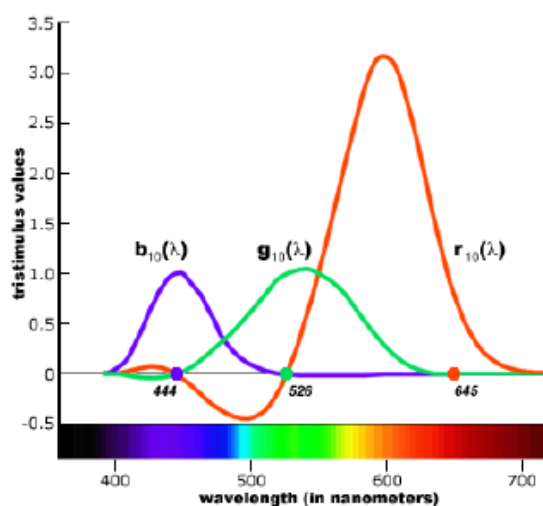
Изравняването на двете страни на зрителното поле (образецът, чийто цвят се измерва и частта, осветявана от трите прожектора – фиг. 11.5) по цветност и яркост не винаги е възможно. За да се постигне колориметрично равенство в такива случаи, необходимо е един от прожекторите (червения) да освети образца. Това води до отрицателни координати в RGB системата – фиг. 11.6, 11.7.



Фиг. 11.5.



Фиг. 11.6.



Фиг. 11. 7. Относителни координати на монохроматичните лъчения в RGB системата.

Това е съществен недостатък на така описаната цветна система у *RGB*, тъй като отрицателните координати затрудняват изчисленията на цветовете. Допълнително изчисленията се усложняват от наличието на количествена зависимост между координатите на цветността и величината на светлинния поток. По тези причини системата *RGB* не е получила практическо приложение.

6. Описание на цветовете в системата XYZ.

Недостатъците на системата *RGB* могат да бъдат преодолени, ако за основни единични цветове (стимули) се въведат нереални, несъществуващи в природата цветове. По този начин е изградена приетата от Международната комисия по осветление (МКО) (CIE – Commission Internationale de l' Eclairage) цветна система *XYZ*. Цветовете стимули *X*, *Y* и *Z* са въображаеми несъществуващи реално цветове, чиято наситеност е значително по-голяма от тази на спектралните цветове. Цветът *X* може да се разглежда като свръх червен, *Y*—като свръх зелен, а *Z*—като свръх син.

Цветовото уравнение в системата *XYZ* е аналогично на уравнение (11.5)

$$F = x'X + y'Y + z'Z \quad (11.8)$$

където $x'X$, $y'Y$ и $z'Z$ са компонентите на цвета *F*, а x' , y' и z' са неговите координати.

Количеството на цвета се определя само от компонентата $y'Y$. Светлинният поток на единичния основен цвят *Y* е 683 lm, а на *X* и на *Z* е нула. Следователно яркостта на цвета, зададен с уравнение (11.8), е

$$L = 683y' \quad (11.9)$$

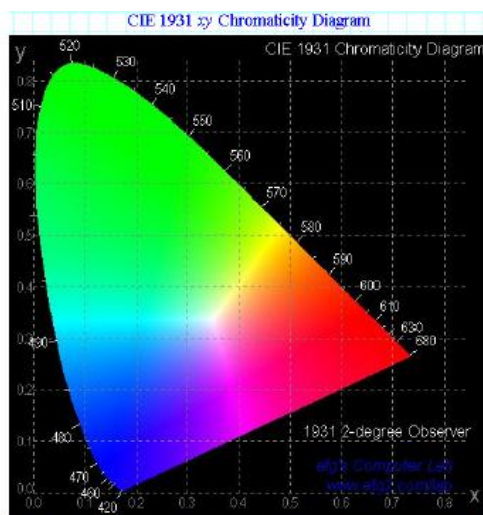
Цветността на излъчването се характеризира чрез координатите на цветността:

$$x = x'/(x' + y' + z'); \quad y = y'/(x' + y' + z'); \quad z = z'/(x' + y' + z') \quad (11.10)$$

Очевидно

$$x + y + z = 1 \quad (11.11)$$

За определяне на цветността на излъчването са достатъчни две координати - *x* и *y*. Това позволява цветността да се представи графично чрез точка в правоъгълната координатна система – фиг. 11.8.

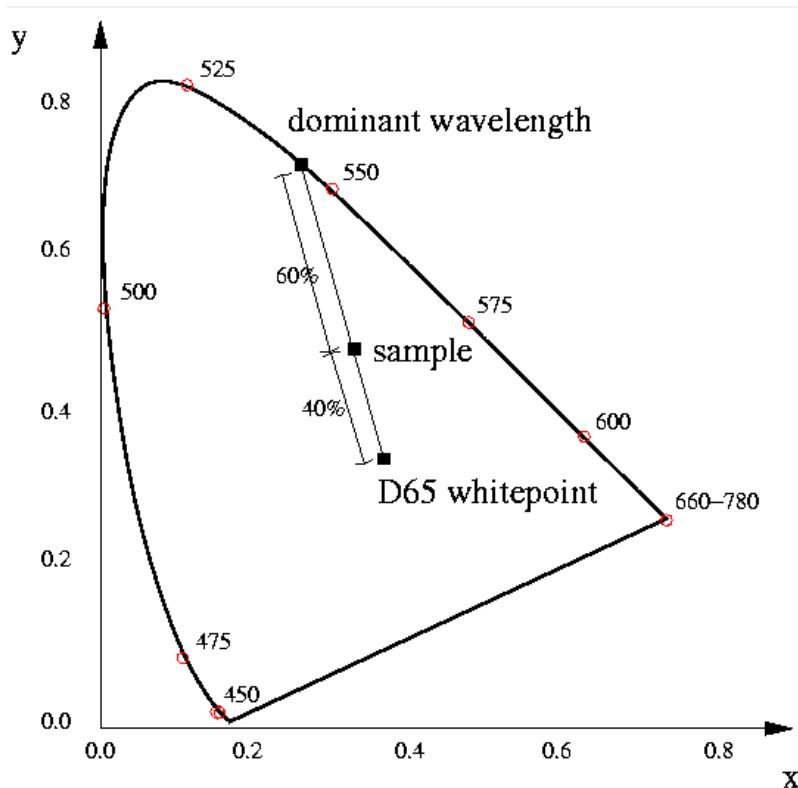


Фиг. 11.8. Цветови график в системата XYZ.

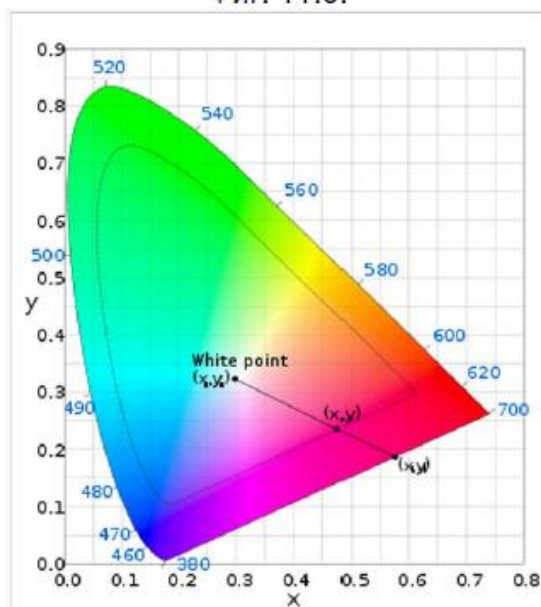
На фиг. 11.8 е представена диаграмата на цветността в системата *XYZ*. По абсцисната ос са нанесени координатите на цветността *x*, а по ординатната ос – координатите на цветността *y*. Външната крива линия, по която са нанесени дължините на вълните на монохроматичните излъчвания от видимия спектър (400 - 700 nm), представлява геометрично място на точките, чиито координати определят цветността на тези излъчвания.

С правата линия, която свързва двата края на кривата на цветността на монохроматичните излъчвания, са представени точките на цветността на всички пурпурни цветове. Площта, ограничена от тези две линии, включва точките на цветностите на всички възможни реални цветове. В центъра на цветовия график е разположена точката, която съответствува на белия цвят на равноенергетично излъчване.

С помощта на цветовата графика се определя лесно цветовият тон и чистотата на излъчването. За целта в координатната система се нанася точката, която съответствува на координатите на цветност. Като се съедини точката, отговаряща на белия цвят с така нанесената точка и се продължи правата до периферната крива на монохроматичните излъчвания, се намира цветовият тон. Чистотата на цвета се определя от положението на точката на цветността на излъчването спрямо кривите с еднаква чистота (чрез линейна интерполация – фиг. 11.9, фиг. 11.10).



Фиг. 11.9.

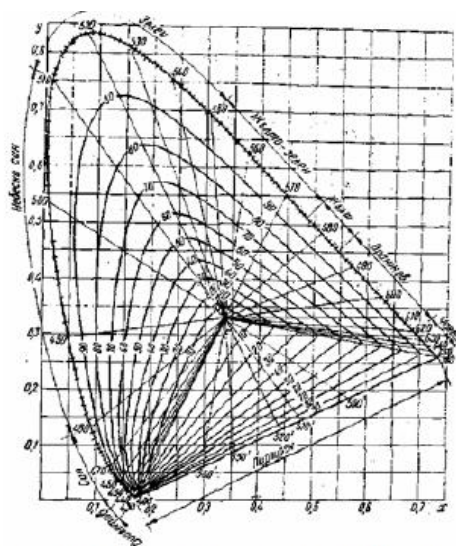


$$p_e = \sqrt{\frac{(x - x_n)^2 + (y - y_n)^2}{(x_I - x_n)^2 + (y_I - y_n)^2}}$$

Фиг. 11.10. Определяне на доминиращата дължина на вълната и наситеността (чистотата) на цвета.

Тук x_n и y_n са координатите на цветността на белия цвят; x , y са координатите на цветността на определяния цвят, а x_I и y_I са координатите на точката от периферната крива.

Определянето на наситеността е по-лесно когато се ползва цветова графика с нанесени линиите на еднаква наситеност – фиг. 11.11.



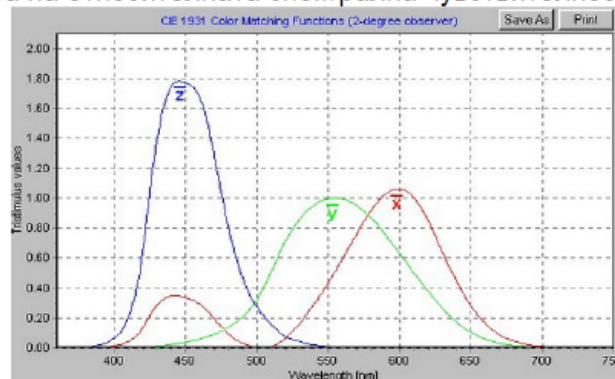
Фиг. 11.11. Цветова графика в система XYZ.

Относителните координати на цвета в системата XYZ имат същия смисъл, както в системата RGB:

$$\bar{x}_\lambda = x'_\lambda / P_\lambda, \bar{y}_\lambda = y'_\lambda / P_\lambda, \bar{z}_\lambda = z'_\lambda / P_\lambda \quad (11.12)$$

където $x'_\lambda, y'_\lambda, z'_\lambda$ са координатите на цвета на монохроматичен (еднороден) лъчист поток P_λ, W .

На фиг. 11.12 са дадени кривите на относителните координати в XYZ системата, установени по изчислителен път от относителните координати в RGB системата, които са определени експериментално. Кривата $y(\lambda)$ има същата форма като кривата на относителната спектрална чувствителност на окото.



Фиг. 11.12. Относителни координати на излъчванията във видимия диапазон.

6. Пресмятане на цветовете в системата XYZ

С помощта на гореописаната система XYZ могат да се решат следните практически задачи, свързани с пресмятане на цветовете:

а) Определяне на цветността на смесено излъчване

При смесване на два цвята, зададени с цветовете уравнения:

$$F_1 = x_1' \cdot X + y_1' \cdot Y + z_1' \cdot Z$$

$$F_2 = x_2' \cdot X + y_2' \cdot Y + z_2' \cdot Z$$

Цветовото уравнение на смесеното излъчване ще има следния вид:

$$F_1 + F_2 = (x_1' + x_2') \cdot X + (y_1' + y_2') \cdot Y + (z_1' + z_2') \cdot Z \quad (11.13)$$

Следователно, координатите на цвета на смесеното излъчване са равни на сумата от координатите на двете съставни излъчвания, а координатите на цветността се определят с уравненията:

$$x = (x_1' + x_2')/m; y = (y_1' + y_2')/m; z = (z_1' + z_2')/m \quad (11.14)$$

където $m = x_1' + x_2' + y_1' + y_2' + z_1' + z_2'$.

За сложно излъчване, което се състои от n еднородни излъчвания, координатите на цвета са:

$$x' = \sum_{i=1}^n x_i', y' = \sum_{i=1}^n y_i', z' = \sum_{i=1}^n z_i', \quad (11.15)$$

Където x_i', y_i', z_i' са координатите на цвета на еднородните съставни излъчвания.

Ако се положи $m = x' + y' + z'$, за координатите на цветността на сложното излъчване се получава:

$$x = x'/m; y = y'/m; z = z'/m \quad (11.16)$$

б) Пресмятане на цветността на излъчване с линеен спектър.

Ако линейният спектър се състои от n линии с лъчисти потоци

$P_{\lambda 1}, P_{\lambda 2}, \dots, P_{\lambda n}$,

Координатите на цвета на сложното излъчване се определят с уравненията:

$$x^I = \sum_{i=1}^n P_{\lambda i} \bar{x}_{\lambda i}^I, y^I = \sum_{i=1}^n P_{\lambda i} \bar{y}_{\lambda i}^I, z^I = \sum_{i=1}^n P_{\lambda i} \bar{z}_{\lambda i}^I, \quad (11.17)$$

Стойностите на относителните координати на цвета $\bar{x}_{\lambda i}^I, \bar{y}_{\lambda i}^I, \bar{z}_{\lambda i}^I$ се отчитат от фиг. 11.12 или от специални таблици.

в) Определяне на цветността на излъчване с непрекъснат спектър.

В случай че е известен аналитичният израз на интензивността на спектралното разпределение $\phi(\lambda)$, координатите на цвета на излъчването могат да се определят по формулите:

$$x^I = \int_{\lambda=380}^{770} \phi(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda, y^I = \int_{\lambda=380}^{770} \phi(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda, z^I = \int_{\lambda=380}^{770} \phi(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda \quad (11.18)$$

Ако $\phi(\lambda)$ е зададено графично, горните формули за координатите на цвета се преобразуват в

$$x^I = \sum_{i=1}^n \phi_{\lambda i} \bar{x}_{\lambda i} \Delta\lambda, \quad y^I = \sum_{i=1}^n \phi_{\lambda i} \bar{y}_{\lambda i} \Delta\lambda, \quad z^I = \sum_{i=1}^n \phi_{\lambda i} \bar{z}_{\lambda i} \Delta\lambda, \quad (11.19)$$

Където n е броят на интервалите $\Delta\lambda$, на които е подразделена дължината на спектъра, λ_i съответствува на дължината на вълната на средата на i -ия интервал. Обикновено $\Delta\lambda$ се приема с дължина 5 или 10 nm. Лъчистият поток $P_{\lambda i} = \phi_{\lambda i} \Delta\lambda_i$ се разглежда като еднороден.

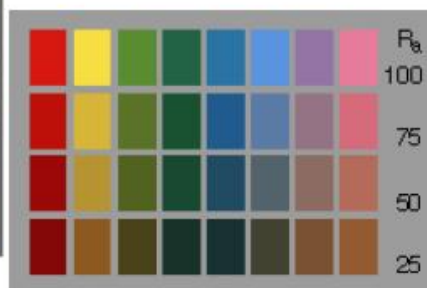
Координатите на цветността се изчисляват по формули (11.16).

7. Индекс на цветоподаване (colour rendering index).

Цветоподаването на светлинните източници е показател за тяхната способност да възпроизвеждат реалистично цветовете на даден обект. Съобразявайки се с CIE - Международна Комисия по Осветлението), то се указва като индекс между 0 и 100, където ниските стойности показват по-лошо, а по-високите - по-добро. Цветоподаването на светлинните източници се сравнява с дневната светлина ако относителната му цветна температура е $> 5000K$ и с идеално черно тяло (т.е. източник, който излъчва постоянен спектър).



Индекс на цвето предаване



Индекс на
цвето предаване

Сравнение под различни светлинни източници (ляво); Цветни ивици под различна светлина (дясно).

Дефинирани няколко групи, за да може да се направи по-лесно сравнение за качеството на цвето предаването:

Група	R _a	Значимост	Типично приложение
1A	90 ... 100	Точно съвпадение на цветовете	Галерии, медицински прегледи, цветообработка
1B	80...90	Цветовете могат да бъдат точно преценени	Къщи, хотели, офиси, училища
2	60...80	Умерено цвето предаване	Промисленост, офиси, училища
3	40...60	Точното цвето предаване не е от голямо значение	Промисленост, спортни зали
4	20...40	Точното цвето предаване е без значение	Улично осветление

Групите за цвето предаване според CIE

Някои дейности, като съвпадане на цветовете в печатарската промишленост, имат високи изисквания за точно цвето предаване и изискват повишено внимание от осветителите. Ако вземем за пример обикновен офис, групата за цвето предаване може да бъде 1B или 2, което лесно се постига със стандартните луминесцентни лампи.