

Лабораторна робота 3

Основні процеси відтворення багатоколірних оригіналів

Мета роботи: вивчити основні види образотворчих оригіналів та навести їх класифікацію; розглянути основні способи растрування; ознайомитись з основними етапами підготовки образотворчої інформації.

У результаті виконання лабораторної роботи студент має *знати:*

- класифікацію образотворчих оригіналів;
- механізми синтезу кольору;
- схеми трифарбового репродукування;
- особливості реального репродукування;
- етапи підготовки образотворчої інформації для поліграфічного відтворення.

Ця лабораторна робота забезпечує напрацювання таких *умінь:*

- класифікувати образотворчі оригінали;
- чітко формулювати визначення понять і термінів в основних способах синтезу кольору;
- давати порівняльну характеристику основних способів растрування;
- встановлювати взаємозв'язок між основними етапами випуску продукції.

Теоретичні відомості

3.1. Укрупнена класифікація образотворчих оригіналів

В якості авторських образотворчих оригіналів автором можуть бути представлені:

- 1) всі види креслень, їх фотокопії та ксерокопії, штрихові начерки та ескізи;
- 2) напівтонові ілюстрації, вирізані з книг та журналів, можуть бути представлені автором у виняткових випадках;
- 3) напівтонові малюнки та фотографічні знімки;

4) рукописні, машинописні та друкарські тексти або їх фоторепродукції, а також роздруківки;

5) негативи штрихових та напівтонових зображень із додатком чорно-білих контрольних фотовідбитків із них;

6) кольорові діапозитиви (слайди).

За способом виготовлення оригінали поділяють на:

1) мальовані;

2) виготовлені фотографічним способом;

3) друковані відбитки.

Залежно від кольору зображення всі оригінали поділяються на дві групи:

1) однокольорові;

2) багатобарвні, виконані у кілька кольорів.

За типом підкладки оригінали можуть бути:

1) прозорі (на фотоплівці, кальці тощо);

2) непрозорі (на папері, картоні та ін.).

За структурою зображення оригінали можуть бути штриховими, напівтоновими (синонім – тоновий) та змішаними.

До електронних оригіналів відносяться:

1) колекції цифрових фотографій;

2) колекції, що передаються через Інтернет;

3) колекції, які постачаються на CD-дисках.

Основне завдання поліграфічного відтворення образотворчих оригіналів полягає у максимально точній передачі на репродукції всіх елементів зображення (штрихів, тонів, кольорів та відтінків) при заданому масштабі відтворення.

Для отримання необхідної якості поліграфічних відбитків до образотворчих оригіналів пред'являються певні технічні вимоги, які враховуються при виготовленні та підготовці оригіналів до відтворення (ОСТ 29.106–90 «Оригінали образотворчі для поліграфічного репродукування. Загальні технічні вимоги»).

3.2. Синтез кольору

Колір - характеристика зорового відчуття, що дозволяє спостерігачеві розпізнавати якісні відмінності випромінювань, зумовлені різним спектральним складом випромінюваного, пропущеного або світла, що відображається.

Синтез кольору зображення — формування кольору зображення з основних кольорів. Основний колір — колір, який у даній колірній системі у поєднанні з іншими кольорами системи є основою для формування всіх кольорів. Кількісними характеристиками кольору є колірний тон, світло і насиченість.

Існує два способи отримання різних кольорів: адитивний (складальний) та субтрактивний (віднімальний).

Адитивний (складовий) спосіб отримання нового кольору заснований на складанні основних колірних променів: синього, зеленого та червоного. Вторинні кольори (синтезовані) завжди мають більшу яскравість, ніж використані для їх отримання основні кольори *RGB* - червоний (*Red*), зелений (*Green*) і синій (*Blue*), тому що енергія окремих зон спектру підсумовується. Сума червоного, зеленого та синього кольорів максимальної однакової інтенсивності дає білий колір. Сума однакових значень червоного, зеленого та синього дає нейтральні відтінки сірого кольору, причому малі яскравості основних кольорів дають темніші сірі тони, а більші – світліші розбілені.

За принципом змішування розрізняють три варіанти адитивного синтезу:

1) додавання випромінювання поза оком, наприклад необхідний колір на білому екрані можна отримати, проєцируючи на те саме місце двох або трьох випромінювань зональних кольорів;

2) просторове змішування, засноване на обмеженні роздільної здатності ока. Він не розрізняє окремо дуже дрібні різнокольорові елементи, а сприймає їх разом;

3) послідовне змішування - утворення різних кольорів при швидкій зміні випромінювань поза очима, завдяки інерційності зору.

При накладанні шарів фарб на білий аркуш паперу при багатобарвному друку або при додаванні пофарбованих плівок можна спостерігати субтрактивний (віднімальний) спосіб отримання нового кольору. Він заснований на послідовному поглинанні («відніманні») прозорими забарвленими шарами променів падаючого денного світла.

Світло, що пройшло через ці шари, змінює свій спектральний склад, внаслідок чого утворюється новий колір. При цьому кожен пофарбований шар пропускає ті промені, які входять до його складу, решта променів поглинає, генеруючи темніші кольори (у максимумі — чорний). При накладанні на білий аркуш паперу однієї з фарб додаткових кольорів ділянки будуть мати відповідно жовтий (*Yellow*), пурпуровий (*Magenta*) та блакитний (*Cyan*) кольори. При накладенні одна на одну двох фарб - червоний, синій та зелений кольори. Білий колір відповідає нульовому вмісту фарб, 100% всіх фарб одночасно мають давати чорний.

На багатобарвних відбитках високого та плоского друку растрові елементи окремих фарб розташовуються по-різному. На найсвітліших ділянках відбитків растрові елементи окремих фарб у багатьох випадках знаходяться поруч один з одним. При їхньому сприйнятті колір утворюється в результаті адитивного просторового синтезу. Здебільшого зображення растрові елементи окремих фарб частково чи повністю перекривають одне одного. Внаслідок субтрактивного синтезу вони утворюють додаткові кольори. Таким чином, на друкованому відбитку мають місце два види змішування: адитивне (об'єднання поруч різнокольорових растрових точок оком спостерігача) і субтрактивне (послідовне накладання растрових точок для різних фарб). Адитивне та субтрактивне змішання дає на репродукції неоднаковий колір, що веде до дисбалансу. Таке відтворення кольору в поліграфії, коли напівтонове зображення формується різнокольоровими растровими елементами різних розмірів та форми з різним ступенем перекриття називається автотипним синтезом.

3.3. Схема ідеального трифарбового репродукційного процесу

При розгляді ідеального трифарбового процесу передбачається, що друкарські фарби абсолютно прозорі, повністю відображають випромінювання двох зон спектру та повністю поглинають випромінювання третьої зони. У цьому випадку, виходячи з розглянутого синтезу кольорів, будь-який багатобарвний оригінал теоретично можна відтворити поліграфічним способом трьома основними фарбами: жовтою, пурпурною та блакитною. Для цього необхідно виготовити з оригіналу три друкарські форми.

Друкуючі елементи форми I повинні відтворювати ділянки оригіналу, що мають жовтий колір (чистий жовтий, червоний, зелений, чорний); елементи форми II - відповідно, пурпурний колір (чисто пурпурний і т. д.), а елементи форми III - блакитний колір (чисто блакитний, зелений тощо). Такі форми, що відтворюють не весь оригінал, а певні його кольори, називаються кольорові друкарські форми, а фарба, якою буде вироблятися друкування з даної форми, називається фарбою, що виділяється.

Якщо на кожну з трьох друкарських форм нанести фарбу відповідного кольору і зробити послідовне друкування з них на той самий аркуш паперу, точно поєднуючи зображення, то в результаті субтрактивного синтезу кольорів отримаємо багатобарвне зображення, тобто репродукцію оригіналу.

Для того щоб виготовити кольорові друкарські форми, наприклад, копіюванням з фотоформ, необхідно з багатобарвного оригіналу зробити для кожної фарби негативи або діапозитиви, кожен з яких повинен відтворювати лише певні кольори оригіналу, тобто вони повинні бути кольорові.

На кольороподіленому негативі для жовтої фарби ділянки, що відповідають жовтому, червоному, зеленому та чорному кольорам оригіналу, мають бути прозорими. Виготовлена з такого негативу друкарська форма матиме друкуючі елементи, відповідні фарбі, що виділяється.

Кольороподілений негатив для пурпурової фарби повинен мати прозорими ті ділянки, які відповідають тільки пурпурному, червоному, синьому та чорному кольорам оригіналу, інші кольори передаються на негативі непрозорими.

Кольороподілений негатив для блакитної фарби має прозорі ділянки, що відповідають лише блакитному, зеленому, синьому та чорному кольорам оригіналу, а непрозорі ділянки передають усі інші кольори.

Таким чином, на кожному кольороподіленому негативі, що представляє собою чорно-біле зображення, ділянки «фарби, що виділяється», повинні бути прозорими, а «невиділеної» - непрозорими.

Для виготовлення кольороподілених фотоформ проводять кольороподіл. Поділ кольору — розділення кольорового зображення оригіналу за допомогою світлофільтрів або селективних джерел, або

автоматизованими оптоелектронними засобами на окремі однокольорові рівномасштабні зображення. Коліроподіл може бути здійснено фотографічним та електронним способами.

Для виготовлення кольороподілених негативів ведуть фотозйомку на фотоплівку послідовно за трьома зональними світлофільтрами, що являють собою зазвичай пофарбовані прозорі плівки. Світлофільтр під час експонування пропускає в повному обсязі випромінювання, відбиті оригіналом, лише ті, які відповідають кольору светофільтра. Тому для отримання кожного кольороподіленого негативу вибирається світлофільтр такого кольору, який би повністю затримував випромінювання, що відображаються «фарбою, що виділяється», і пропускав би випромінювання від інших фарб. Так як оригінал відображає тією чи іншою мірою випромінювання трьох зон спектру, то світлофільтри повинні бути зональних кольорів: синього, зеленого та червоного.

Для виділення жовтої фарби застосовують синій світлофільтр. Він затримує зелені та червоні випромінювання, відображені від жовтих, червоних та зелених ділянок оригіналу, але водночас пропускає сині випромінювання, відбиті від пурпурових, блакитних, синіх та білих ділянок. Сині випромінювання, що пройшли через світлофільтр, викличуть у фотошарі хімічну реакцію і після обробки його на негативі виходять непрозорі ділянки, відповідні пурпурному, блакитному, синьому та білому, а прозорі – жовтому, червоному, зеленому та також чорному кольорам оригіналу.

Пурпурну фарбу виділяють через зелений світлофільтр, що пропускає лише зелені випромінювання, відображені від жовтої, блакитної, зеленої та білої ділянок. Для виділення блакитної фарби використовують червоний світлофільтр, що пропускає лише червоні випромінювання, відбиті від жовтої, пурпурної, червоної та білої ділянок. Отже, колір світлофільтра повинен бути додатковим по відношенню до кольору фарби.

Таким чином, схему ідеального трифарбового репродукційного процесу можна представити у вигляді наступних етапів:

- 1) отримання кольороподілених фотоформ;
- 2) виготовлення кольороподілених друкарських форм;
- 3) нанесення відповідної фарби на кожну кольороподілену форму та отримання з кожної форми при друкуванні на окремих аркушах паперу шкільний однобарвний відбиток для контролю якості кольороподілу;

4) послідовне друкування трьома фарбами на одному аркуші паперу та отримання тим багатобарвного поєданого відбитка, що відтворює всі кольори оригіналу. На суміщеному відбитку ділянка, що відповідає білому полю оригіналу, залишиться незапечатаною, а на ділянці, що відповідає чорному полю, всі три фарби будуть накладені одна на одну, що дасть відчуття чорного кольору.

3.4. Особливості реального репродукування

Реально існуючі фарби не зовсім прозорі та розсіюють світло. Вони не мають повного відображення та поглинання в жодній із зон спектру. Друкарські фарби для відтворення кольорових оригіналів випускають у вигляді триад.

Тріада - комплект трьох спеціально підібраних фарб основних кольорів. Сукупність кольорів і відтінків, які можна одержати у друкованому процесі даної триадою, називається колірним охопленням. Він визначається за надрукованими шкалами колірного охоплення, що зазвичай містять колірні поля кожної окремої фарби, їх подвійні і потрійні накладання в різних поєднаннях (наприклад, для високого і плоского друку, різні відносні площі растрових елементів). За цими шкалами легко визначити, чи можна цією триадою фарб надрукувати репродукцію конкретного оригіналу.

Жодна триада не дозволяє відтворити всі кольорові відтінки, що зустрічаються в оригіналах. Кольори оригіналу, що виходять за межі охоплення кольору триади, відтворюються приблизно.

Реальними друкарськими фарбами неможливо отримати на відбитках високого та плоского друку чорні та нейтрально-сірі кольори. Для усунення цього недоліку використовують четверту фарбу (чорну). Вона збільшує контраст репродукції, покращує відтворення деталей у тінях. Глибокий друк дозволяє трьома фарбами отримати як кольорові, і сірі, чорні тони. Однак для підвищення чіткості зображення використовують чотири фарби.

Зображення на відбитку повинне відповідати оригіналу за тоном та за кольором. Точна передача тонів означає, що спостерігач не може виявити різниці в градації зображення, що отримується на відбитку, в порівнянні з оригіналом. Відбиток має «правильне відтворення кольору», якщо на репродукції виявляється близька відповідність кольорам

оригіналу. Якщо колірне охоплення оригіналу відрізняється від колірного охоплення, що відтворюється в друкованому процесі, необхідно провести відповідну корекцію.

Градаційна коректура, тобто виправлення тональної передачі оригіналу, необхідна для:

1) стиснення діапазону оптичних густин оригіналу до діапазону, що відтворюється в друкованому процесі;

2) компенсації збільшення площі растрової точки, що виникає на стадії друкарського процесу, шляхом вивіреного зменшення растрових точок на додрукарській стадії;

3) компенсації коливань розмірів растрових точок, що виникають на стадії копіювального процесу;

4) моделювання збільшення площі растрової точки, притаманного друкованого процесу, на стадії виготовлення пробних зображень.

Корекція кольору необхідна для:

1) компенсації нерівномірності спектрального розподілу випромінювання джерела, що використовується при отриманні кольороподілених зображень;

2) врахування нерівномірності спектральної світлочутливості фототехнічної плівки;

3) компенсації ефекту неприйнятно низького відображення окремих друкарських фарб, що беруть участь в формуванні кольорового зображення;

4) компенсації неідеальних спектральних характеристик кольороподілених світлофільтрів;

5) обліку неповної прозорості друкарських фарб;

6) обліку особливостей фарбосприйняття для обраної послідовності накладання кольорових фарб на відбитку;

7) моделювання оптичних властивостей запечатуваного матеріалу при виготовленні кольоропроби.

3.5. Етапи підготовки образотворчої інформації

Підготовка образотворчої інформації укрупнено включає кілька груп операцій: введення образотворчої інформації на комп'ютер,

перетворення зображень з метою його поліграфічного відтворення та виготовлення фотоформ.

Введення образотворчого оригіналу здійснюють або за допомогою цифрової камери, або за допомогою сканера. Інформація надходить дискретно відповідно до дозволу введення та кількості рівнів градацій. Роздільна здатність введення визначається як число елементів (пікселів), що припадають на одиницю довжини (сантиметр або дюйм). При виборі роздільної здатності сканування необхідно враховувати, що дані повинні займати мінімальний обсяг пам'яті і при цьому відтворювати дрібні деталі. Дозвіл введення при даному способі растровання зазвичай обчислюється за такою формулою

$$ResScan = F \cdot M \cdot lin, \quad (3.1)$$

де *ResScan* - дозвіл сканування; *F* - коефіцієнт якості; *M* - коефіцієнт масштабування зображення; *lin* – лініатура растру.

Лініатура растру істотно впливає на якість зображення (рис.3.1).

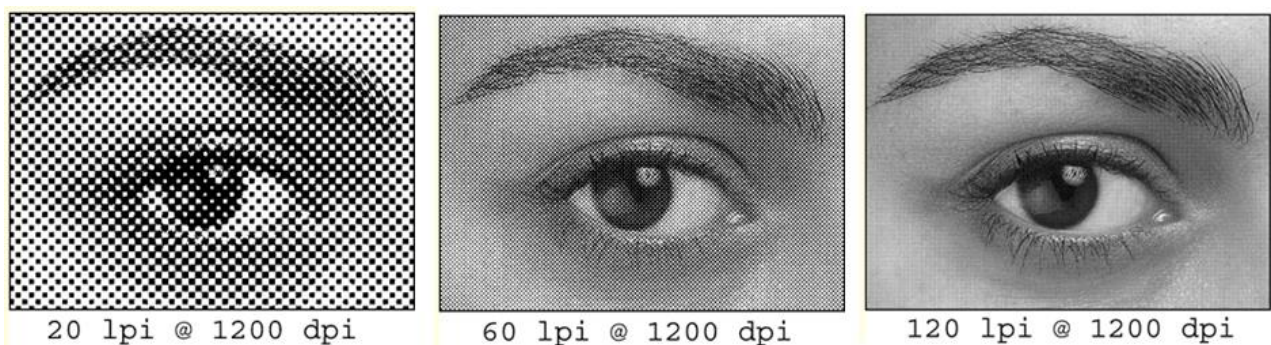


Рис. 3.1. Вплив лініатури на якість растрового зображення

Коефіцієнт *F* приймають найчастіше рівним 2, тому що кожному растровому осередку на виводі відповідають чотири точки відліку, отримані при зчитуванні. Дані по градації, реєстровані чотирма точками відліку, у процесі зчитування усереднюються, а результат зберігається у пам'яті. Якщо вимоги, що пред'являються до передачі дрібних деталей не дуже високі, коефіцієнт може бути прийнятий менше 2, наприклад, 1,5.

Перетворення образотворчої інформації включає такі операції:

- 1) масштабування зображення;
- 2) корекцію зображення, наприклад, видалення небажаних деталей, згладжування контурів, додавання або усунення елементів зображення тощо;

- 3) кольороподіл;
- 4) корекцію кольору;
- 5) градаційне коригування;
- 6) растрування.

3.6. Способи растрування

Відтворення друку тонових градацій напівтонових оригіналів способами високої і плоскої офсетного друку неможливо, т. к. товщина барвистого шару на всіх ділянках відбитка виходить при друкуванні практично однакової. Тому на відбитках високого та плоского офсетного друку градацію створюють штучно раструванням (від лат. *rastrum* — грати), тобто перетворенням напівтонових зображень на мікроштрихові з допомогою растру або електронних пристроїв.

В даний час використовується електронне растрування, тому що в лазерних принтерах, фотонабірних автоматах і формовивідних пристроях зображення створюється лазерним променем. В результаті ці пристрої створюють мікрокрапки фіксованого розміру. Здатність відтворювати певну кількість мікрокрапок на одиниці довжини називається роздільною здатністю пристрою, яке вимірюється в *dpi* (*dots per inch*). Максимальне число градацій кольору n , які дозволяє відтворити конкретний пристрій, можна визначити за формулою

$$n = \left(\frac{Res}{lin}\right)^2 + 1 \quad (3.2)$$

де *Res* — роздільна здатність друкуючого пристрою.

Зображення на відбитку у такому разі буде являти собою решітку, що складається з растрових осередків. Один растровий осередок відтворює одну градацію певного кольору фарби в залежності від кількості мікрокрапок, що становлять цей растровий осередок. Чим більша частина растрового осередку заповнена, тим більше темний відтінок вона передає. Відсоток заповнення растрового осередку називається відносною площею растрової точки.

Заповнення растрового осередку може здійснюватися декількома способами, найпоширеніші з них:

- 1) амплітудно-модульоване растрування: у цьому випадку мікрокрапки групуються в компактні елементи, центри яких розташовані

на регулярній решітці, тобто з рівновіддаленими центрами (рис. 3.2). Формування растрових точок здійснюється від центру бітової картки. Такий растр називають регулярним;

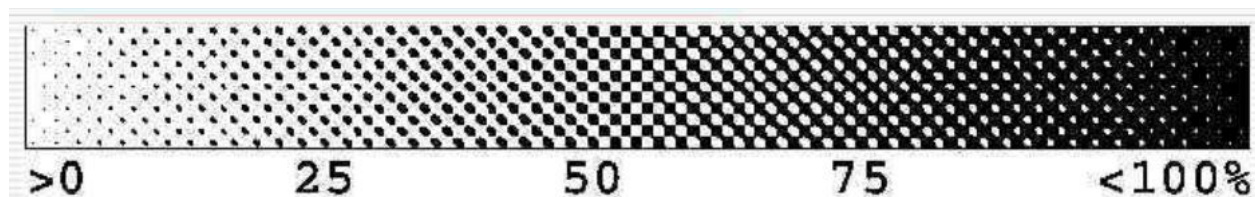


Рис. 3.2. Відтворення напівтонів при амплітудно-модульованому раструванні

2) при частотно-модульованому або стохастичному раструванні окремі мікрокрапки мають однаковий діаметр і розподіляються в растровому осередку випадковим чином (рис. 3.3).

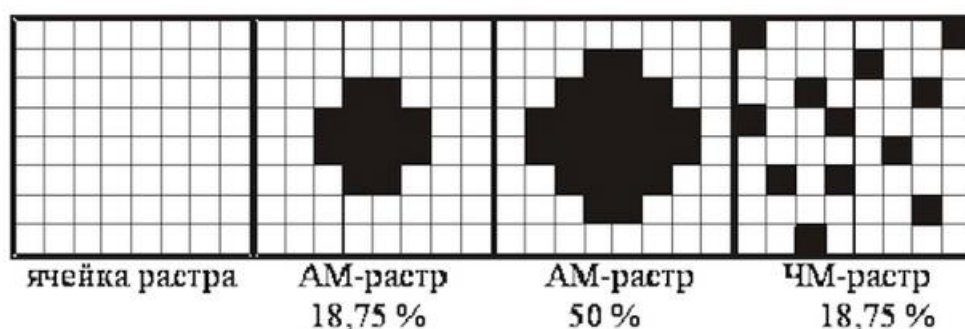


Рис. 3.3. Відтворення напівтонів при частотно-модульованому (ЧМ) раструванні

При використанні регулярного растру на однофарбових зображеннях растрова структура найменше виявляється оком, якщо вона повернена на 45° щодо горизонталі. При виготовленні багатобарвного друкованого відбитка при накладення двох періодичних структур під малим кутом одна до одної виникає помилковий візерунок, званий муаром (рис. 3.4).

Тому растрові структури кожної фарби повертають певний кут (рис. 3.5).

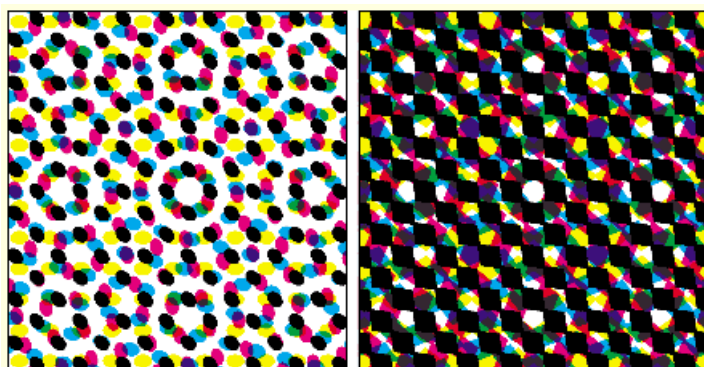


Рис. 3.4. Растрова розетка при 20% та 50% растрової щільності

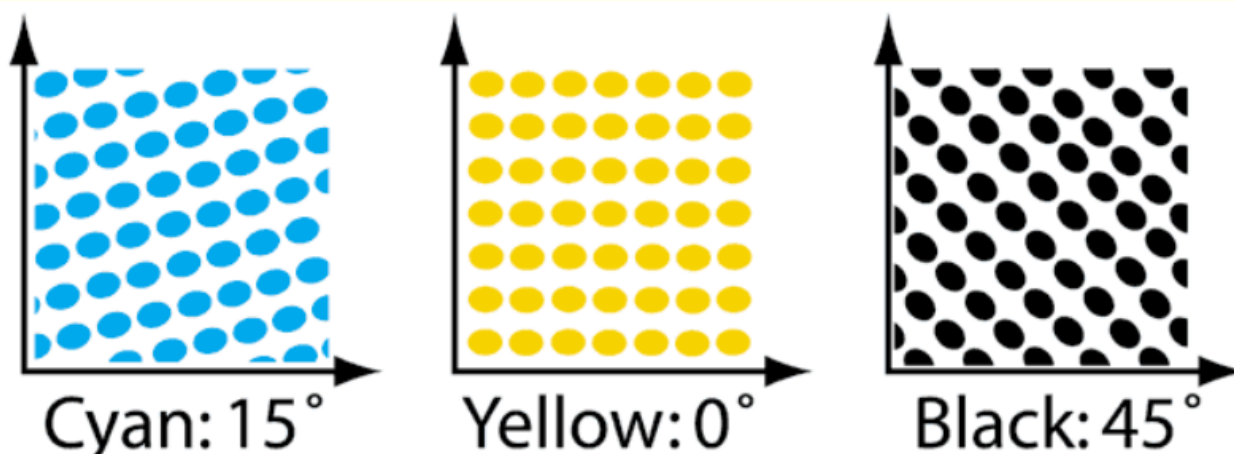


Рис. 3.5. Різні кути повороту растрових структур

Стандарт *DIN16547* встановлює стандартні кути повороту растрових структур 0, 15, 75 та 135°. З-за симетрії кут 135° відповідає куту 45°. Стандартом рекомендується раструвати під кутом 135° фарбу, що найбільш кидається в очі. Найчастіше це чорна фарба. Для жовтої фарби стандартним є кут 0°. Дві інші фарби можна наносити з кутами повороту 15 або 75° (наприклад, для блакитної - 15°, для пурпурової - 75°). Незважаючи на оптимальні кути повороту, що зменшують інтерференційні ефекти (муар), на кольорових ділянках рівномірного тону всі ж виникають растрові розетки.

Практичні завдання

Завдання 1. Визначення лініатури зображення

Завантажити зображення до графічного редактора Fotoshop.

Для визначення параметрів зображення необхідно відкрити діалогове вікно «Розмір зображення» (Зображення > Розмір зображення) (рис. 3.6).

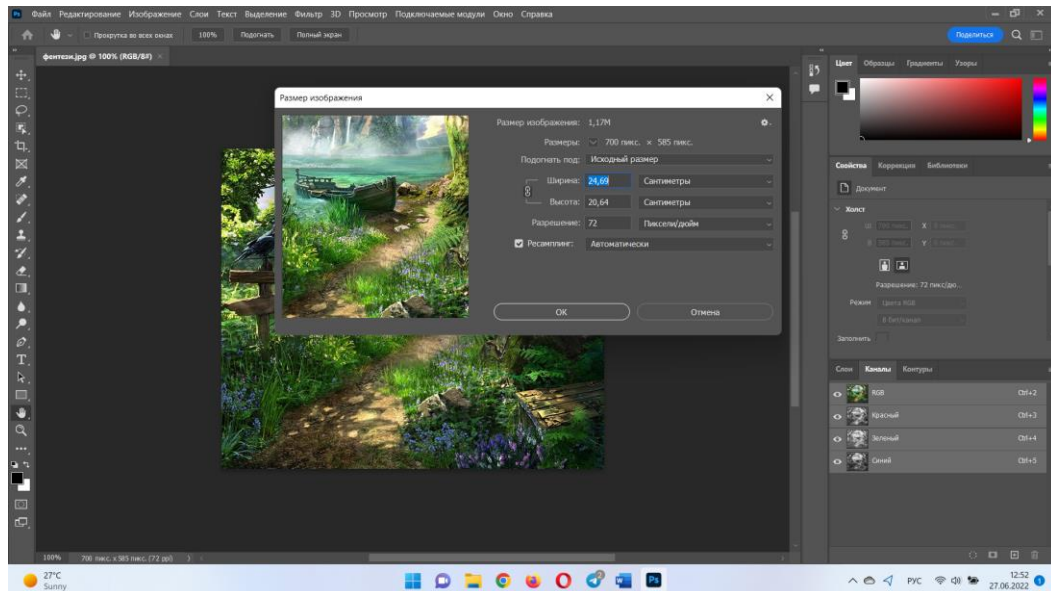


Рис. 3.6. Визначення параметрів зображення

Заповнити таблицю

	Ширина, см	Висота, см	Ірі, пікселі/дюйм
Вихідне зображення	24,69	20,64	72
Збільшення розміру вдвічі			
Збільшення лініатури вдвічі			

Зробити висновок, як змінюється розмір зображення за зміни лініатури.

Завдання 2. Зробити кольороподіл заданого зображення за допомогою графічного редактора Fotoshop.

Кольороподіл - це перетворення (конвертація) зображення, що у колірному просторі RGB, LAB в колірний простір конкретного пристрою виведення - переважно це простір CMYK.

Вихідне зображення, отримане по мережі Інтернет, знаходиться в колірному просторі RGB. Відтінок кольору в RGB створюється змішуванням червоного (Red), зеленого (Green) і синього (Blue) каналів з різною інтенсивністю випромінювання. Змішування кольору відбувається за адитивним принципом. Оскільки з колірним простором RGB працюють усі екрани, то застосовується воно практично скрізь – від розробки макетів

для друку (колір кольорів перекладається у CMYK у самому фіналі) до розробки сайтів та інтерфейсів.

Параметри кольороподілу за промовчанням у Photoshop виставляються у діалоговому вікні Color Settings (рис. 3.7).

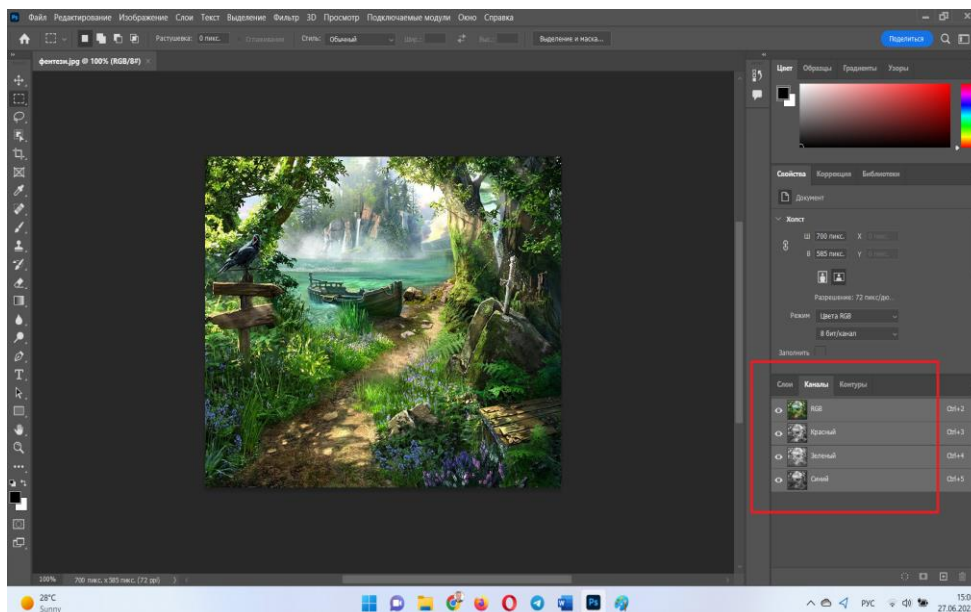
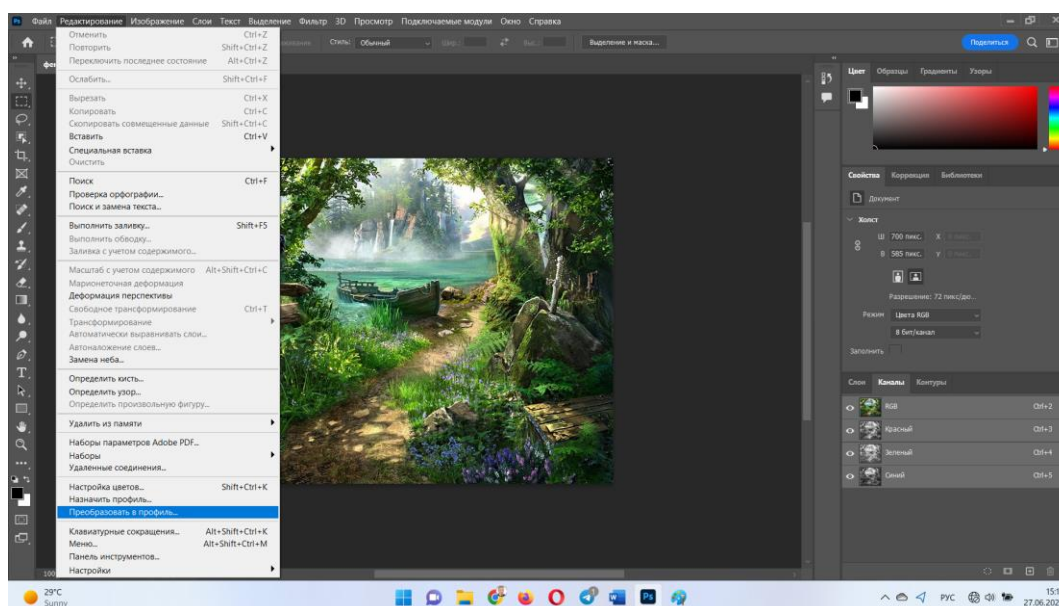
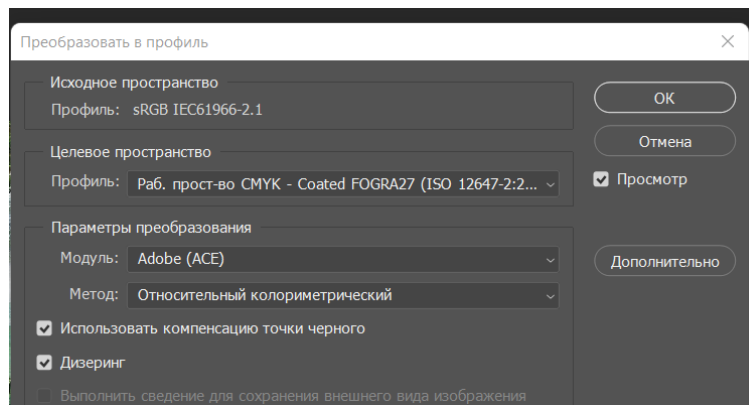


Рис. 3.7. Вихідне зображення у просторі RGB

Змінити колірний простір можна за допомогою команди Редагування > Перетворити на профіль.



У базовому вікні діалогу «Перетворити на профіль» виставляємо параметр «Робочий простір CMYK»



Тут можна змінити профіль CMYK та спосіб перетворення. Але користуватись цією можливістю варто тільки якщо точно знаєш, що й навіщо робиш. Перевірте, чи не покращує зображення зміна перемикачів «Використовувати компенсацію точки чорного» та «Дизеринг».

Зробіть скан екрана та опишіть які канали присутні у колірній моделі CMYK. У звіті подайте скани всіх каналів. Приклад одного каналу подано на рис. 3.8.

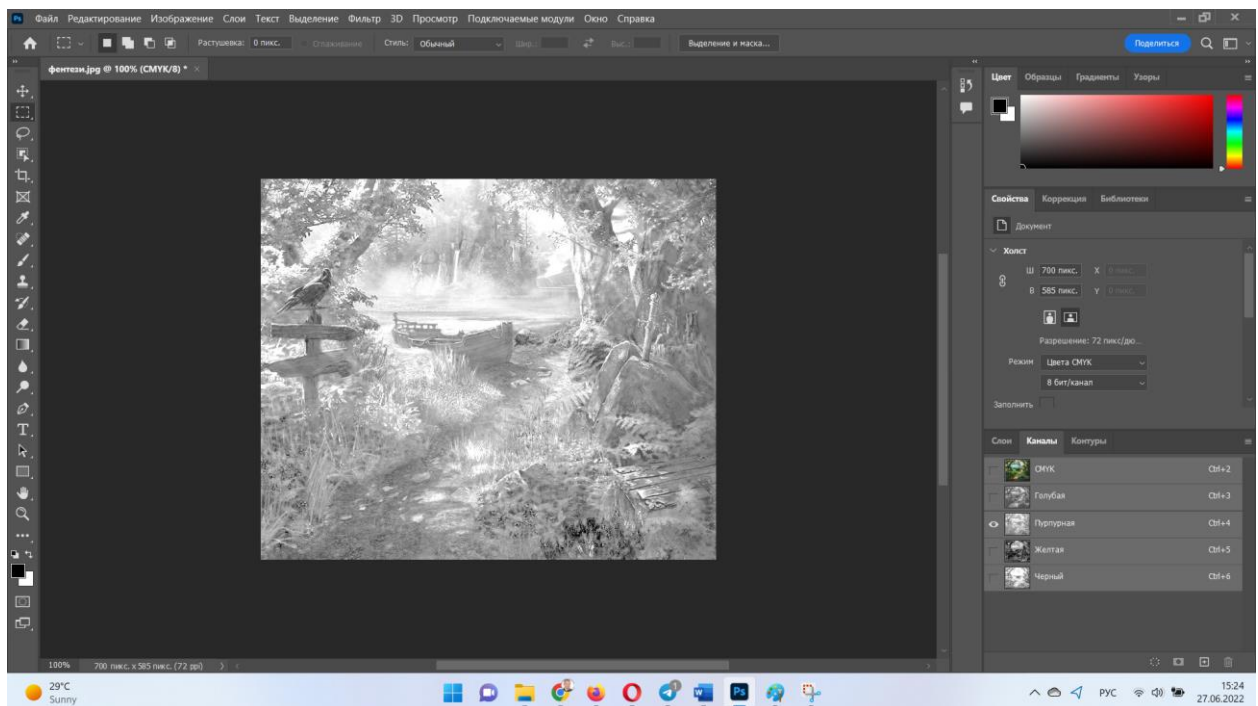


Рис. 3.8 Включено канал «Пурпурна»

Розгляньте схеми субтрактивного синтезу при накладенні однієї, двох та трьох фарб. Зробіть висновки.

Контрольні питання

- 1.Що таке напівтоновий оригінал? Назвіть параметри зображення та наведіть їхню характеристику. Чим штриховий оригінал відрізняється від напівтонового?
- 2.Від чого залежать градації зображення?
- 3.Для чого використовується растрування? Розкажіть про основні способи растрування.
4. Що таке лініатура растру? Як вона пов'язана з роздільною здатністю вивідного пристрою? Що впливає лініатура?
5. Що таке муар? Як можна зменшити його вплив?
- 6.Як здійснюється перетворення даних сканування або цифрового файлу на растрову точку при виведенні?
7. Що необхідно знати, щоб визначити розмір мікроосередка в растровому осередку? Як пов'язаний розмір растрового осередку з кількістю рівнів градацій?