

Тема 4. Фізичні основи телебачення

4.1 Фізичні основи телебачення

Вперше термін «телебачення» застосував російський інженер к.д. перський у 1900р. На міжнародному електротехнічному конгресі в парижі.

Телебаченням називають галузь сучасної радіоелектроніки, що пов'язана з передачею і прийманням рухомих та нерухомих зображень предметів, розташованих у просторі, засобами електричного зв'язку у реальному або зміненому масштабі часу.

Основу телебачення складають три фізичні процеси: перетворення світлової енергії в електричні сигнали; передача електричних сигналів по каналу зв'язку; перетворення електричних сигналів в оптичне зображення.

Ідея створення першої телевізійної системи була запропонована в 1875 р. Дж. Керрі (сша). В його проекті була закладена ідея розкладу (розбит-тя) зображення на окремі елементи і передача середньої яскравості кожного-го елемента. Метод поелементної передачі – основа всіх наступних телеві-зійних систем, у тому числі і сучасних. Ступних телевізійних систем, у тому числі і сучасних.

В 1879 р. Португальський учений де-пайва запропонував проект одноканальної системи телебачення. Проект базувався на врахуванні інерційності зорового сприйняття, завдяки якій можлива передача інфо-рмації про яскравість всіх елементів зображення не одночасно, а послі-довно (почергово).

Практична проблема послідовної передачі елементів була розв'язана в проекті польського вченого п. Ніпкова, який в 1884 р. Отримав патент на оптико-механічний пристрій, відомий під назвою диск ніпкова. Непрозорий диск містить ряд отворів, розташованих по спіралі біля зовнішнього краю. Розмір отвору визначає величину елемента зображення. Кожний отвір зміщений по радіусу до центра диска відносно попереднього на висоту отвору.

Перші практичні системи телебачення з механічною розгорткою були втілені в життя в 1925 р. Дж. Бердом в англії.

Ідею розгортки зображення електронним променем запропонував в 1908 р. Англійський інженер кембелл-суінтон, а в 1911 р. Дав принципову схему повністю електронної системи передачі зображень.

Одна з перших телевізійних систем була створена в 1929 р. В лєнінграді. Така система була оптико-механічною з розкладом в 40 рядків. В 1934 р. Система була вдосконалена до 180 рядків розкладу, 1937–1938рр. – 343 рядки, 1948 р. – 625 рядків.

Подальший розвиток телебачення як окремої самостійної галузі (але тісно пов'язаної з доробками в електроніці) привів до впровадження кольорового телебачення 1 жовтня 1967 р.

Сучасний стан телебачення характеризується бурхливим розвитком як

елементної бази, так і технологій. Цифрове телебачення, супутникове телебачення – останні досягнення людства в цій галузі.

4.1.1 Основні характеристики зорового аналізатора

Зоровий аналізатор є найважливішим серед інших, бо дає людині понад 80 % всієї інформації про оточуюче середовище. Зорова сенсорна система складається з трьох частин (рис. 1.1):

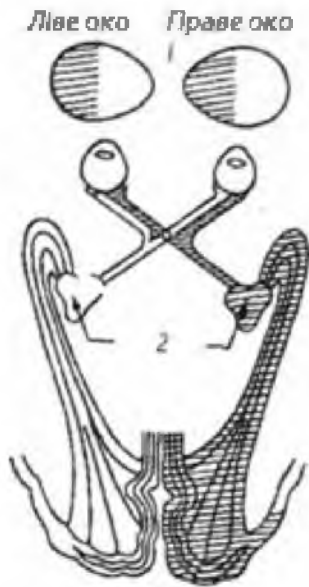


Схема будови провідних шляхів зорового аналізатора:

1 — схема полів очей; 2 — латеральні тіла

- периферичної, що представлена рецепторним апаратом сітківки ока (паличками та колбочками);
- провідникової, що складається з чутливого правого і лівого зорового нерва, часткового перехреста нервових зорових шляхів правого і лівого ока (хіазма), зорового тракту, що зазнає багатьох перемикань, коли проходить через зорові пагорбки чотиригорбикового тіла середнього мозку і таламус (латеральні колінчасті тіла, рис.6) проміжного мозку і далі продовжується до кори головного мозку;
- центральної, що знаходиться у потиличних ділянках кори головного мозку і де саме розташовані вищі зорові центри.

Функцією зорового аналізатора є зір, то б то здатність сприймати світло, величину, взаємне розташування та відстань між предметами за допомогою органа зору, яким є пара очей.

Тема 4. Фізичні основи телебачення

Кожне око міститься в заглибині (очній ямці) черепа і має допоміжний апарат ока і очне яблуко.

Око або очне яблуко, має кулясту форму з діаметром до 24 мм і масою до 7-8 г.

Стінки очного яблука утворені трьома оболонками: зовнішньою (фіброзною), середньою (судинною) та внутрішньою (сітківкою).

Зовнішня біла оболонка, або склера утворена міцною не прозорою сполучною тканиною білого кольору, яка забезпечує певну форму ока і захищає його внутрішні утворення. Передня частина склери переходить у прозору рогівку, яка захищає від пошкодження внутрішність ока та пропускає в його середину світло. Рогівка не містить кровоносних судин, живиться за рахунок міжклітинної рідини і має форму опуклої лінзи.

Під склерою міститься середня або судинна оболонка" що має товщину 0,2-0,4 мм і щільно пронизана великою кількістю кровоносних судин. Функція судинної оболонки полягає у забезпеченні живленням інших оболонок та утворів ока. Ця оболонка в передній своїй частині переходить у райдужку, що має центральний округлий отвір (зіницю) та райдужну оболонку, багату на пігмент меланін, від кількості якого колір райдужки може бути від блакитного до чорного. У передньому відділі очного яблука судинна оболонка переходить у війчасте тіло, що містить війчастий м'яз, який зв'язаний з кришталиком і регулює його кривизну. Діаметр зіниці може змінюватися залежно від рівня освітлення. Якщо навколо більше світла, то зіниця звужується, а коли менше — вона розширюється і стає максимально розширеною у повній темряві. Діаметр зіниці змінюється рефлекторно (зіничний рефлекс) завдяки скороченням не посмугованих м'язів райдужної оболонки, одні з яких іннервуються симпатичною (розширюють), а інші — парасимпатичною (звужують) нервовою системою.

Внутрішня оболонка ока представлена сітківкою, товщина якої 0,1-0,2 мм. Ця оболонка складається з багатьох (до 12) шарів різних за формою нервових клітин, які, з'єднуючись між собою своїми відростками, сплітають ажурну сітку (звідси її назва). Розрізняють такі основні шари сітківки :

- зовнішній пігментний шар (1), що утворений епітелієм і містить пігмент фуксин. Цей пігмент поглинає світло, що проникає в око і тим перешкоджає його віддзеркаленню та розсіюванню, а це сприяє чіткості зорового сприйняття. Відростки пігментних клітин також оточують фоторецептори ока, беручи участь в їх обміні речовин і в синтезі зорових пігментів;
- фоторецептори ока представлені колбочками (7-8 млн), які мають низьку чутливість, збуджуються лише в разі високої освітленості, але забезпечують кольоровий зір і паличками (110-130 млн), які мають високу чутливість, здатні сприймати світлові промені в умовах присмеркового освітлення, але не спроможні реагувати на кольори;
- біполярні (мініатюрні та плоскі) нейрони (нейроцити);

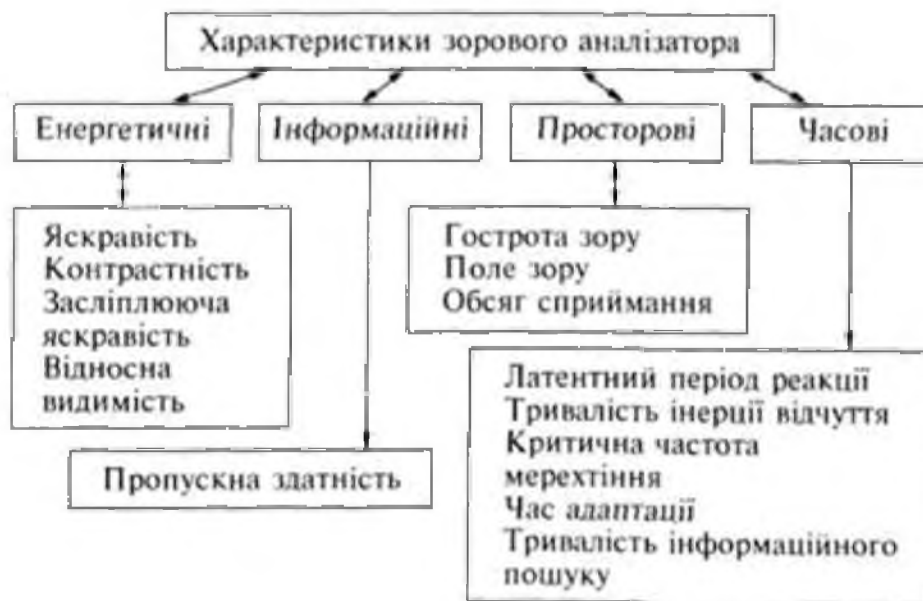
Тема 4. Фізичні основи телебачення

- гангліозні (мініатюрні та дифузні) нейрони (нейроцити), аксони яких формують зоровий нерв;
- горизонтальні та амакринові нейроцити, що виконують роль проміжних зв'язківців між елементами сітківки.



Рис. 1.2

Найбільша кількість інформації (близько 90 %) передається через зоровий аналізатор, адекватними подразниками для якого є світлова енергія, а рецептором - око. Зір дає змогу сприймати форму, яскравість, колір і рух об'єктів. Можливості зорового аналізатора визначаються його енергетичними, просторовими, часовими та інформаційними характеристиками.



Енергетичні характеристики

Тема 4. Фізичні основи телебачення

Енергетичні характеристики зорового аналізатора визначаються інтенсивністю сигналів, або яскравістю. Світловий потік, що падає на око людини, породжує певні зорові відчуття. Об'єкт краще виглядатиме або сприйматиметься, якщо він випромінюватиме певну кількість світла, тобто матиме певну яскравість, яка визначається за формулою:

Сама яскравість об'єкта визначає величину нервових імпульсів. Що виникають на сітківці ока. Яскравість випромінювання визначається потужністю та світловіддачею самого об'єкта.

Діапазон чутливості зорового аналізатора значний — від 10^{-6} до 10^6 кд/м². Контрастність між об'єктом і фоном теж зумовлює ефективність приймання інформації оператором. Розрізняють два види контрасту: прямий і зворотний. Оптимальна величина коефіцієнта контрастності знаходиться в межах 0,60...0,95.

Робота в прямому контрасті більш сприятлива, ніж у зворотному, але для забезпечення нормальної роботи оператора необхідно знати, як цей контраст сприймається в конкретних умовах. Для цього вводиться поняття порогового контрасту. Пороговий контраст, тобто найменший контраст, що розрізняється оком за даних умов, залежність порогової контрастності від яскравості й кутових розмірів об'єкта до того ж величина порогового контрасту залежить від яскравості та розмірів об'єкта

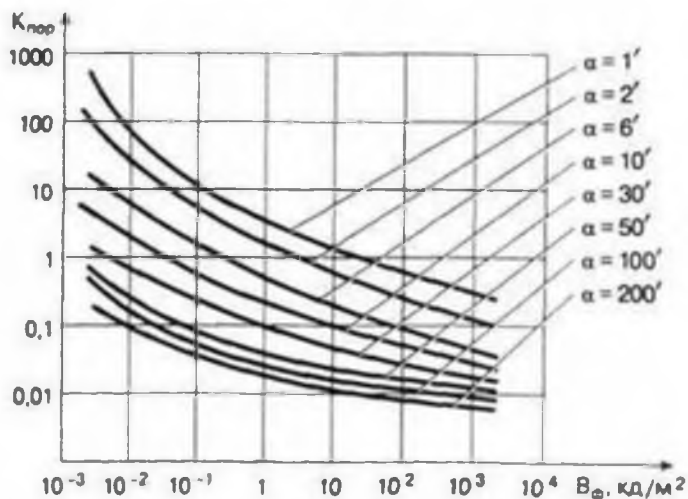


Рис.1.3

Аналіз наведених на рис.1.3 свідчить, що об'єкти великих розмірів добре сприймаються і за менших контрастів.

Значний вплив на ефективність сприймання інформації має характер зовнішнього освітлення. Цей вплив буде іншим при роботі оператора з інформацією, що подається у прямому чи зворотному контрасті. Збільшення освітлення за прямого контрасту поліпшує умови сприймання інформації, оскільки яскравість фону зростає більше, ніж яскравість об'єкта, а за зворотного контрасту - навпаки. Величина порогового контрасту залежить і від часу експозиції інформації.

Тема 4. Фізичні основи телебачення

Засліплююча яскравість. Оператор сприймає інформацію різної інтенсивності, однак сигнали значної яскравості можуть спричинити осліплення. Засліплююча яскравість визначається розміром освітленої поверхні, яскравістю сигналу, а також рівнем адаптації ока.

Значення засліплюючої яскравості при різних рівнях адаптації наведені в таблиці 1.1. Прийнятними вважаються перепади яскравостей у межах $1/10 \dots 1/30$. Таким чином, для створення нормальних умов зорового сприймання інформації необхідно забезпечити певну яскравість і контрастність сигналів, а також рівномірність розподілу яскравостей у полі зору оператора.

Яскравість поля адаптації, $кд/м^2$	Засліплююча яскравість, $кд/м^2$	Яскравість поля адаптації, $кд/м^2$	Засліплююча яскравість, $кд/м^2$
$3,2 \times 10^{-4}$	$6,4 \times 10$	$3,2 \times 10$	$1,11 \times 10^4$
$3,2 \times 10^{-3}$	$5,9 \times 10^2$	$3,2 \times 10^3$	$4,62 \times 10^4$
$3,2 \times 10^{-1}$	$2,18 \times 10^3$	$15,9 \times 10^4$	$15,9 \times 10^4$

Таблиця 1.1: «характеристики засліплюючої яскравості»

Відносна видимість. Око людини сприймає електромагнітні хвилі діапазону 380...760 нм. Але очі людини мають різну чутливість до різних хвиль. Найбільша чутливість - до хвиль в діапазоні 500...600 нм. Це - жовто-зелений колір. Для забезпечення однакового зорового відчуття сигналів різного кольору необхідно, наприклад, потужність синього випромінювання збільшити у 16,6 раз, а червоного - в 9,3 раз відносно жовто-зеленого кольору сигналів. Підвищення потужності сигналів можна забезпечити за рахунок яскравості, розміру сигналу та збільшення часу його сприймання.

Інформаційні характеристики

інформаційні характеристики зорового аналізатора зумовлені пропускнуою здатністю, що визначає кількість інформації, яку може сприйняти аналізатор за одиницю часу.

Якщо зоровий аналізатор уявити каналом зв'язку, котрий складається з ділянок різної пропускнуої здатності, то найбільша пропускна здатність - $5,6 \times 10^9$ біт буде на рівні фоторецепторів (сітківки) ока, на рівні кори - 20...70 біт, а для діяльності в цілому (прийняття рішень та виконання керуючих дій людини) - 2...4 біти. Тому зоровий аналізатор порівнюють з інформаційною "лійкою" - на вході має місце значна кількість інформації, яка поступово зменшується, досягаючи рівня прийняття рішення або рівня реакції.

Тема 4. Фізичні основи телебачення

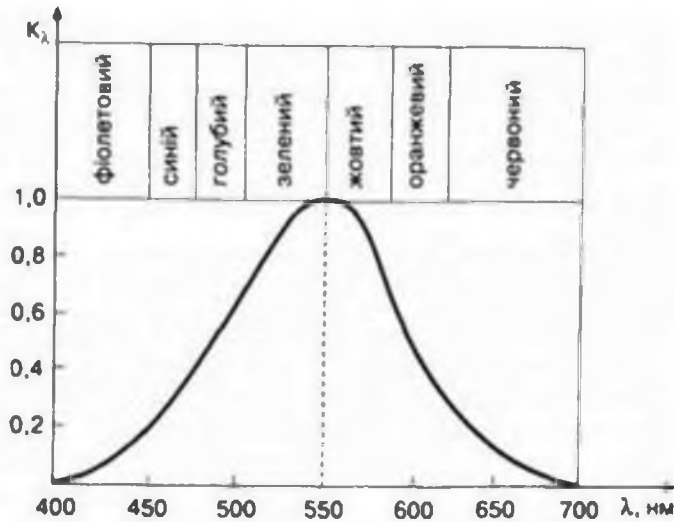
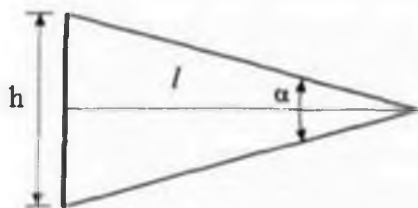


Рис 1.4 чутливість ока до хвиль різної довжини

Просторові характеристики

просторові характеристики зорового аналізатора залежать від гостроти зору, поля зору і обсягу сприймання.

гострота зору характеризується властивістю ока розрізнявати дрібні деталі об'єкта. Вона визначається величиною, еквівалентною тому мінімальному розмірові об'єкта, за якого він розрізняється оком. Розмір об'єкта виражається в кутових величинах, котрі пов'язані з його лінійними розмірами таким співвідношенням:



Співвідношення лінійних і кутових розмірів об'єкта

Рис 1.5

$$h = 2l \operatorname{tg}(\alpha / 2),$$

де l — відстань до об'єкта; h і α — відповідно лінійний і кутовий розміри об'єкта (рис. 7).

Нормальним вважається зір, при якому людина розрізняє об'єкти величиною $1'$.

Що є одиницею гостроти зору, котра залежить від рівня освітлення об'єкта, відстані до нього та його положення відносно спостерігача.

Тема 4. Фізичні основи телебачення

так, наприклад, якщо розглядати об'єкт під кутом 10° , гострота зору буде в 10 разів менша, а під кутом 30° - у 23 рази менша, ніж коли цей об'єкт знаходиться прямо перед спостерігачем.

гострота зору характеризує абсолютний просторовий поріг зорового аналізатора. Оператор повинен працювати на рівні оперативного порога, в якому кутовий розмір об'єкта буде не менший ніж $15'$ - для об'єктів найпростішої форми, а для складних об'єктів цей розмір має бути в межах $30...40$. Це розмір знака та інших елементів зображення об'єкта, котрі мають зовнішні та внутрішні деталі.

поле зору умовно поділяють на три зони:

- центральне поле $\sim 4^\circ$, де повніше розрізняються всі деталі об'єкта;
- поле ясного бачення $\sim 30^\circ...35^\circ$, де не розрізняються малі деталі об'єкта;
- периферійне поле $\sim 75^\circ...90^\circ$, в якому об'єкт тільки виявляється, але не розпізнається.

об'єкти, що перебувають у периферійній зоні, можуть бути переміщені в іншу зону при простому повороті голови або русі очей.

Обсяг сприймання характеризується кількістю об'єктів, які охоплює людина за одну фіксацію ока, тобто за симультанного сприймання. Доведено, що за одну фіксацію людина може охопити 4-8 не пов'язаних між собою об'єктів. Було експериментально доведено, що в зоровому образі відображається значна кількість об'єктів, але відтворюється їх значно менше, і цей процес залежить від обсягу пам'яті, тобто при визначенні цього параметра потрібно враховувати не стільки характеристики сприймання, скільки характеристики короточасної пам'яті, зокрема обсяг зберігання та відтворення інформації.

Часові характеристики

часові характеристики зорового аналізатора визначаються часом та його складовими, необхідними для виникнення зорового відчуття і сприймання потрібної інформації в певних умовах роботи оператора.

Латентний період - це час до виникнення відчуття з початку подавання сигналу. Залежить він від потужності подразника, його значущості, складності роботи і віку оператора, його індивідуально-типологічних характеристик. У середньому для людини він становить $150...240$ мс.

Розглянемо часову діаграму роботи зорового аналізатора (рис. 1.6).



Рис1.6

Часова діаграма роботи зорового аналізатора

упродовж часу $t_0 - t_3$ діє подразник, втім, зорове відчуття починається лише через певний період $t_0 - t_1$ тобто латентний період. Зорове відчуття, що виникає в момент t_1 , поступово розвивається (період $t_1 - t_2$) і адекватно відображає сигнал протягом часу $t_2 - t_3$, тобто до кінця дії подразника (t_3). Після закінчення дії подразника зорове відчуття зникає не одразу, а поступово "згасає" за період $t_3 - t_4$, який дістав назву періоду інерції відчуття.

тривалість інерції відчуття залежить не тільки від характеристик сигналу (яскравості, кутових розмірів), а й від того, яким буде наступний сигнал, тобто наскільки він зможе "загасити" дію попереднього сигналу. В цей час виникають так звані "послідовні образи", які мають різні характеристики (за кольором і розміром) і в певній послідовності змінюють один одного.

може виникнути така ситуація, коли дія попереднього (першого) сигналу буде мати своє продовження завдяки послідовним образам, і в той же час почнеться дія наступного (другого) сигналу, тобто послідовний образ може накладатися на перцептивний образ наступного сигналу, і оператор не зможе відрізнити елементи першого сигналу від елементів другого. Тому час дії основного сигналу повинен ураховувати час дії послідовного образу (табл. 1.2).

Кутові розміри об'єкта	Рівень яскравості, кд/м ²				
	31	32	34	73	113
23°	26	25	26	48	88
1,5°	17	15	19	38	68
90°	13	17	14	26	54

Таблиця 1.2

Залежність часу інерції відчуття від яскравості та кутових розмірів об'єкта

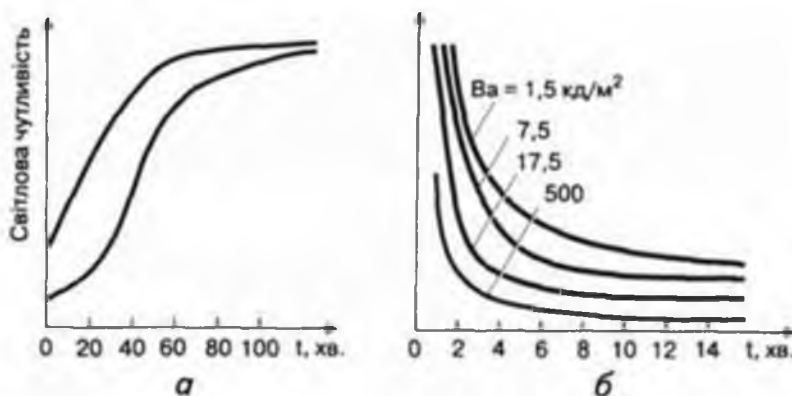
якщо сигнали подаються дискретно, то їхній період має бути не менший за 0,2...0,6 с, в іншому разі образи попереднього і наступного сигналів будуть накладатись один на інший.

критична частота мерехтіння (кчм) - це частота, за якої відбувається злиття поточних образів подразників у єдиний образ об'єкта, тобто окремі проблиски сигналу сприймаються сукупно. В нормальних умовах спостереження кчм становить 15...25 гц, при втомі вона знижується. Якщо мерехтіння застосовується для кодування інформації (привертання уваги оператора), треба мати на увазі, що зорова втома буде найменшою за частоти 3-8 гц.

час адаптації. Чутливість зорового аналізатора може змінюватися в 10 разів. Є дві форми адаптації:

- темнова, при переході від світла до темряви;
- світлова, при переході від темряви до світла.

Час адаптації залежить від її форми і становить десятки хвилин при темновій та хвилини або частки хвилини при світловій.



Графіки зміни чутливості ока при адаптації:
а – темновій; б – світловій

Рис 1.7

Тема 4. Фізичні основи телебачення

тривалість інформаційного пошуку. Значну роль у процесі сприймання сигналу та об'єктів відіграють рухи очей. Це дає змогу розглядати сприймання як дію, спрямовану на пошук джерела сигналу та обстеження об'єкта для побудови його образу. рухи очей поділяються на дві групи:

- пошукові, настановчі;
- гностичні, пізнавальні.

для деяких видів операторської діяльності процес сприймання інформації зводиться до інформаційного пошуку сигналу або об'єкта з заданими ознаками. Такими ознаками можуть бути: світіння об'єкта, мерехтіння сигналу, колір або форма об'єкта, положення стрілки на приладі тощо. Завдання оператора полягає у знаходженні необхідного сигналу за допомогою руху очей і встановлення їх у потрібну позицію.

завдання	
Пошук сигналу на екрані рлс	370
Читання літери або цифри	310
Пошук умовних знаків	300
Пошук звичайних геометричних Фігур	200
Фіксація мерехтіння індикатора	280
Знаходження певного умовного Знака	640
Наведення на ціль при Бомбардуванні	1200

Таблиця 1.3

Середня тривалість фіксації погляду при вирішенні завдань інформаційного пошуку

Значну роль у сприйманні інформації відіграють рухи очей. Вони поділяються на два основні класи: пошукові та гностичні.

за допомогою пошукових рухів очей оператор віднаходить необхідний об'єкт або задану його ознаку, переводить об'єкт у потрібне поле зору (ясного бачення або центральне).

тривалість пошукових рухів залежить від структури інформаційного поля, складності об'єкта та визначеності його параметрів, тобто трудності завдання, а також від професійного досвіду оператора та його індивідуально-психологічних характеристик.

Застосування характеристик активності рухів очей

людини-оператора для визначення часу інформаційного пошуку дає змогу оцінити різні варіанти інформаційної моделі та визначити кількість об'єктів, за якими може стежити оператор .

гностичні (пізнавальні) рухи очей беруть участь в обстеженні об'єкта, розрізненні необхідних деталей, ознак, його впізнанні. Відомо, що основну інформацію очі отримують за час фіксації , яка при інформаційному пошукові є величиною відносно постійною. Потрібно зауважити, що при розв'язанні завдань інформаційної підготовки рішення як складових процесу оперативного мислення , порушується регулярність сакадичних рухів очей, а тривалість фіксацій , змінюється у широкому діапазоні залежно від стадій процесу інформаційної підготовки рішення . до того ж важливі не тільки кількісні показники активності рухів очей, а і якісні, певна послідовність переміщення погляду, з допомогою якої можна охарактеризувати застосовану тактику або стратегію діяльності оператора. Таким чином, у процесі інформаційної підготовки рішення беруть участь неусвідомлювані компоненти діяльності оператора, на які впливають так звані суб'єктивні фактори - мотиви, цілі, установки, воля тощо. Методи самоспостереження тут непридатні, тому ведеться пошук таких методів, за допомогою яких можна було б описати не тільки фази інформаційної підготовки рішення, а й саму розумову діяльність оператора, її стадії, фази і компоненти.

4.1.2 Особливості сприйняття кольору

Колориметричне визначення кольору. Колориметрія, іноді кольорометрія — наука, що досліджує методи вимірювання, вираження кількості кольору і відмінностей кольорів, що виникла у минулому столітті. Головну роль в її розвитку відіграло відкриття німецьким математиком Г. Грасманом законів, за якими кожен колір є сумою трьох інших кольорів, узятих у певних долях. При цьому такі кольори мають бути незалежними, тобто два з них, змішуючись, не повинні давати третій.

В колориметричному розумінні поняття «колір» має таке визначення: «колір — тривимірний векторна величина, що характеризує групу випромінювань, візуально нерозрізнених в колориметричних умовах спостереження». В цьому визначенні вже відображені принципи класифікації і вимірювання кольорів. Кольорова метрика базується на законах змішування кольорів, встановлених Грасманом.

Згідно з першим законом Грасмана, будь-який колір може бути утворений шляхом змішування в різних пропорціях трьох кольорів, кожний з яких не можна отримати змішуванням двох інших.

Другий закон змішування кольорів говорить про неперервність зміни кольору при неперервній зміні спектрального розподілу випромінювання.

Згідно з третім законом змішування, колір суміші залежить лише від кольорів змішуваних компонентів і не залежить від їх спектральних складів, тобто один і той самий колір може мати випромінювання різних спектральних складів (така властивість випромінювання називається метамеризмом). З цього закону випливає, що координати кольору суміші дорівнюють сумам координат змішуваних кольорів.

Таким чином, із законів Грасмана випливає уявлення про вектор кольору, три складові якого мають спільний початок і різні напрямки у просторі. Колір може бути зображений як діагональ паралелепіпеда, побудованого на цих складових. Сукупність тримірних векторів кольору складає розміщені на одній прямій, яка виходить із початку координат, характеризуються однаковою колірністю. Колірність, таким чином, вказує напрямок вектора кольору в просторі і визначається двома координатами.

Для зображення координат колірності використовують колірний трикутник, який є січенням трикоординатного простору площиною, яка проходить через одиничні кольори вибраної системи вимірювання. Координати колірності — відносні величини, що визначають положення точки в трикутнику. Методи і засоби технічних вимірювань кольору

Визначення кольору принципово може здійснюватися трьома методами: розрахунком за даними вимірювання відносно розподілу енергії до і спектральних коефіцієнтів відбивання або пропускання освітлюваного об'єкта; колориметричним візуальним методом шляхом візуального зіставлення вимірюваного кольору з кольором, отриманим сумуванням основних кольорів

Тема 4. Фізичні основи телебачення

колориметра; колориметричним об'єктивним методом за допомогою фізичних приймачів випромінювання, криві спектральної чутливості яких приведені до кривих складання колориметричної системи мко або є їх лінійною трансформацією.

Розрахунковий (спектрофотометричний) метод, який спирається безпосередньо на стандартні криві питомих координат, є найточнішим і визнаний в міжнародній практиці як основний.

Кольоропередача

Складність і великий різновидність спектрів сучасних рл обумовили необхідність введення і контролю спеціальної характеристики якості кольоропередачі джерел нарівні зі світловою віддачею. Кольоропередача характеризує вплив спектрального складу випромінювання джерела на глядацьке сприйняття кольорових об'єктів порівняно з їх сприйняттям при освітленні опорним джерелом.

Колірні системи хуз

Колірний простір хуз — це еталонна колірні модель, задана в строгому математичному сенсі організацією сіе (international commission on illumination — міжнародна комісія з освітлення) в 1931 році. Модель хуз є майстер-моделлю практично всіх колірних моделей, що використовуються в технічних галузях.

В основу побудови системи хуз були покладені наступні умови:

- 1) питомі координати – криві змішання не повинні мати негативних ординат, тобто всі реальні кольори визначаються позитивними значеннями модулів основних кольорів вибраної координатної системи;
- 2) кількісна характеристика кольору – яскравість – повинна повністю визначатися одним його компонентом;
- 3) координати білого кольору рівноенергетичного випромінювання е повинні бути рівними.

Для забезпечення даних умов в якості основних кольорів були обрані три теоретичні (реально не відтворюваних) кольори хуз. Координатна система хуз вибрана так, щоб вектори основних кольорів знаходились в кольоровому просторі поза тілом реальних кольорів.

Осі x , y , z являються ортогональною декартовою системою координат осей в кольоровому просторі – координата y повністю визначається яскравістю кольору, а два інших основні кольори x і z лежать в площині нульової яскравості.

Вимірявши координати кольору всіх спектрально чистих випромінювань видимої зони спектру ми отримаємо координатну систему всіх можливих кольорів. Присутність в цій системі від'ємних координат робило її незручною в користуванні, оскільки більшість обрахунків в цей час проводилися вручну. Це

Тема 4. Фізичні основи телебачення

було однією з причин створення системи хуz, в якій всі координати кольору мають позитивні значення.

Система хуz також базується на адитивному змішуванні стимулів, проте на відміну від системи rgb, яка використовувалася в описаному вище візуальному колориметрі, в хуz використовуються нереальні, математично описані стимули, які підібрані з метою полегшення обрахунків. Тобто при отриманні системи хуz використовувалися не досліди, а математичні перетворення даних дослідів гілда та райта. Координати кольору хуz не мають від'ємних значень, і саме ця система використовується для опису стандартного спостерігача сіе. Дані хуz можуть бути отримані

Вимірюванням на колориметрах, які мають безпосередньо проградуїовані в хуz шкали (це можливо, незважаючи на нереальність основних стимулів хуz), або шляхом проведення обрахунків за даними спектрального розподілу енергії відбивання, пропускання чи випромінювання. Провівши обчислення координат кольору приведених вище метамерних кривих в системі хуz, ми отримаємо однакові координати кольору цих двох стимулів. Незалежно від спектрального розподілу, стимули, що викликають відчуття однакового кольору, будуть мати однакові координати кольору хуz. Тобто ця система описує, як будуть сприйматися колірні стимули нашою зоровою системою і її можна використовувати для числового опису кольору.

на практиці, найчастіше використовується похідна від хуz координатна система — хуу, яка була отримана простим перерахунком з хуz:

$$x = \frac{X}{(X+Y+Z)}; \quad y = \frac{Y}{(X+Y+Z)}; \quad Y = Y \quad \text{Де } x \text{ та } y \quad \text{— координати}$$

колірності, а y — коефіцієнт яскравості, який залишається без змін (задання яскравості кольору величиною y було закладено при створенні системи хуz).

Колірність — двомірна величина, яка включає в собі поняття колірного тону та насиченості. Саме діаграми колірності ху найчастіше можна побачити при графічному показі координат кольору. Дана діаграма приведена на рис. 2.1:

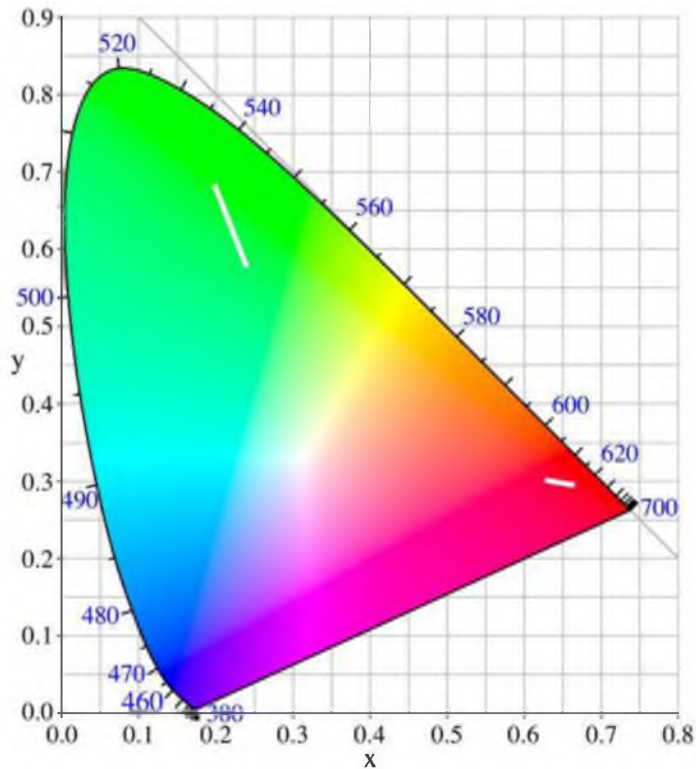


Рис. 2.1

Чорна замкнута крива — це координати колірності всіх спектрально чистих та пурпурних стимулів. Всередині неї знаходяться всі інші кольори, насиченість яких падає з наближенням до білої точки (наприклад, для денного світла біла точка має координати x 0,31 та y 0,33 відповідно).

Діаграма x y дозволяє наочно показати колірність різних стимулів, кольорові охоплення пристроїв та порівняти їх. Проте дана діаграма має один суттєвий недолік: однакові відстані на графіку не відповідають однаковій колірній різниці, яку відчуває наша зорова система. Така нерівномірність проілюстрована двома білими відрізками на попередньому малюнку. Довжини цих відрізків відповідають відчуттю однакової різниці колірності. Іншими словами, одна й та ж відстань на графіку в одній його зоні може сприйматися чітко помітною різницею в кольорі, тоді як в іншій зоні — ніякої різниці не спостерігатиметься.

Для подолання цього недоліку комітетом сіе в 60-70-их роках xx століття була розроблена серія рівноконтрастних (рівномірних для сприйняття) графіків та шкал, в яких одиниця шкали завжди відповідає однаковій різниці відчуття кольору. Найпоширенішою серед них є система сіе lab , або $l^*a^*b^*$ чи просто lab . Ця система рівноконтрастна не тільки відносно колірності, але і відносно сприйняття яскравості стимулів, тобто світлоти. Величина l^* — рівноконтрастна шкала світлоти, тоді як a^* та b^* — рівномірні шкали колірності. Оскільки дана система тривимірна, її прийнято називати колірним простором lab .

Простір lab отриманий шляхом математичних трансформацій простору xuz , тобто дані lab можна отримати з даних xuz чи $xуу$, і навпаки.

4.1.3 Параметри відтворюваних телевізійних зображень

Телевізійному перетворенню зображень в електричний сигнал передує побудова оптичного зображення. Це зображення може бути представлене безліччю інтегральних джерел, інтенсивність кожного з яких може приймати т різних значень. Чим більше число елементарних джерел n (елементів зображення), тим вище гранично помітна детальність зображення, тобто елементи повинні бути досить дрібні, а їх число на зображенні має бути достатньо великою, щоб око не помічав дискретної структури зображення.

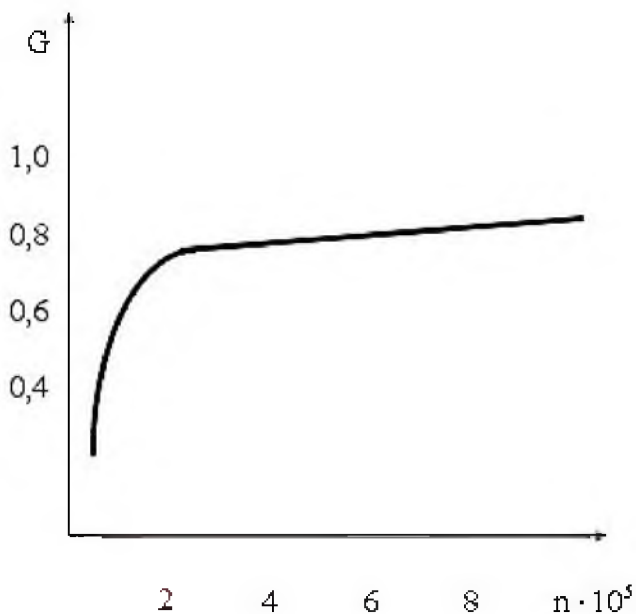


Рис 3.1

Погіршення чіткості при зменшенні числа елементів розпаду

Перший принцип телебачення полягає в розбитті зображення на окремі елементи і в поелементно передачу всього зображення. Елементом зображення називається мінімальна деталь зображення, яка може бути помітна і відтворена тб системою. Зображення, утворене сукупністю всіх елементів, називається кадром.

Другий принцип, на якому базується телебачення, – це послідовні в часі передача і відтворення інформації про яскравість (і кольорі) окремих елементів зображення. Це можливо завдяки інерційності зору людини, яке виявляється в тому, що миготіння джерела світла при високій частоті мерехтіння здається безперервною, що світиться.

Процес послідовної поелементно передачі (аналізу) і відтворення (синтезу) зображення називається розгорткою зображення.

У тв мовлення системах розгортка зображення і на передавальній, і на приймальній стороні здійснюється в результаті руху променя з постійною

Тема 4. Фізичні основи телебачення

швидкістю по горизонталі (рядку) зліва направо і по вертикалі (кадру) зверху вниз. Утворена в процесі розгортки структура поля – сукупність рядків – називається тб растром.

Передача і відтворення кожного елемента зображення повинні здійснюватися синхронно і синфазно. Це забезпечується підтримкою в заданих межах закону розгортки та їх періодичної примусової синхронізацією по рядку і по кадру на передавальній і приймальній сторонах тв системи.

До параметрів, що характеризує якість телевізійного зображення, відносяться масштабування, яскравість і контраст, структурні і колірні параметри. До масштабування телевізійного зображення ставляться розміри телевізійного зображення, формат телевізійного кадру, ступінь геометричної подібності телевізійного зображення до зображеного об'єкту.

Розмір зображення на екрані телевізора залежить від діагоналі екрана кінескопа. Кінескоп — електронно-променева трубка, яка призначена для відтворення телевізійного зображення. Застосовується в телевізійних приймачах, моніторах, індикаторах та інших радіоелектронних пристроях.

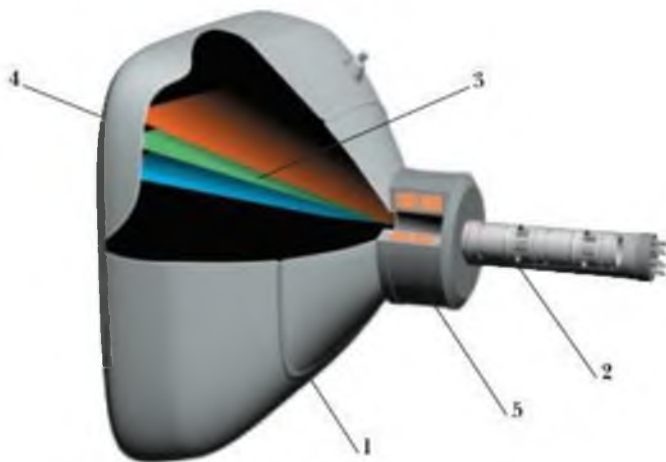


Рис 3.2

Схема приладу кінескопа:

1 – скляна колба; 2 – горловина з електронними гарматами; 3 – електронні промені; 4 – екран; 5 – відхиляюча система

Яскравість зображення оцінюється в канделах на квадратний метр по максимальній яскравості найбільш світлих ділянок зображення. Максимальна яскравість телевізійного зображення на екрані кінескопа кольорового телевізора лежить в межах 170 ... 320 кд/м². Так як яскравість є уніполярною фізичною величиною, сигнал зображення також уніполярний і, отже, має постійну складову, пропорційну середній яскравості зображення. При цьому за позитивну полярність сигналу приймається така полярність, при якій максимальне значення сигналу відповідає максимальній яскравості (рівню білого), а за негативну – полярність, при якій максимальне значення сигналу відповідає мінімальній яскравості (рівню чорного).