**Обробка зображень у додрукарських процесах**

**План**

1. Класифікація поліграфічних оригіналів

2. Локальні параметри

3. Загальні характеристики зображень

4. Діапазони оптичних щільностей поліграфічних і цифрових оригіналів

5. Тонові діапазони оригіналів і репродукцій

6. Психофізіологічні особливості зорового сприйняття поліграфічних оригіналів і репродукцій

**1. Класифікація поліграфічних оригіналів**

Оригінал – вихідна позиція процесу виготовлення поліграфічної репродукції.

Образотворчі оригінали – це масиви накопиченої та зафіксованої інформації. Значення оптичних щільностей окремих елементів складають їхній градаційний, а спектральні розподіли випромінювання – кольоровий зміст. Сигнали від оригіналів надходять на інші носії інформації, тому важливо охарактеризувати ті їх властивості, від яких залежать характер відображення й умови подальшої передачі.

Всі оригінали для поліграфічного відтворення можна розділити за такими ознаками:

– характером інформації;

– структурою зображення;

– кольором;

– характером основи;

– способом виготовлення;

– призначенням;

– способом передачі перспективи.

Кожен образотворчий оригінал відповідно до цих критеріїв відносять до конкретної групи. Тип оригіналу задає характер репродукційного процесу, вид використовуваного устаткування і матеріалів, кваліфікацію персоналу.

Образотворчу задачу поліграфічного виробництва можна визначити як одержання копій, які із заданим ступенем точності відповідають оригіналу. Ступінь цієї відповідності в остаточному підсумку визначає якість репродукції. Для об'єктивної оцінки необхідно мати кількісні критерії – показники якості. Умовно їх можна розділити на локальні, що характеризують зображення в окремо взятій точці, та загальні або "глобальні", тобто взяті відносно зображення в цілому.

**2. Локальні параметри**

Кожна точка зображення характеризується шістьма параметрами:

х, y, z – координати точки в просторі;

L – її яскравість;

λ – колірний тон;

р – чистота кольору.

Яскравість L – світлова величина, що дорінює відношенню сили світла I до поверхні А, яка приймає випромінювання. Виміряється яскравість у кд/м2

(1)



Яскравість характеризує інтенсивність випромінювання деякої точки розглянутого об'єкта. Впливаючи на зоровий аналізатор, вона викликає суб'єктивне відчуття, що називається світлістю. Яскравість поліграфічних відбитків і оригіналів сприймається у відбитому або прохідному світлі зовнішніх джерел. Тому світлість кожної точки визначається не тільки властивостями самого зображення, але і його освітленістю.

Крім залежності від інтенсивності освітлення зображення, які не світяться самі, характеризуються коефіцієнтами відбивання або пропускання їхніх точок: ρ (х,у) для непрозорих зображень і τ (х, у) для зображень, розглянутих у прохідному світлі – слайдів (діапозитивів або негативів).

Коефіцієнт відбивання ρ дорівнює відношенню відбитого світлового потоку до падаючого світлового потоку Ф



(2)



Коефіцієнт пропускання τ дорівнює відношенню світлового потоку , що проходить крізь матеріал, до падаючого світлового потоку Ф



(3)



Частини зображення, що однаково відрізняються за величиною відбивання або пропускання, неоднаково відрізняються за світлістю. Рівноконтрастною, тобто з приблизно однаковими розходженнями, виглядає в широкому діапазоні тонова шкала, поля якої відрізняються на ту саму величину оптичної щільності – негативного десяткового логарифма коефіцієнта відбивання (пропускання):

D = –lgρ; D = –lgτ. (4)

Оптична щільність дорівнює 0, 1, 2 або 3 і т.д., якщо відбиває (проходить) відповідно все світло, його десята, сота або тисячна частина.

Базовий локальний параметр автотипного растрового зображення S – відносна площа друкарських елементів (растрових точок). Вона визначається відношенням їхньої абсолютної площі S' і одиничної площі (осередку) растрового зображення Sе (рис. 1)\*. Остання дорівнює квадрату кроку растрової лініатури 1/L2, тому

(5)

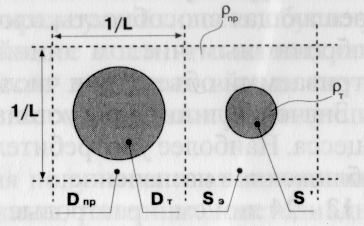


Рисунок 1 – Друкарські елементи в растрових клітинках лініатури L

Коефіцієнт відображення, що усереднюється зором або вимірювальним вікном приладу по цій площі, визначається як

(6)



де і – відбивання фарбового шару і підкладки. Оскільки за визначенням оптичної щільності їх можна виразити як і , щільність відбитка характеризується залежністю



(7)



Очевидний строго аналітичний характер цього виразу, що одержав у вітчизняній літературі назву формули Шеберстова-Мюррея-Девіса. За відсутності друкарських елементів (при S = 0) , а на суцільному фарбовому шарі (при S=1) . Ця формула припускає лінійний зв'язок між усередненим коефіцієнтом відбивання і площами точки та пробілу.



**3. Загальні характеристики зображень**

Інтервал оптичних щільностей і контраст. Одним з важливих вихідних параметрів, на основі яких встановлюється оптимальний режим репродукування, є різниця оптичних щільностей

, (8)



що характеризує їхній перепад (інтервал) на оригіналі, в друкарському процесі або на растровому відбитку.

Співвідношення світлостей на зображенні в цілому або його окремих частинах характеризують також контрастом – відношенням коефіцієнтів відображення. Тому загальний контраст зображення оцінюється як

,(9)



локальний контраст

, (10)



і детальний контраст

(11)



Очевидно, що інтервал щільностей усього зображення може бути визначений і через логарифм загального контрасту

(12)



Чіткість, різкість, обсяг даних. Важливим параметром зображення є його чіткість, яка характеризує якість передачі дрібних деталей і контурів. Чіткість растрового відбитка можна оцінити як

(13)



де а і b – розміри ілюстрації по горизонталі та вертикалі, a L – лініатура тонової ілюстрації, обумовлена кількістю задрукованих елементів на лінійному сантиметрі. Оцінюючи однофарбовий відбиток формату А4 () з лініатурою 60 лін/см, одержимо чіткість – 4,3 млн. елементів і обсяг файла, що дорівнює відповідно 4,3 Мбайтам. Цим визначається в основному так звана "поліграфічна", більш висока в порівнянні з багатьма іншими засобами, якість друкарських ілюстрацій. Різкість визначає якість передачі границь деталей незалежно від їхнього розміру (рис. 2). Однак чіткість і різкість – взаємозалежні параметри. Чим вище чіткість, тим більш різким є зображення.

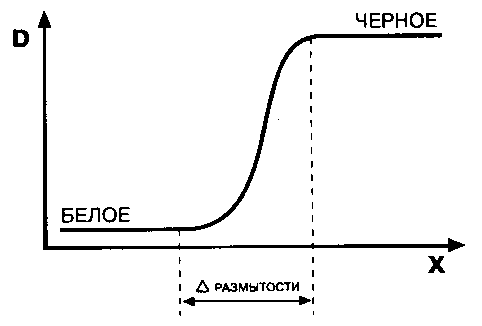


Рисунок 2 – Зміна тону на реальному контурі

В фотографії різкість визначається головним чином роздільною здатністю об'єктивів і емульсій, розсіюванням світла у фотошарі й іншими подібними факторами, та оцінюється оберненою величиною зони розмивання контуру

(14)



У системах зі скануванням зображень різкість оцінюють безрозмірним відношенням величин елемента розкладання (апертури) і зони розмивання

(15)



Таку оцінку можна поширити і на автотипні (растрові) зображення, прийнявши як елемент розкладання растрову клітинку.

**4. Діапазони оптичних щільностей поліграфічних і цифрових оригіналів**

Зупинимося на деяких вимогах до різних типів оригіналів, які застосовуються для поліграфічного відтворення.

Чорно-білі штрихові оригінали для поліграфічного відтворення повинні виконуватися на білому папері та мати мінімальну і максимальну оптичну щільність рисунка, таку, щоб надійно копіюватися на фотоформі та друкарській формі (наприклад, 0,1 і 1,2). На прозорих штрихових оригіналах розходження щільностей елементів рисунка і фона має бути не менше 1,3.

Чорно-білі тонові оригінали на непрозорій основі мають бути різкими, дрібнозернистими і мати чітке вираження деталей зображення. Інтервал оптичних щільностей повинний дорівнювати 1,5 ±0,3.

Тонові оригінали на прозорій основі – діапозитиви – мають більший інтервал оптичних щільностей, ніж оригінали на непрозорій основі, він не повинен перевищувати 1,7.

Кольорові зображення на фотопапері повинні мати інтервал 1,5...2,5.

Кольорові фотографічні діапозитиви – найбільш розповсюджені кольорові оригінали. Вони, як правило, мають дуже високий інтервал оптичних щільностей, що не повинен перевищувати 2,8.

У кожному окремому випадку наведені величини потребують конкретизації. Детальний опис вимог до оригіналів можна знайти в технологічних інструкціях. Кількісні характеристики оригіналів визначають з використанням денситометрів та інших вимірювальних засобів.

Надзвичайно швидко набуває поширення ще один вид оригіналів, які надходять у виробництво в цифровій формі. До них відносяться зображення, отримані шляхом сканування образотворчих оригіналів, за допомогою цифрових фотокамер, введенням даних з відео- і комп'ютерного монітора, оригінальні цифрові рисунки, виконані з застосуванням спеціальних програмних пакетів.

Під час відтворення таких зображень виникають додаткові труднощі, пов'язані з відсутністю матеріалізованого оригіналу для порівняння з репродукцією. Їхню оцінку можна провести на основі визначення гістограм, кольорових координат білої і чорної точок та ін.

**5. Тонові діапазони оригіналів і репродукцій**

Умовно інтервал оптичних щільностей фотографічних оригіналів і репродукцій можна поділити на три діапазони: світлі тони, півтони і тіні. Межі цих діапазонів залежать від загального інтервалу щільностей оригіналу та репродукції. Для приклада наведемо межі діапазонів для кольорового діапозитива:

* світлі тони – ∆Dс = 0,02...0,3;
* півтони – ∆Dп = 0,3...1,1;
* тіні – ∆Dт = 1,..3,0 (і більше).

Кількість дискретних полів, що може виділити око на оптичному клині, для прозорого оригіналу складає близько 150, а для непрозорого – 70.

При поліграфічному відтворенні на тоновому інтервалі виділяють 7 різних частин. На рис. 3 показана градаційна характеристика тоновідтворення з позначенням основних діапазонів яскравості, виражених у кількості фарб. Зокрема, для чорно-білого зображення цей розподіл стосується процентної кількості чорної фарби.

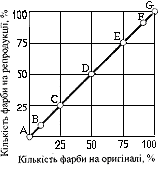


Рисунок 3– Приклад градаційної характеристики тоновідтворення зображення

Точка білого (А) – частина зображення, що має бути цілком білою (без будь-яких деталей).

Частина світлих елементів (АВ) – це найбільш яскраві елементи зображення, які ще містять деталі. Типові значення цих елементів розташовані між 2% і 10% у залежності від типу друкарського пристрою і властивостей паперу.

Чверть тони (ВР) – це частини значень тональності від 18% до 35% з центром 25%.

Середні тони або півтони (CD) – це частини на зображенні з яскравістю від 35% до 65% з центром 50%.

Три чверті тони (DE) відповідають діапазону тонового рівня сірого від 65% до 80% із середнім значенням 75%.

Тіні (EF) – темні частини на зображенні, які ще містять деталі. Як і у випадку найясніших дільниць, процентне значення тіней залежить від друкарського пристрою та паперу. Для низькосортних видів газетного паперу значення тіней складають 75%. Для високосортних крейдованих паперів під час друкування на друкарській машині це значення може складати до 98%. Точка чорного (G) – це елементи зображення, які ще темніше, ніж тіні.

1. **Психофізіологічні особливості зорового сприйняття поліграфічних оригіналів і репродукцій**

Закон Вебера-Фехнера

Знання психофізіологічних особливостей зору і задач репродукційного процесу дає можливість сформулювати критерії якості зображень і установити оптимальні вимоги до найбільш важливих ланок репродукційних систем.

Психофізіологічні фактори зорового сприйняття природних об'єктів, у тому числі поліграфічних оригіналів і репродукцій, описуються законом Вебера-Фехнера, який затверджує, що збільшення світлості пропорційно збільшенню логарифма яскравості

(16)



Цю величину називають відносним порогом яскравості. Обернена їй величина називається межовим контрастом або контрастною чутливістю ока. В денних умовах вона приблизно дорівнює 50

(17)



Під час застосування цього закону до репродукційного процесу треба мати на увазі, що він справедливий тільки в діапазоні яскравостей від 10 до 1000 кд/м2, при співвідношенні яскравості найяснішої та найтемнішої деталей зображення

(18)



Такому контрасту відповідає інтервал щільностей ΔD = lg25 = 1,4. Поліграфічні оригінали в багатьох випадках мають значно більший інтервал щільностей, що змушує враховувати нелінійні відрізки кривої контрастної чутливості ока.

Важливою характеристикою ока є контрастна чутливість до різних просторових частот. Контрастна чутливість пов'язана з градаційною (тоновою) характеристикою ока, а чутливість до просторової частоти – з його роздільною здатністю. У зв'язку з цим при репродукуванні тонових оригіналів необхідно враховувати специфіку формування дрібних деталей і контурів, під час сприйняття яких велике значення мають високі частоти. Експериментально встановлено, що під час сприйняття зоровою системою періодичних зображень з різною просторовою частотою контраст зображення монотонно спадає і на деякій граничній частоті очі не в змозі сприймати періодичну структуру. Одна з математичних моделей, що характеризує зазначені властивості, описується виразом

(19)



і наведена на рис. 4.

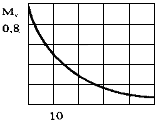


Рисунок 4 – Частотно-контрастна характеристика зорової системи.

По осі абсцис нанесена частота періодичної структури, виражена в кількості ліній на сантиметр, а по осі ординат – амплітудний контраст, з яким сприймається оком розходження між темними і світлими частинами, виражений у відносних одиницях. Якщо частота вище 50 см–1, то амплітудний контраст стрімко падає до нуля і періодична структура практично стає непомітною. Тому частота дискретизації зображення і лініатура його растрового відбитку знаходиться вище цього рівня.

Під час зменшення розмірів кольорових деталей на зображенні очі не в змозі розрізняти спочатку жовті та сині деталі, а потім червоні та зелені. Проте, зоровий апарат продовжує фіксувати перепади яскравостей, тобто відрізняти темне від світлого. Якщо розміри деталей менше 15 кутових хвилин, то відбувається різке зниження здатності до сприйняття кольору, особливо в області спектра від синього до зеленого. Кольорова роздільна здатність ока людини дорівнює 20...30 оптичним лініям на сантиметр для пурпурного і блакитного і 20...25 оптичним лініям на сантиметр для жовтого зображення.