

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації
(повна назва)

Кафедра медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)
(позначення документа)

Методи створення графічного контенту в аспекті
сприйняття кольору глядачем
(тема)

Виконав:
студент 2 курсу, групи СТМм-21-1
Анастасія ШАРА
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 171 Електроніка
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)
Освітня програма Системи, технології і
комп'ютерні засоби мультимедіа
(повна назва освітньої програми)

Керівник проф. Сергій ШЕЙКО
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри _____
(підпис) Володимир КАРТАШОВ
(прізвище, ініціали)

2022 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації

Кафедра Медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 171 Електроніка

(код і повна назва)

Тип програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма "Системи, технології і комп'ютерні засоби мультимедіа"

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____

(підпис)

« ____ » _____ 20 ____ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Студентові Шарі Анастасії Сергіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Методи створення графічного контенту в аспекті сприйняття кольору глядачем

затверджена наказом по університету від " 21 " _____ 11 _____ 2021 р. № 1503 СТ

2. Термін подання студентом роботи 08.12.2021 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

Розглянути особливості графіки різних видів (растрової, векторної, фрактальної). Виконати аналіз колірних просторів. Провести аналіз програмних продуктів для створення графіки та обробки кольору. Обґрунтувати вибір виду графіки, колірного простору та програмного продукту для вирішення поставленої задачі. Скласти структурну схему програмно-апаратного комплексу. Виконати практичне створення графічного контенту в аспекті сприйняття кольору людиною. Зібрати та проаналізувати дані експертної оцінки

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

ВСТУП

1. Аналіз методів і засобів створення графічного контенту

2. Програмно-апаратний комплекс для створення графічного контенту

3. Теорія кольору та його спсихологічне сприйняття

4. Процес створення і дослідження кольору у візуальній новелі

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТКИ

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням обов'язкових креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій:

1 — Вступ

2 — Мета та задачі

3 — Простори кольору та програмне забезпечення

4 — Класифікація палітр кольору

5 — Колір як інструмент розповіді

6 — Процес створення візуальної новели

7 — Дані об експертах

8 — Аналіз емоційного та перцептивного впливу кольору

9 — Рекомендації експертів

10 — Характеристика персонажів за кольором

11 — Висновки

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № | Назва етапів роботи | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|----|--|--------------------------------|----------|
| 1. | Аналіз методів і засобів створення графічного контенту. Види графіки | 21.11.22–28.11.22 | |
| 2. | Програмно-апаратний комплекс для створення графічного контенту | 21.11.22–28.11.22 | |
| 3. | Теорія кольору та його психологічне сприйняття | 23.11.22–02.12.22 | |
| 4. | Процес створення і дослідження кольору у візуальній новелі | 01.12.21–05.12.22 | |
| 5. | Графічна частина роботи | 07.12.21–08.12.22 | |
| 6. | Перевірка керівником | 07.12.22–08.12.22 | |
| 7. | Перевірка на академічний плагіат | 08.12.22–09.12.22 | |
| 8. | Перевірка завідувачем кафедри, рецензування | 09.12.22–10.12.22 | |

Дата видачі завдання 21.11.2021 р.

Студент  Анастасія ШАРА

(підпис)

Керівник роботи проф. Сергій ШЕЙКО
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи: сторінок 69, рисунків 52, джерел 30, додатка 4.

ФІЛЬТР, КОРЕКЦІЯ, СПРИЙНЯТТЯ КОЛЬОРУ, ПАЛІТРА КОЛЬОРУ, ЯРКІСТЬ, КОНТРАСТНІСТЬ, КОМПОЗИЦІЯ, АПАРАТНО-ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВІЗУАЛЬНА НОВЕЛЛА, БАК-КОД

Об'єкт роботи – програмно-апаратний комплекс для створення графічних зображень, обробки і налаштувань кольору.

Мета роботи – спроектувати програмно-апаратний комплекс для створення графічних зображень, отримати теоретичну і експериментальну інформацію щодо формування та обробки кольору зображення і сприйняття результату глядачем.

Методи роботи – теоретичний аналіз, математичні перетворення, практичне створення графіки, метод експертних оцінок, аналіз отриманих даних анкетування.

В кваліфікаційній роботі виконано аналітичний огляд апаратно-програмної системи, проведені теоретичний аналіз середовищ кольору і кольорових схем, розроблено візуальну новелу, обробленні результати експертної оцінки сприйняття кольору та його перетворень.

ABSTRACT

Explanatory note to the qualification work: pages 69, figures 52, sources 30, appendices 4.

FILTER, CORRECTION, COLOR PERCEPTION, COLOR PALETTE, BRIGHTNESS, CONTRAST, COMPOSITION, HARDWARE, VISUAL NOVEL, BUCK-CODE

The object of the work is a software and hardware complex for creating graphic images, processing and color settings.

The purpose of the work is to design a software and hardware complex for creating graphic images, to obtain theoretical and experimental information on the formation and processing of image color and the viewer's perception of the result.

Work methods – theoretical analysis, mathematical transformations, practical creation of graphics, method of expert evaluations, analysis of received questionnaire data.

In the qualification work, an analytical review of the hardware and software system was performed, a theoretical analysis of color environments and color schemes was carried out, a visual novel was developed, and the results of an expert assessment of color perception and its transformations were processed.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

СМУК — модель кольору. Значення світлини відокремлено від значення хроматичної складової кольору (тон, насиченість). Cyan, Magenta, Yellow, Black;

D – дисперсія;

HSB — модель кольору. Будь-який колір в цій моделі характеризується тоном (Hue), насиченістю (Saturation) і яскравістю (Brightness).

n — адитивна складова шуму;

RGB — адитивна колірна модель. Red, Green, Blue;

u, v — спектральні частоти;

X, Y — просторові координати;

Драйвер – програмне забезпечення, що надає можливість взаємодії двох з'єднаних приладів;

Лайнарт – зображення контуру силуетів у ілюстрації за допомогою лінії;

МІРЕС – медіаінженерія та інформаційні радіоелектронні системи;

НДР – науково-дослідна робота;

ЗМІСТ

| | |
|---|--|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ..... | 6 |
| ВСТУП | 9 |
| 1 АНАЛІЗ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ СТВОРЕННЯ ГРАФІЧНОГО КОНТЕНТУ | 11 |
| 1.1 Види графіки..... | 11 |
| 1.1.1 Растрова графіка..... | 11 |
| 1.1.2 Векторная графіка | 11 |
| 1.1.3 Фрактальна графіка..... | 13 |
| 1.2 Аналіз колірних просторів | 13 |
| 1.3 Порівняння програмних продуктів для створення графічного контенту . | 17 |
| 1.3.1 Основні редактори растрової графіки..... | 17 |
| 1.3.2 Основні редактори векторної графіки | 18 |
| 1.3.3 Основні редактори кольору..... | 19 |
| 1.4 Висновки по розділу 1 | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2 ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ СТВОРЕННЯ ГРАФІЧНОГО КОНТЕНТУ | 23 |
| 2.1 Схема програмно-апаратного комплексу | 23 |
| 2.2 Фільтри налаштування яскравості, контрасту і тону | 24 |
| 2.3 Просторова фільтрація та статистична корекція кольору | 27 |
| 2.3.1 Різновиди фільтрів просторової фільтрації зображення..... | 27 |
| 3 ТЕОРІЯ КОЛЬОРУ ТА ЙОГО ПСИХОЛОГІЧНЕ СПРИЙНЯТТЯ..... | 33 |
| 3.1 Класифікація | 33 |
| 3.2 Використання у кольору у розповіді..... | 36 |
| 3.3 Використання кольору для створення персонажу..... | 39 |

| | |
|---|-----|
| 4 ПРОЦЕС СТВОРЕННЯ І ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛЬОРУ У ВІЗУАЛЬНІЙ НОВЕЛІ | 44 |
| 4.1 Створення візуальної новели | 44 |
| 4.1.1 Розробка основи візуальної новели..... | 44 |
| 4.1.2 Вибір та застосування кольорової палітри | 46 |
| 4.2 Збір даних через анкетування та їх аналіз | 48 |
| 4.2.1 Перша частина опитування. | 50 |
| 4.2.2 Друга частина опитування. | 56 |
| ВИСНОВКИ..... | 64 |
| ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ..... | 66 |
| ДОДАТКИ..... | 70 |
| ДОДАТОК А..... | 71 |
| ВІЗУАЛЬНІ НОВЕЛИ | 71 |
| ДОДАТОК Б | 98 |
| ТАБЛИЦІ ДАНИХ | 98 |
| ДОДАТОК В..... | 99 |
| ГРАФІЧНА ЧАСТИНА | 99 |
| Додаток Г | 110 |

ВСТУП

У зв'язку з розвитком технологій з'явилися нові більш якісні методи передачі цифрового кольору. На відміну від 8-бітного відображення, сучасні екрани здібні максимально реалістично передати гамму і яркість. Зазвичай програма розвитку гармонійного кольоросприйняття у студентів близьких до творчих спеціальностей дуже слабка або відсутня. Їх вчать, що для розповіді зображенням деякої історії, формування ідеї перш за все використовується композиція і форми, далі контраст і у останню чергу колір. Все це безумовно є важливими частинами для сприйняття зображення людиною. Але маючи сучасні методи передачі цифрового кольору і розуміння філософії і впливу кольору на свідомість глядача, в нас з'являється більше інструментів для передачі ідеї історії через зображення.

Колір невід'ємно пов'язаний з яркістю і контрастом. В залежності від цього відношення і сусідства з іншими кольорами у глядача виникають асоціації, почуття, емоції, думки. Колір допомагає коригувати настрій глядача і направляти цього увагу до потрібної точки зацікавленості.

Об'єкт роботи – програмно-апаратний комплекс для створення графічних зображень із варіаціями кольору.

Мета роботи – спроектувати програмно-апаратний комплекс для створення графічних зображень, отримати теоретичну і експериментальну інформацію щодо формування та обробки кольору зображення і сприйняття результату глядачем.

Методи роботи – теоретичний аналіз, математичні перетворення, практичне створення графіки, аналіз отриманих даних експертних оцінок.

В кваліфікаційній роботі виконано аналітичний огляд апаратно-програмної системи, проведені теоретичний аналіз середовищ кольору і кольорових схем, розроблена візуальна новела, отримані та проаналізовані дані експертних оцінок суб'єктивного сприйняття кольору.

В результаті виконання отримано візуальну новелу з трьома варіаціями палітри кольору та результати аналізу даних сприйняття кольору, відповідно до технічного завдання.

1 АНАЛІЗ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ СТВОРЕННЯ ГРАФІЧНОГО КОНТЕНТУ

1.1 Види графіки

Розрізняють три види графіки - це растрова графіка, векторна графіка і фрактальна графіка. Вони відрізняються принципами формування зображення при відображенні на екрані монітора або при друці на папері.

1.1.1 Растрова графіка

Растрова графіка являє зображення в вигляді масиву чисел. Кожна точка растра характеризується двома параметрами: своїм становищем на екрані і своїм кольором, якщо монітор кольоровий, або ступенем яскравості, якщо монітор чорно-білий.

Якість цифрового зображення визначається багатьма параметрами. Одним з ключових є поняття розширення. За одиницю довжини був прийнятий дюйм (inch), рівний 25,4 мм. Як було розглянуто вище, дискретний елемент це піксель. Таким чином, розширення можна визначити як кількість пікселів в дюймі, зазвичай воно позначається як ppi, що є скороченням від словосполучення pixels per inch (пікселів в кожному дюймі).

1.1.2 Векторная графіка

У векторній графіки основним елементом зображення є лінія, яка може бути як прямою так і кривою. У векторній графіці об'єм пам'яті, що займається лінією, не залежить від розмірів лінії, оскільки лінія представляється у вигляді формули з кількома параметрами. Що б ми не робили з цією лінією, змінюються тільки її параметри, що зберігаються в осередках пам'яті.

При редагуванні елементів векторної графіки змінюються параметри прямих і вигнутих ліній, що описують форму цих елементів. Можна переносити елементи, міняти їх розмір, форму і колір, але це не відіб'ється на якості їх візуального представлення. Векторна графіка не залежить від дозволу, тобто може бути показана в різноманітних вихідних пристроях з різним дозволом без втрати якості (рис. 1.1).

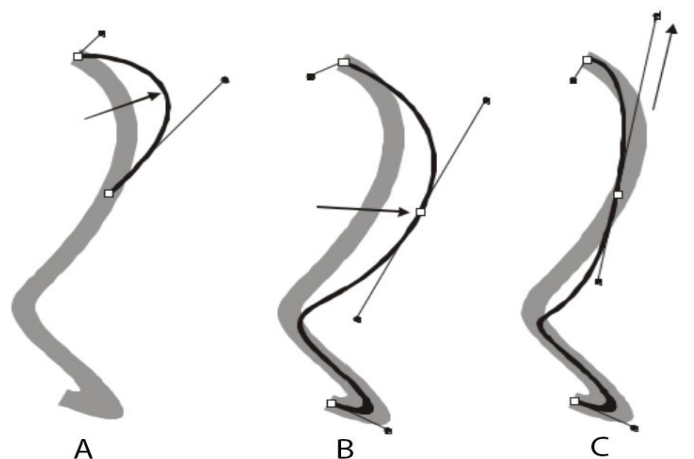


Рисунок 1.1 — Методи зміни форми сегментів векторної графіки. А) переміщення сегменту; В) переміщення опорної точки; С) переміщення точки управління [1]

Основними перевагами векторної графіки є:

- зміна масштабу без втрати якості і практично без збільшення розмірів вихідного файлу;
- велика точність (до сотої частки мікрона);
- невеликий розмір файлу в порівнянні з растровими зображеннями;
- висока якість друку;
- відсутність проблем з експортом векторного зображення в растрове;
- можливість редагування кожного елемента зображення окремо.

Основні недоліки:

- важкість експорту з растрового в векторний формат;
- неможливість застосування великої бібліотеки ефектів, використовуваних при роботі з растровими зображеннями.

1.1.3 Фрактальна графіка

Фрактальна графіка є на сьогоднішній день одним з найбільш швидко розвиваються перспективних видів комп'ютерної графіки. Математичною основою фрактальної графіки є фрактальна геометрія. Тут в основу методу побудови зображень покладено принцип спадкування від, так званих, «батьків» геометричних властивостей об'єктів-спадкоємців. Змінюючи і комбінуючи забарвлення фрактальних фігур можна моделювати образи живої та неживої природи (наприклад, гілки дерева або сніжинки), а також, складати з отриманих фігур «фрактальную композицію». Фрактальна графіка, також як векторна і тривимірна, є обчислюється. Її головна відмінність в тому, що зображення будується за рівнянням або системі рівнянь. Тому в пам'яті комп'ютера для виконання всіх обчислень, нічого крім формули зберігати не потрібно.

Тільки змінивши коефіцієнти рівняння, можна отримати зовсім інше зображення. Ця ідея знайшла використання в комп'ютерній графіці завдяки компактності математичного апарату, необхідного для її реалізації. Так, за допомогою декількох математичних коефіцієнтів можна задати лінії і поверхні дуже складної форми.

1.2 Аналіз колірних просторів

CMY(K), RGB, Lab, HSB – це модель кольору. Модель кольору – термін, що позначає абстрактну модель опису представлення кольорів у вигляді масивів чисел, зазвичай з трьох або чотирьох значень, котрих звать колірними компонентами або колірними координатами. Разом з методом інтерпретації цих даних безліч кольорів моделі визначає простір.

RGB – аббревіатура англійських слів Red, Green, Blue – червоний, зелений, синій. Адитивна (Add, англ. – додавати) колірна модель, служить для виведення зображення на екрани моніторів і інших електронних пристроїв. Складається з

синього, червоного і зеленого кольорів, які утворюють всі проміжні. Простір RGB досить широко, в нього входить 16,7 мільйонів кольорів і відтінків (рис.1.2).

Важливо враховувати, що всі кольори, які відображаються в цьому просторі на екрані включають в себе компоненту світла, в тому числі і чорний.

Схема кольору RGB показана на рис 1.2.

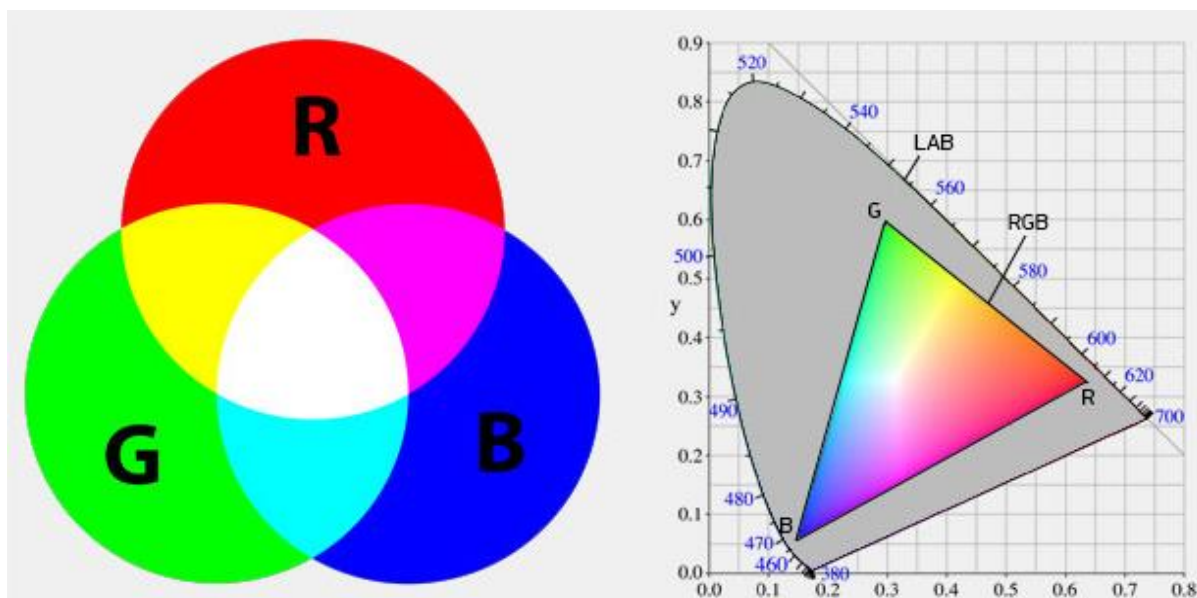


Рисунок 1.2 — Схема кольору RGB [1]

СМУК – Cyan, Magenta, Yellow, Key color – субтрактивна (subtract, англ. – віднімати) схема формування кольору, яка використовується в поліграфії для стандартної триадної друку. Має менший, в порівнянні з RGB, колірним охопленням.

Key Color (чорний) використовується в цій колірній моделі в якості заміни змішання в рівних пропорціях фарб тріади СМУ. Тільки в ідеальному варіанті при змішуванні фарб тріади виходить чистий чорний колір. На практиці ж він вийде, скоріше, брудно-коричневим – в результаті зовнішніх умов, умов поглинання фарби матеріалом і неідеальності барвників.

Схема кольору СМУК показана на рис 1.3.

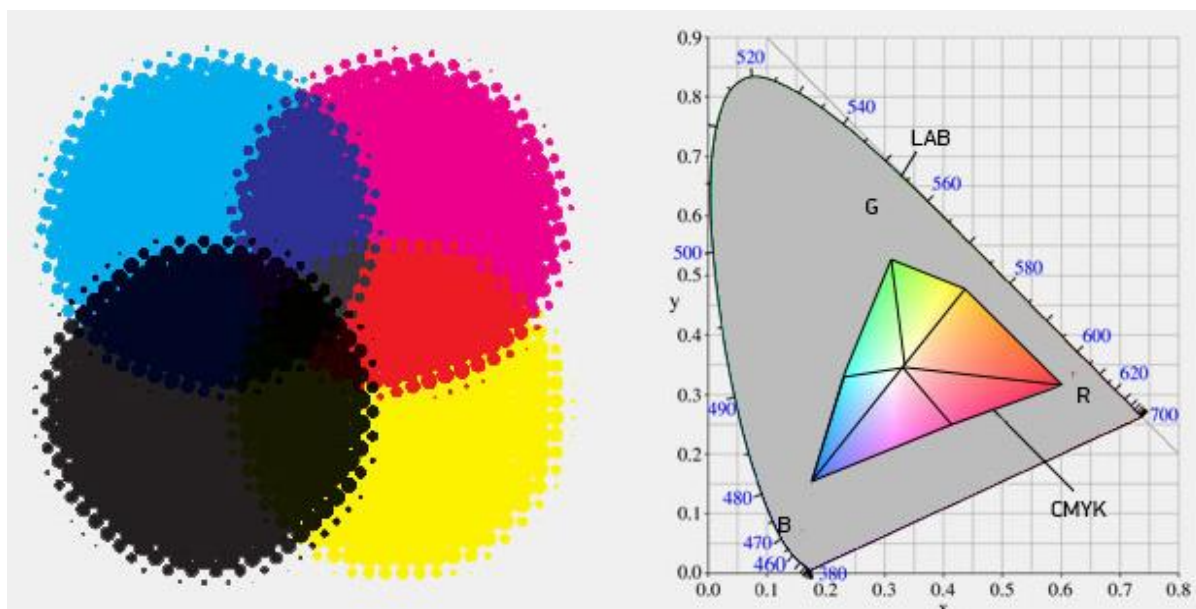


Рисунок 1.3 — Схема кольору СМУК [1]

У колірному просторі Lab значення світлинності відокремлено від значення хроматичної складової кольору (тон, насиченість). Світлота задана координатою L (змінюється від 0 до 100, тобто від самого темного до самого світлого), хроматична складова – двома декартовими координатами a і b. Перша позначає стан кольору в діапазоні від зеленого до пурпурного, друга – від синього до жовтого.

На відміну від колірних просторів RGB або СМУК, Lab однозначно визначає колір. Тому Lab знайшов широке застосування в програмному забезпеченні для обробки зображень в якості проміжного колірного простору, через яке відбувається конвертація даних між іншими колірними просторами (наприклад, з RGB сканера в СМУК друкованого процесу).

При цьому особливі властивості Lab зробили редагування в цьому просторі потужним інструментом корекції. Lab надає можливість виборчого впливу на окремі кольори в зображенні, з'являється можливість окремо впливати на яскравість, контраст зображення і на його колір.

Схема кольору Lab показана на рис 1.4.

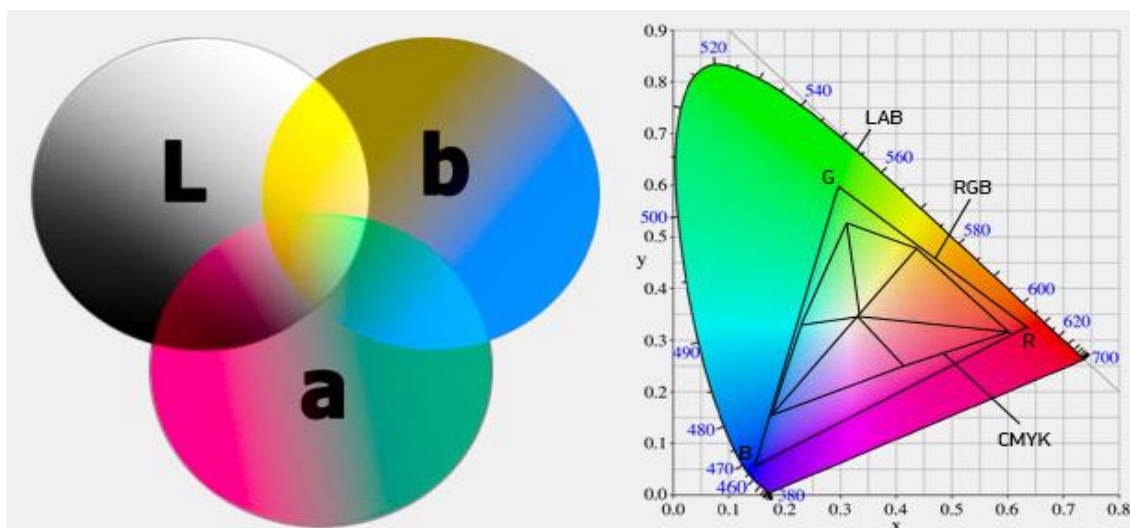


Рисунок 1.4 — Схема кольору Lab [1]

HSB – модель, яка є аналогом RGB, вона заснована на її кольорах, але відрізняється системою координат. Будь-який колір в цій моделі характеризується тоном (Hue), насиченістю (Saturation) і яскравістю (Brightness).

Тон – це власне колір. Насиченість – відсоток доданої до кольору білої фарби. Яскравість – відсоток доданої чорної фарби. Отже, HSB – трьохканальна колірна модель. Будь-який колір в HSB виходить додаванням до основного спектру чорної або білої, тобто фактично сірої фарби. Модель HSB не є суворю математичною моделлю (рис. 1.5).

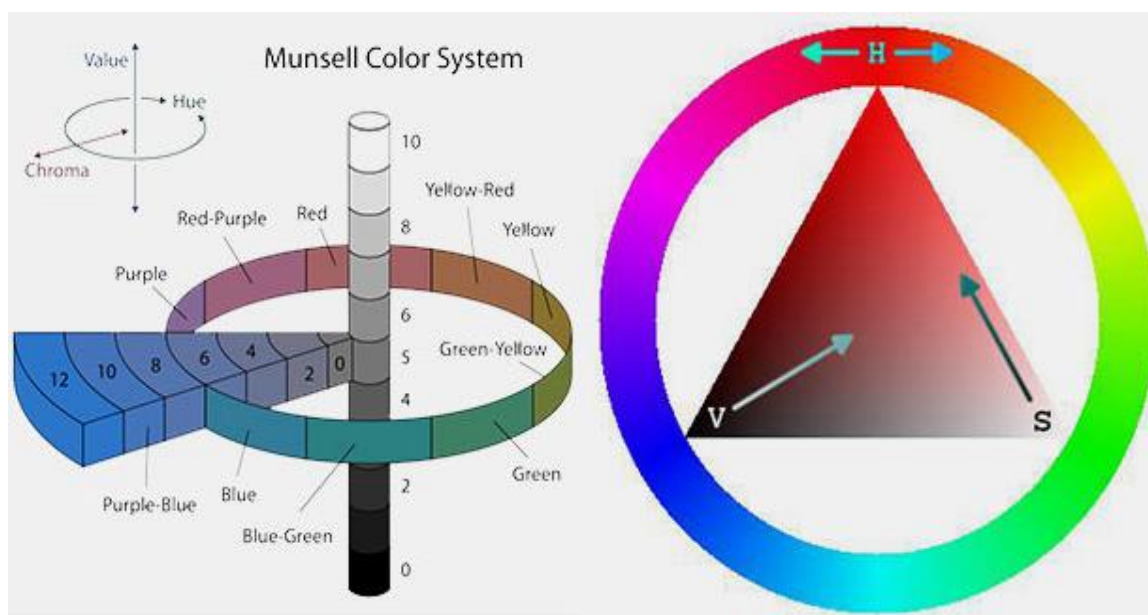


Рисунок 1.5 —Схема кольору HSB [1]

1.3 Порівняння програмних продуктів для створення графічного контенту

1.3.1 Основні редактори растрової графіки

1.3.1.1 Редактор Adobe Photoshop

Серед графічних редакторів є стандартом де-факто. Це потужний і гнучкий інструмент, що задовольняє вимогам майже будь-якого користувача від новачка, що знайомиться з комп'ютерної графікою, до досвідченого професіонала-дизайнера. Багаті можливості по обробці графічних файлів всіх популярних форматів, наявність зручного і інтуїтивно зрозумілого інтерфейсу, принцип відкритої архітектури, що дозволяє іншим компаніям вільно розробляти додаткові модулі роблять Photoshop безумовним лідером. Для роботи з анімованої графікою користувачеві надається окрема програма ImageReady, включена в дистрибутив Photoshop.

1.3.1.2 Редактор GIMP

GIMP – професійний графічний редактор.

Розробники програми включили в неї все, починаючи з основних засобів малювання і редагування, без яких не обходиться ні один графічний редактор, і закінчуючи найсучаснішими засобами обробки зображень. GIMP включає всі ті інструменти, які є в програмі Photoshop, і «розуміє» формат файлів, який використовується в цій програмі, так що користувачі Photoshop можуть легко перейти на використання GIMP.

1.3.1.3 Редактор Paint

Цей редактор є одним з найпростіших графічних редакторів в середовищі

MS Windows. Програма включає засоби для побудови прямих і кривих ліній, еліпсів і кіл, прямокутників, квадратів і багатокутників (Як контурних, так і зафарбованих). Є інструменти для виділення фрагмента малюнка, заливки замкнутої області кольором, а також інструменти, що імітують малювання пензлем і пульверизатором. є можливість створення написи і завдання товщини лінії. Доступні і деякі операції перетворення малюнка, а саме: дзеркальне відображення відносно горизонтальної і вертикальної осей, інвертування і заміна кольорів, стиснення, розтягнення і нахил. Однак в Paint зовсім відсутні різного роду ефекти і фільтри. Крім того, цей редактор підтримує лише кілька форматів файлів.

1.3.2 Основні редактори векторної графіки

1.3.2.1 Редактор XFig

Цей графічний редактор призначений для роботи в операційній системі Linux і вбудований в графічну оболонку KDE.

Стандартний набір геометричних фігур включає в себе: коло і еліпс з можливостями їх створення за двома різними початковими умовами радіусу або діаметра, замкнуті і незамкнуті лінії і ламані, правильні і неправильні багатокутники, дуги і різні прямокутники.

1.3.2.2 Редактор Adobe Illustrator

Illustrator колись був видатним досягненням в галузі і послужив моделлю, яка лягла в основу багатьох програм. Adobe Illustrator за своєю потужністю еквівалентний растровому редактору Adobe Photoshop: має аналогічний інтерфейс, дозволяє підключати різні фільтри і ефекти, розуміє багато графічних формати, в тому числі .cdr (Corel Draw) і .swf (Flash).

1.3.2.3 Редактор CorelDRAW

На сьогоднішній день, найбільш поширений редактор векторної графіки. Крім обробки векторної графіки, в цьому пакеті існує обробник растрової графіки (Corel PHOTO-PAINT), трасировник зображень (CorelTRACE), редактор шрифтів, підготовки текстур і створення штрих-кодів, а також величезні колекції із зображеннями (CorelGallery).

1.3.2.4 Редактор Macromedia FreeHand

Пакет забезпечує високу зручність роботи з пензлями, ефектами видавлювання і тривимірне обертання векторних об'єктів, може працювати в багатосторінковому режимі. Крім того, FreeHand повністю інтегрований з Flash і іншими продуктами MX-лінійки Macromedia.

1.3.3 Основні редактори кольору

1.3.3.1 DaVinci Resolve 16

Включає комплексний пакет для корекції кольору в будь-якому відео з підтримкою 8к. Поліпшена технологія шумоподавлення сприяє деталізації (рис. 1.6).

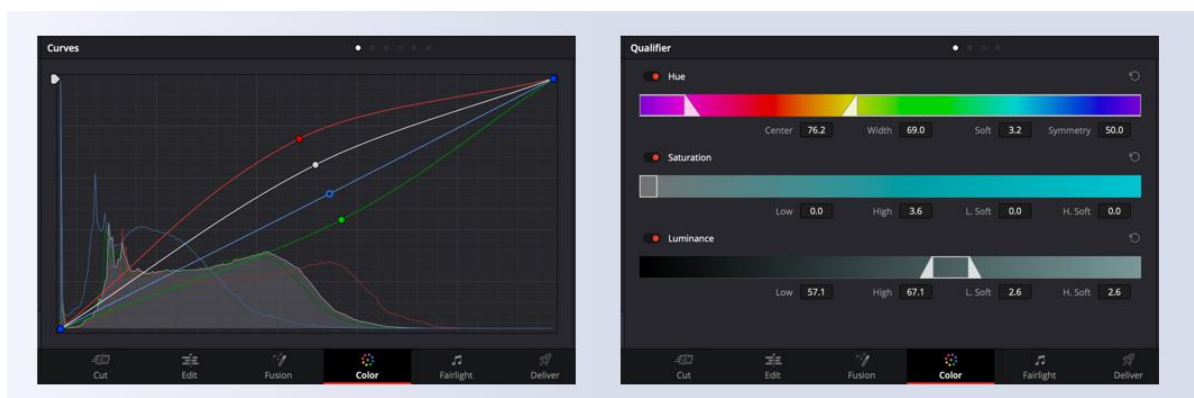


Рисунок 1.6 — Вікно редакції кольору DaVinci Resolve 16

1.3.3.2 Final Cut Pro X (FCPX)

Це надійне програмне забезпечення для корекції кольорів, яке дозволяє правильно розфарбовувати кліпи та відеоролики за допомогою комплексної Color Board (рис. 1.7). Різноманітні інструменти корекції кольорів включають колірні кола, ключові кадри, колірні криві і криві регулювання відтінку / насиченості, динамічні кольорові колеса.

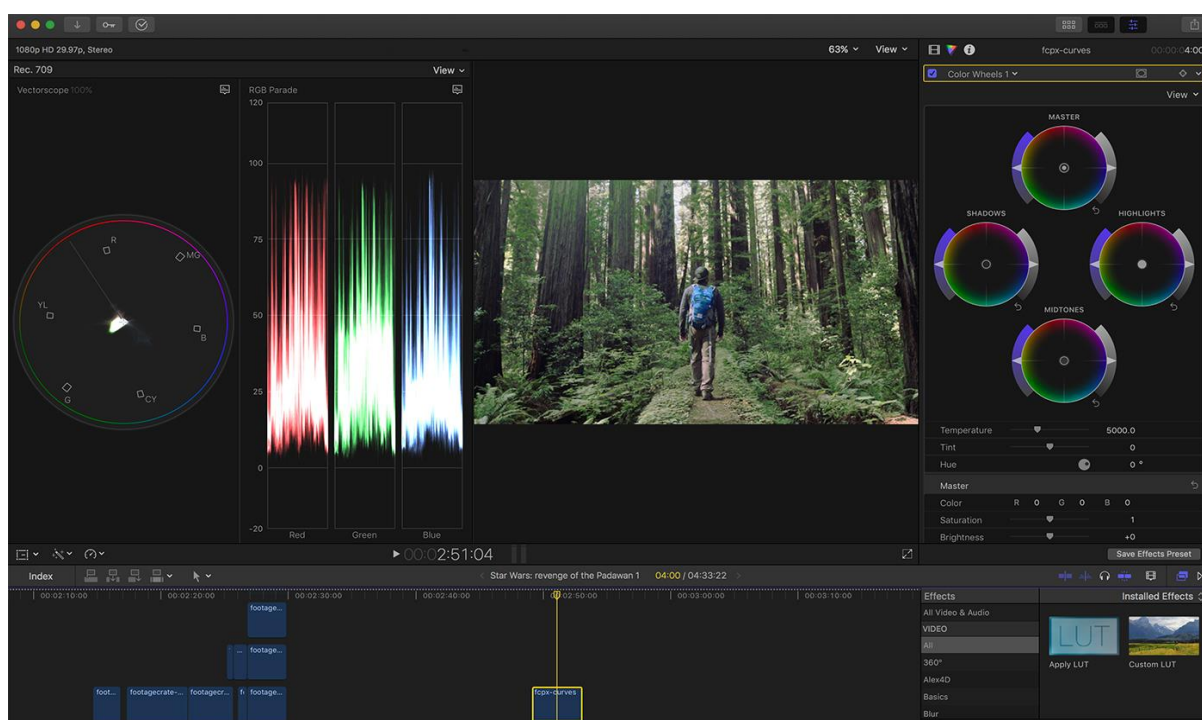


Рисунок 1.7— Вікно редакції кольору Final Cut Pro X (FCPX)

1.3.3.3 Adobe Premiere Pro

Це комплексна утиліта для редагування відео, яку можна використовувати для корекції кольору відео незалежно від формату та роздільної здатності відео. Можна автоматизувати маски відстеження та застосовувати фільтри до різних частин зображення (рис. 1.8).

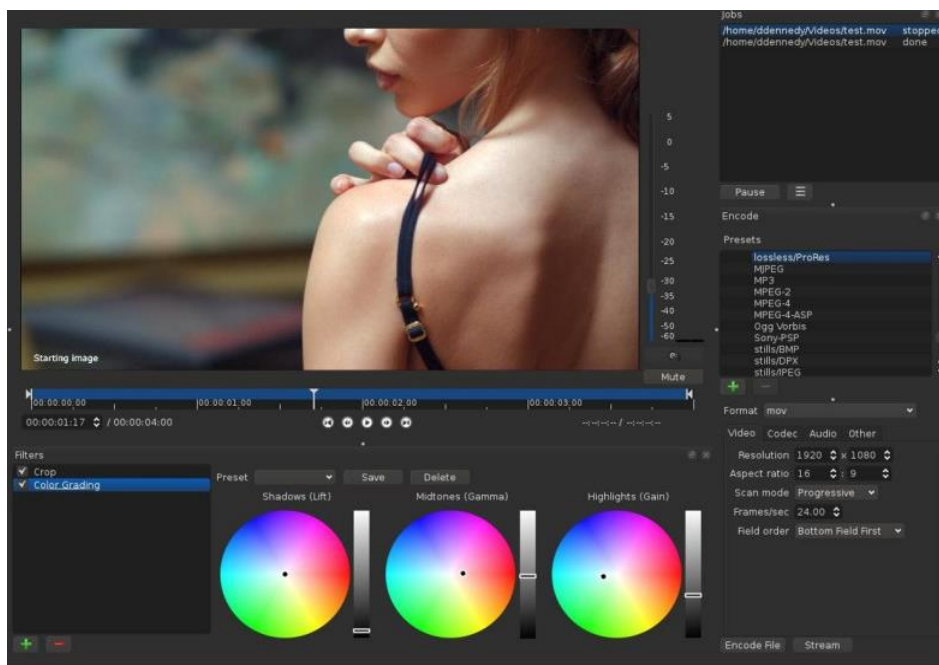


Рисунок 1.8 — Вікно редакції кольору Adobe Premiere Pro

1.3.3.4 Movavi Clips

Це, в першу чергу, програма для редагування відео. Додаток сумісний із пристроями iOS (iPad, iPhone, iPod touch) та смартфонами Android. Має доволі гнучкі налаштування кольору (рис. 1.9).

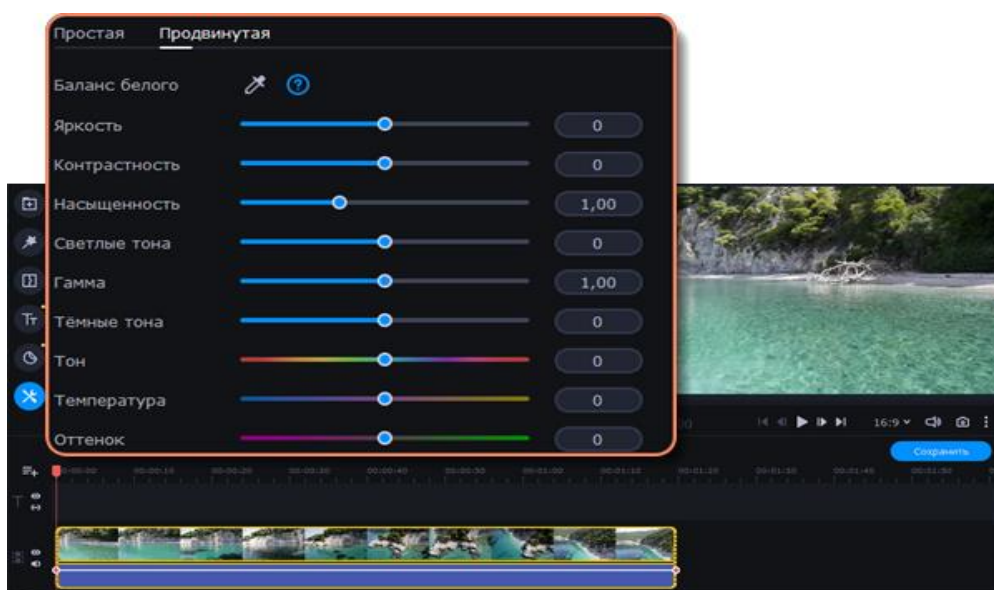


Рисунок 1.9 — Вікно редакції кольору Movavi Clips

Кваліфікаційна робота бакалавра виконана на кафедрі Медіаінженерії та

інформаційних радіоелектронних систем ХНУРЕ. На кафедрі МІРЕС проводяться дослідження в таких наукових областях, як технічний зір роботів, виявлення та розпізнавання БПЛА за результатами відео спостережень. Отже, дана кваліфікаційна робота бакалавра відповідає традиційним напрямкам навчальних та наукових робіт кафедри МІРЕС.

2 ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ СТВОРЕННЯ ГРАФІЧНОГО КОНТЕНТУ

2.1 Схема програмно-апаратного комплексу

Для створення графічної новели була використана програма Adobe Photoshop. Вона має широкий спектр фільтрів та інструментів для тонкого налаштування растрового зображення та роботи із кольором. Завдяки системі шарів до зображення можуть впливати одразу декілька фільтрів, колірних налаштувань і масок. Можна застосовувати фільтр до окремого каналу, застосовувати різні ефекти до різних колірних каналів або застосовувати той самий фільтр, але з різними налаштуваннями (рис. 2.1).

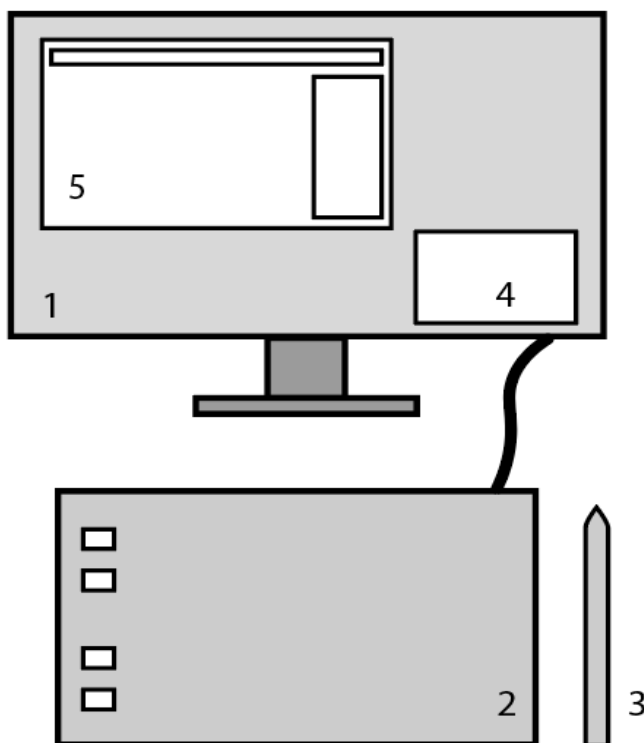


Рисунок 2.1 - Програмно-апаратний комплекс. 1) комп'ютер з монітором для відображення; 2) графічний планшет, 3) графічне перо, 4) драйвер для з'єднання і налаштування графічного планшета, 5) програма для створення ілюстрації.

Фільтри, які перетворюють зображення, можна поділити на декілька груп за призначенням та дією. Фільтри «Пластика», «Виправлення перспективи», «Корекція лінз об'єктива» відносяться до тих, що впливають на структуру силуетів у зображенні. Вони мають вплив на основну сітку зображення. До фільтрів розмиття належить широка вибірка: «Розмиття», «Усереднене розмиття», «Розмиття за рамкою», «Розмиття за Гаусом», «Розмиття у русі», «Розмиття при малій глибині різкості», «Розмиття по поверхні», «Радіальне розмиття», «Розмиття за фігурою». Усі роблять схожий ефект, але різними математическими формулами. «Додати шум», «Усунення плям», «Пил та подряпини», «Зменшити шум» - фільтри які впливають на шум у зображенні - маленькі пісочні крапки. Фільтри різкості на відмінність першій групі фільтрів усувають розмиття зображення :«Різкість», «Різкість на краях», «Різкість +», «Інтелектуальна різкість», «Контурна різкість».

2.2 Фільтри налаштування яскравості, контрасту і тону

Яскравість і контраст є суб'єктивними характеристиками зображення, які сприймаються людиною. Яскравість є характеристикою, що визначає те, наскільки сильно колір пікселів відрізняються від чорного кольору.

Контраст є характеристикою того, наскільки велику різницю має колір пікселів зображення. Чим більшу різницю мають значення кольорів пікселів, тим більший контраст має зображення.

За аналогією з термінами теорії ймовірностей можна відзначити, що яскравість є математичне очікування значень вибірки, а контраст – дисперсію значень вибірки. Яскравість і контраст можуть розглядатися не тільки для всього зображення, а й для окремих фрагментів. Таким чином, виникають поняття локальної яскравості і локального контрасту.

Корекція може здійснюватися за допомогою корекційних шарів. «Рівні» використовується для зміни тонального діапазону і колірної балансу зображення шляхом регулювання рівнів інтенсивності в тінях, напівтонів та

світлих ділянках зображення (рис. 2.2).

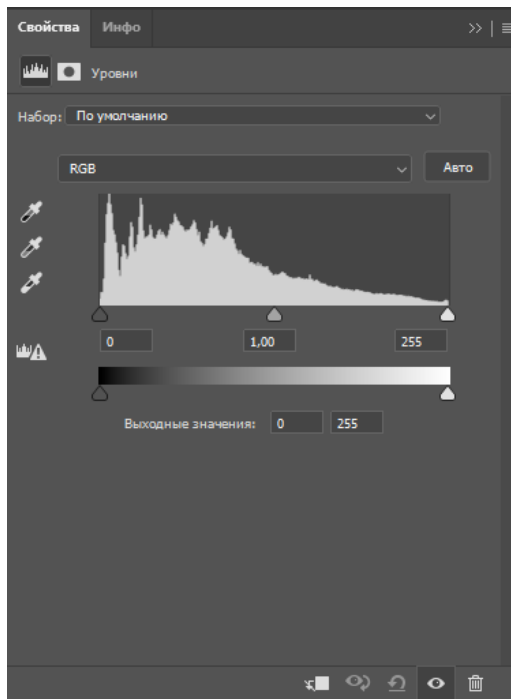


Рисунок 2.2 — Вікно корекції «Рівні»

Шар «Криві» дає можливість зробити налаштування в усьому тональному діапазоні зображення. Тон зображення представлений у вигляді прямої діагональної лінії на графіку.

При корекції зображення в режимі RGB в верхньому правому куті графіка представлені світла, а в нижньому лівому – тіні. Горизонтальна вісь графіка представляє початкові значення, а вертикальна вісь являє скориговані значення.

Дивлячись на те, як на лінії додаються і переміщуються направляючі точки, відбувається зміна форми кривої, відображаючи коригування зображення. Більш круті частини кривої представляють області більшого контрасту, а плоскі частини кривої представляють області низького контрасту (рис. 2.3).

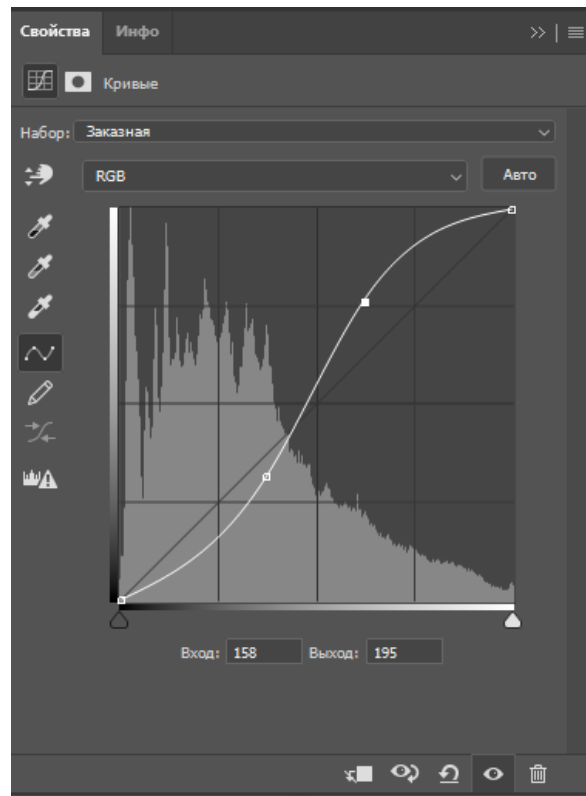


Рисунок 2.3 — вікно корекції «Криві»

Корекція «Кольоровий тон/насиченість» дозволяє регулювати тон, насиченість та яскравість певного діапазону кольору або одночасно всіх кольорів зображення (рис. 2.4). Ця корекція особливо добре підходить для точного настроювання кольорів зображення в режимі СМҮК.

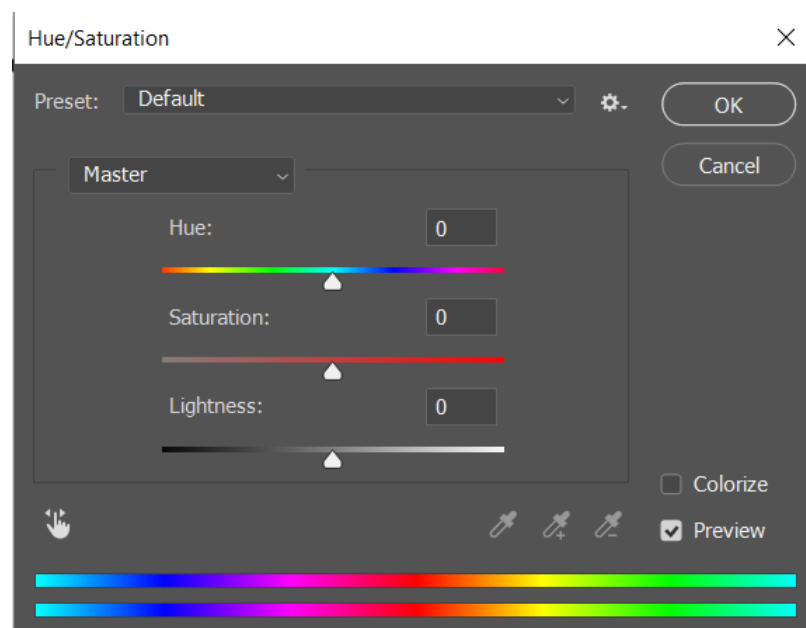


Рисунок 2.4 — Вікно корекції «Кольоровий тон/насиченість»

2.3 Просторова фільтрація та статистична корекція кольору

Просторова фільтрація зображень – метод попередньої фільтрації зображення, при якій обробка відбувається за допомогою застосування деякого оператора послідовно до кожної точки зображення. Необхідна додаткова попередня фільтрація зображення, бо зображення, що підлягають розпізнаванню, можуть бути зашумленими.

У загальному вигляді модель спотвореного зображення має вигляд:

– в поданні просторових координат x і y :

$$g(x, y) = h(x, y) * f(x, y) + v(x, y), \quad (2.1)$$

– в поданні спектральних частот u і v :

$$G(u, v) = H(u, v) * F(u, v) + N(u, v). \quad (2.2)$$

Якщо спотворення представлено тільки шумом, то ці формули набувають вигляду:

$$\begin{aligned} g(x, y) &= f(x, y) + v(x, y), \\ G(u, v) &= F(u, v) + N(u, v). \end{aligned} \quad (2.3)$$

Просторова фільтрація є найкращим рішенням, у випадках, коли присутня тільки адитивна складова шуму n .

2.3.1 Різновиди фільтрів просторової фільтрації зображення

2.3.1.1 Фільтр, заснований на обчисленні середнього арифметичного

Згладжуються локальні варіації яскравості на зображенні, і видалення

шуму відбувається за рахунок цього згладжування. Для довільної точки оброблюваної зони маємо:

$$\hat{f}(x, y) = \frac{1}{mn} \sum_{(s, t) \in S_{xy}} g(s, t), \quad (2.4)$$

де S_{xy} деяка зона розмірами mn та центром у точці (x, y) .

2.3.1.2 Фільтр, заснований на обчисленні середнього геометричного

Застосування цього фільтра призводить до згладжування зображення, але, на відміну від фільтра заснованого на середньому арифметичному, втрачається набагато менше деталей.

$$\hat{f}(x, y) = \left[\prod_{(s, t) \in S_{xy}} g(s, t) \right]^{\frac{1}{mn}}, \quad (2.5)$$

де значення відновленого зображення в кожній точці є коренем ступеня mn з добутку значень в точках зони S_{xy} .

2.3.1.3 Фільтр, заснований на обчисленні середнього гармонійного

Середньогармонічний фільтр добре справляється з «білим» шумом, а також добре застосується при роботі з гаусовим шумом. Він задається виразом:

$$\hat{f}(x, y) = \frac{mn}{\sum_{(s, t) \in S_{xy}} \frac{1}{g(s, t)}}. \quad (2.6)$$

2.3.1.4 Фільтри, засновані на порядкових статистиках

Фільтри даного типу є просторові фільтри, обчислення відгуку яких вимагає попереднього впорядкування (ранжування) значень пікселів, які знаходяться всередині оброблюваної області. Фільтри, заснованими на порядкових статистиках: медіанний фільтр, фільтр, заснований на обчисленні максимуму і мінімуму, фільтр середньої точки, фільтр усередненого середнього.

Медіанний фільтр. Дія цього фільтра зводиться до заміни значення в точці зображення на медіану значень яскравості в околиці цієї точки.

$$f^*(x,y) = \text{med}_1(\{(s,t) \in S_{1xy} \{g(s,t)\}) \quad (2.7)$$

Фільтри цього типу прекрасно пристосовані до видалення випадкових шумів і при цьому приводять до найменшого розмивання в порівнянні з іншими фільтрами. Медіанні фільтри особливо успішно працюють у випадках імпульсного шуму (рис. 2.5).



Рисунок 2.5 – Приклад роботи медіанного фільтра довжиною 5 одиниць

Фільтри, засновані на обчисленні максимуму і мінімуму. Як відгук в даному фільтрі використовується мінімальне, чи максимальне значення в впорядкованій послідовності. Якщо використовувати максимальне значення, то це призводить до пошуку в зображенні точок з максимальним значенням яскравості. Такий фільтр добре використовувати в разі «чорного» імпульсного шуму. Якщо ж, навпаки, використовувати мінімальне значення, то ми знайдемо точки з мінімальним значенням яскравості. Це означає, що такий фільтр добре

застосовувати для виключення «білого» імпульсного шуму (рис. 2.6, рис. 2.7).



Рисунок 2.6 — Приклад реалізації «максимального» фільтра



Рисунок 2.7 — Приклад реалізації «мінімального» фільтра

Фільтри, засновані на виборі середньої точки. У фільтрах даного типу в якості відгуку береться значення середнього між максимальним і мінімальним значеннями у відповідній зоні навколо точки. Такий фільтр поєднує в собі методи порядкових статистик і усереднення, що робить його добре придатним в разі розподілених шумів (рис. 2.8).

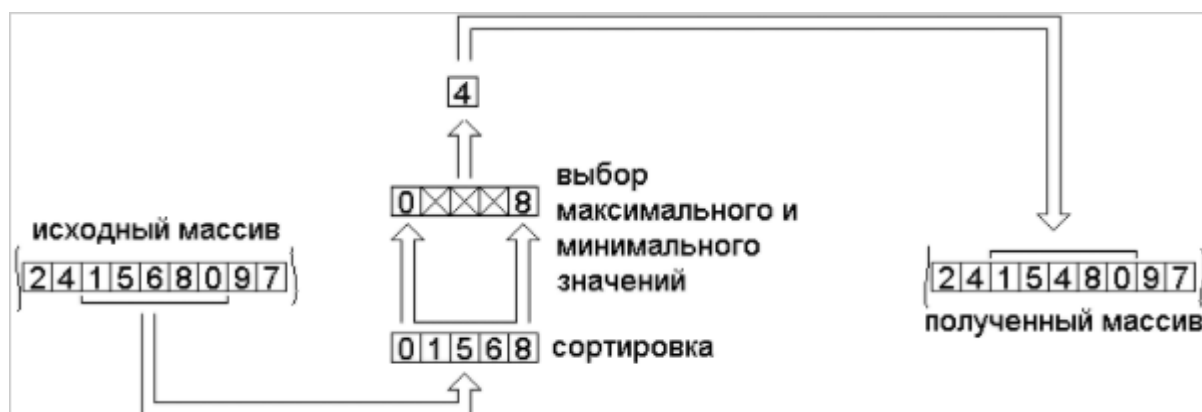


Рисунок 2.8 — Приклад реалізації фільтра середньої точки

2.3.1.4 Статистична корекція кольору

Статистична корекція кольору метод який дає можливість надати цільовому зображенню колорит деякого іншого зображення так, щоб цільове зображення виглядало природним і зберегло свої особливості (композицію, контрастність, світлотінь). Метод полягає в тому, що спочатку обчислюються математичне очікування E і дисперсія кольору D на обох зображеннях для кожного колірної каналу.

$$E_l = \frac{1}{n_l} \sum_{j=1}^{n_l} C_l^j,$$

$$D_l = \sqrt{\frac{1}{n_l} \sum_{j=1}^{n_l} (C_l^j - E_l)^2}, \quad l \in \{s, t\} \quad (2.8)$$

де C – даний колірної канал j -го пікселя в заданому колірному просторі;

n – кількість пікселів даного зображення;

E – математичне очікування;

D – дисперсія;

а індекси s, t означають приналежність відповідно зображенню джерела кольору і цільовим зображенню (рис. 2.9).

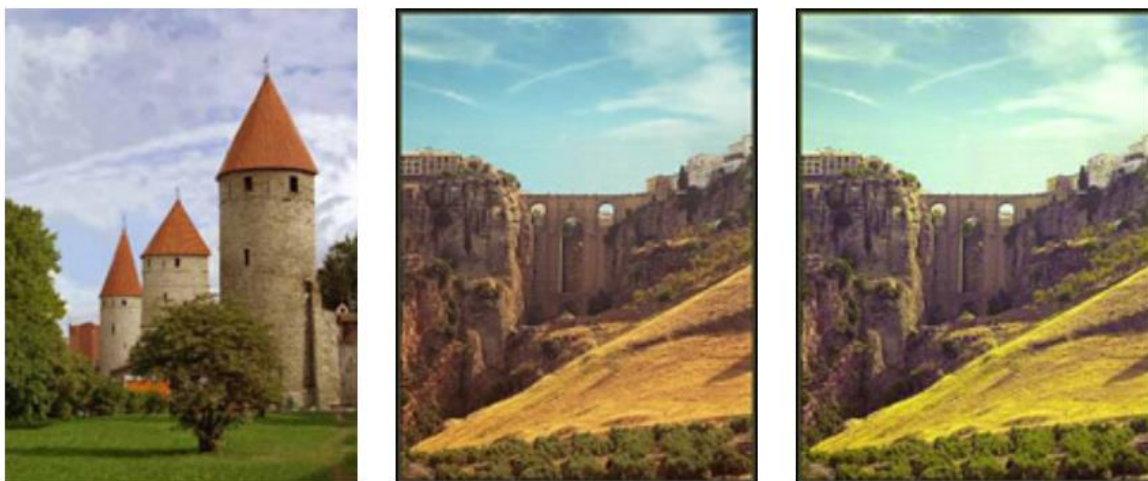


Рисунок 2.9 – Приклад роботи корекції кольору

До кожного каналу кожного пікселя цільового зображення застосовується наступне перетворення:

$$C_t^{new} = E_s + \frac{(C_t - E_t)D_s}{D_t}, \quad (2.9)$$

Гістограма цільового зображення зсувається і розтягується після використання перетворення.

У цьому розділі наведена система програмно-апаратний комплексу. До апаратної частини належить графічний планшет, монітор, системний блок та контролери у вигляді графічного пера і миші. Програмна частина представляє себе драйвер з'єднання планшета з комп'ютером, програму Adobe Photoshop. Були описані фільтри впливу та корекції кольору. Наведено математичний опис роботи коду, який дозволяє переймати схему кольору з одного зображення і надавати іншому.

3 ТЕОРІЯ КОЛЬОРУ ТА ЙОГО ПСИХОЛОГІЧНЕ СПРИЙНЯТТЯ

3.1 Класифікація

Що таке колір? На це питання можна відповісти таким чином: це психологічна реакція на хвилі світла різної довжини; це то як ми сприймаємо оточуючу середу візуально. Зазвичай вивчають фізику світла, та технологію кольоропередачі та налаштування. Але як колір може розповісти історію? Для цього потрібно зрозуміти філософію і психологію кольору та світла.

Фільми завжди були здебільшого про візуальний ряд. На початку розвитку кінематографії кожний кадр фільму розмальовувався власноручно. Не пройшло багато часу, коли митці зрозуміли, що колір невід'ємний інструмент розповіді (Storytelling). Наприклад у фільмі *Intolerance*(1916) використовували метод тонування у різні кольори, щоб показати різницю у часі між сценами. Інший приклад використання кольору як інструменту розповіді є фільм *Greed*(1924). На початку чорно-білого фільму головний герой, залежний від багатства, починає підмічати цінні речі у жовтому кольорі. Із плином фільму жовтого на екрані стає все більше, поки колір не заповнить весь екран так само, як жадібність заповнила головного героя. Не має чітких настанов стосовно того як використовувати колір, але розуміння когнітивних ефектів які стоять за ним, допомагає.

У кольорі є три основні параметри: кольоровий тон, насиченість та значення/світлість. Якщо змінити хоча б один із параметрів, ми отримаємо іншу історію. Зараз ми знаємо що деякі гармонії кольору працюють краще за інші. Гармонії можна класифікувати як дисонансні та балансні.

До гармоній кольору балансу належать схеми: монохромна (рис. 3.1), комплементарна (рис. 3.2), аналогова (рис. 3.3), тріадна (рис. 3.4) та ін..



Рисунок 3.1 — Кадр із фільму “Blade Runner 2049”, приклад монохромної гами



Рисунок 3.2 — Кадр із фільму “Grand Hotel Budapest”, приклад аналогової чи спорідненої гами



Рисунок 3.3 — Кадр із фільму “Amelie”, приклад контрастної, чи комплементарної гами

Основою дисонансу (рис. 3.4) є те, що якийсь колір вибивається із загальної картини. Цю деталь глядач завжди помітить. Такий інструмент використовують геймдизайнери. Для виділення головних деталей, вони використовують насичені кольори.



Рисунок 3.4 — Приклад дисонансу у гамі

Також колір поділяють на асоціативний та перехідний. Асоціативні кольори, як бачимо із назви, асоціюються з якимось персонажем, предметом,

місцем чи ідеєю. Використовуючи асоціативний колір ми за мить можемо зрозуміти хто є поганим, а хто є добрим. Асоціативні кольори відмінно працюють з костюмами супергероїв та лиходіїв. Халк - зелений, Супермен - червоний, синій, жовтий, Капітан Америка - білий, синій, червоний, що є кольорами американського прапора, які асоціюють героя з його нацією. Ідея асоціативного кольору може працювати не тільки у рамках однієї кінострічки. Так наприклад у фільмі Хрещений Батько помаранчевий асоціюється із смертю. Використання помаранчевого як кольору скорої смерті ми можемо і в інших стрічках.

Перехідні кольори використовують для показу зміни будь чого. Якщо ми бачимо, що деякий колір асоціювався з об'єктом, а потім змінився іншим, це може означати і як зміну місця, так і зміну внутрішнього світу героя. Наприклад насичені кольори дитинства та щасливого життя, які змінюються потускнілими, ненасиченими, майже сірими кольорами буденності.

3.2 Використання у кольору у розповіді

Які переваги колір може принести ілюстрації, чого не можуть зробити чорно-білі розповіді? Колір може передавати такі речі, як настрій, час доби, зміна сцени, площину зображення та глибину різкості. Колір може бути чудовою візуальною стенографією, що допомагає читачеві зрозуміти, що відбувається, не поповнюючи його голову діалогами або не малюючи абсолютно все у сцені. Щось просте, як жовте сяйво та сині тіні, може сказати вглядачу, що це схід сонця. Колір може бути чудовим способом направити погляд читача через лінії тіней, колірні візерунки тощо.

Позначення кольором може бути чудовим способом допомогти читачеві зрозуміти, що відбувається за панелями візуальної новели та між ними, і допомогти розділити сцени. Працюючи над тривалим проектом, створення кольорових сигналів і їх дотримання, може бути відмінним способом виділити побудову світу цього проекту (рис. 3.5).

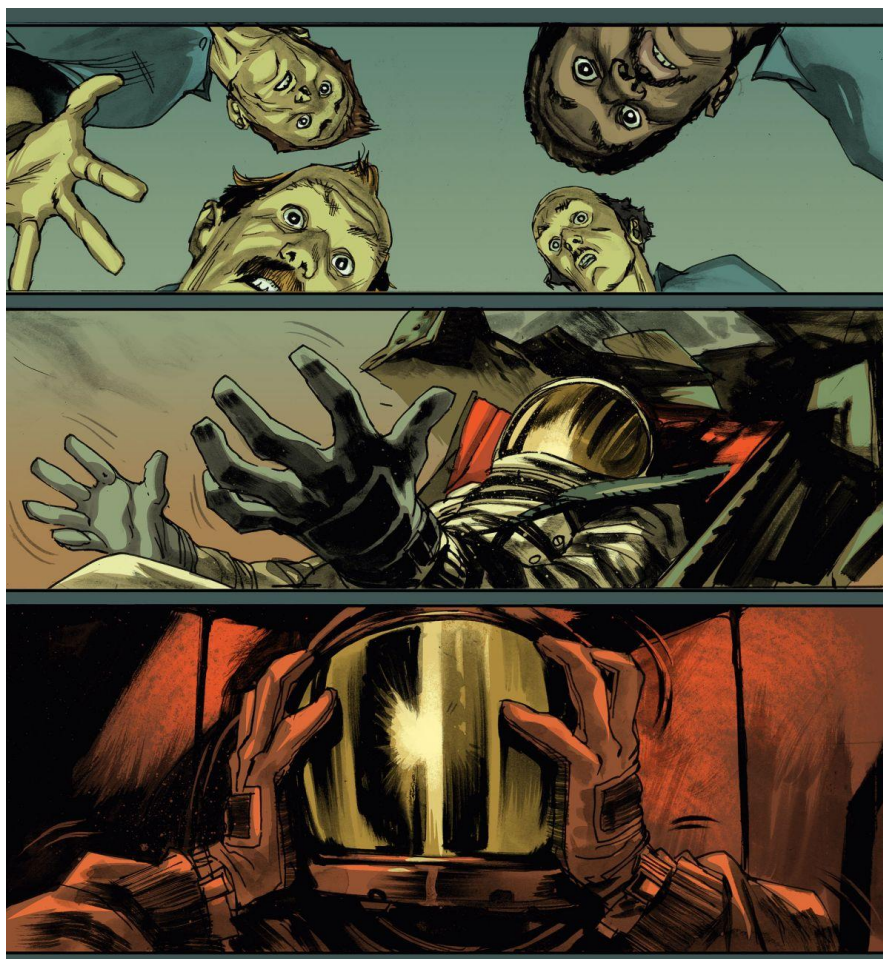


Рисунок 3.5 — Показ розділу кольором панелей візуальної новели

Важливість патернів кольору в кіно важко переоцінити. За допомогою кольору в кадрі створюється напруга, акцентується на важливих деталях, підтримується необхідна атмосфера. До речі, сам вислів «сірі будні» є втіленням теорії кольору, ми асоціюємо сірий із чимось нудним і монотонним, тому й називаємо нудні та монотонні будні «сірими».

Якщо взяти кінострічку і сплющити шкалу часу, то отримаємо кольоровий бак-код фільму.

На бак-кодi для фільму "Дедпул" бачимо чітке розмежування кольорів між сценами. Починається все з "сірих буднів". Триває стрічка темною смугою, оскільки і сам персонаж переживає не найкращий час. У середній частині хоч і переважають темні відтінки, все ж таки присутні більше кольору та емоцій. Також ми бачимо яскраву жовту смугу для сцени - і фіолетову для -. Картина

закінчується поверненням до кольору ми бачили спочатку, але зараз із теплим відтінком (рис. 3.6).



Рисунок 3.6 — Бак-код для фільму “Deadpool”

На бак-кодї для фільму 2:20 чїтко видно, як перша половина фїльму проходить у спробах головного героя зрозумїти, чому з ним вїдбуваютьсє дивнї речї. Друга половина стає свїтлїшою, часом навїть бїлою, знаменуючи усвїдомлення персонажа та чїткїшї дїї на основї цього. Перехїд з сїрого в бїлий можна побачити також ї у персонажа фїльму "Володар Перснїв" Гендальфа, який змїнюючи сїру роботу на бїлу, постає перед глядачами бїльш мудрїшим ї освїченїшим (рис. 3.7).

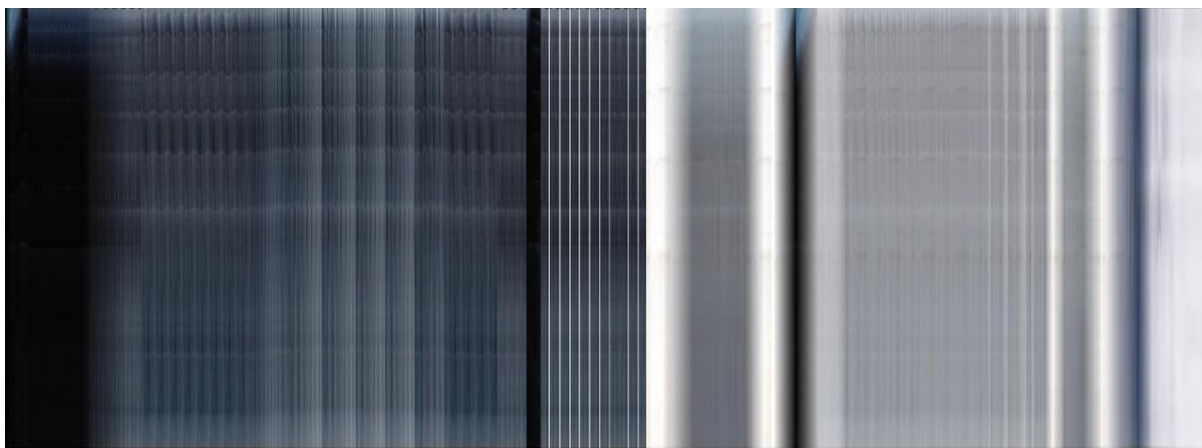


Рисунок 3.7 — бак-код для фїльму “2:20”

Бак-код фільму “ARMAGEDDON” (1998) частіше змінює колірну палітру сцен, ніж попередні приклади. Ми бачимо, як у першій половині теплі відтінки (коричневий, жовтий, зелений) змінюються з холодними (блакитним і темно-синім). Сюжет же перемикається між тривогою у стінах NASA та спокійним життям героїв, не без своїх пригод. Друга частина кінострічки відведена операції з буріння астероїда у космосі. Герої потрапляють у небезпечне чуже середовище, що на бак-коді відображається як безліч синіх, зелених і чорних відтінків (рис. 3.8).



Рисунок 3.8 — Бак-код для фільму “Armageddon”

3.3 Використання кольору для створення персонажу

Дизайнеру персонажів важливо знати значення кольору, щоб з розумом вибрати кольори та використовувати силу символіки кольору. Колір дуже важливий передачі особистості персонажа. Світлі кольори, такі як рожевий, білий, блакитний та жовтий, частіше асоціюються із протагоністами та чистими намірами. Темні кольори, такі як чорний, фіолетовий і сірий, — з лиходіями. Червоний, жовтий та синій кольори уособлюють героїзм завдяки частому використанню у коміксах. Значення кольору походять із психологічних ефектів, біологічної обумовленості, а також культурного розвитку. Більш докладно на тему гармонійного розвитку кольоросприйняття ми досліджували і писали у власній тезі “Сприйняття кольору: психолого-педагогічний аспект”.

Ось перелік кольорів та їх розповсюджених характеристик при роботі з персонажами:

- Сірий: досвідчений, надійний, практичний, стриманий;
- Білий: мінімалізм, нейтральність, невинність, чистота, порожність;
- Чорний: елегантність, сила, смерть, зло;
- Коричневий: здоров'я, приземлений, теплота, надійність;
- Рожевий: жіночність, грайливість, романтичність, милість;
- Фіолетовий: розкіш, таємниця, духовність, творчість, містика;
- Синій: спокій, довіра, інтелект, холод;
- Зелений: природа, спокій, ініціатива, багатство, ревності;
- Жовтий; щастя, надія, спонтанність, молодість, уважність;
- Помаранчевий: здоров'я, молодість, ентузіазм, веселощі;
- Червоний: пристрасть, енергія, небезпека, любов.

Комбінуючи їх між собою, змінюючи насиченість і контрастність, отримуємо безліч підгруп нових характеристик які можуть належати персонажу. Персонажі в чорному зазвичай представлені як злочинці або антигерої, їх дії суперечливі, а самі вони лише слідують своїм цілям, не звертаючи уваги на інтереси інших. Яскравими кольорами показують досить невгамовних і живих персонажів. Це колір енергії теплої або грубої. Жовтий ближче життєрадісним, активним, коли червоний, як символ якої-то загрози, більше до персонажам, які виявляють агресивний і жорсткий настрій. Синій колір відмінно підійде меланхолічним і спокійним персонажам, але в той же час це колір строгості і точності. Оскільки зелений це суміш синього і жовтого, то він переняв від своїх вхідних кольорів якості імпульсивності і холоднокров'я, в залежності від ситуації і репрезентації.

Знання характеристик кольору, його сприйняття і вибір є дуже важливим коли у кінострічці присутньо багато головних персонажів. Так у мультсеріалі “Черепашки ніндзя” головні герої, якщо подивитися на них на малюнку, маючи однакові силуети, розрізняються із першого погляду кольором стрічок на очах та тілі та зброєю (рис. 3.9).

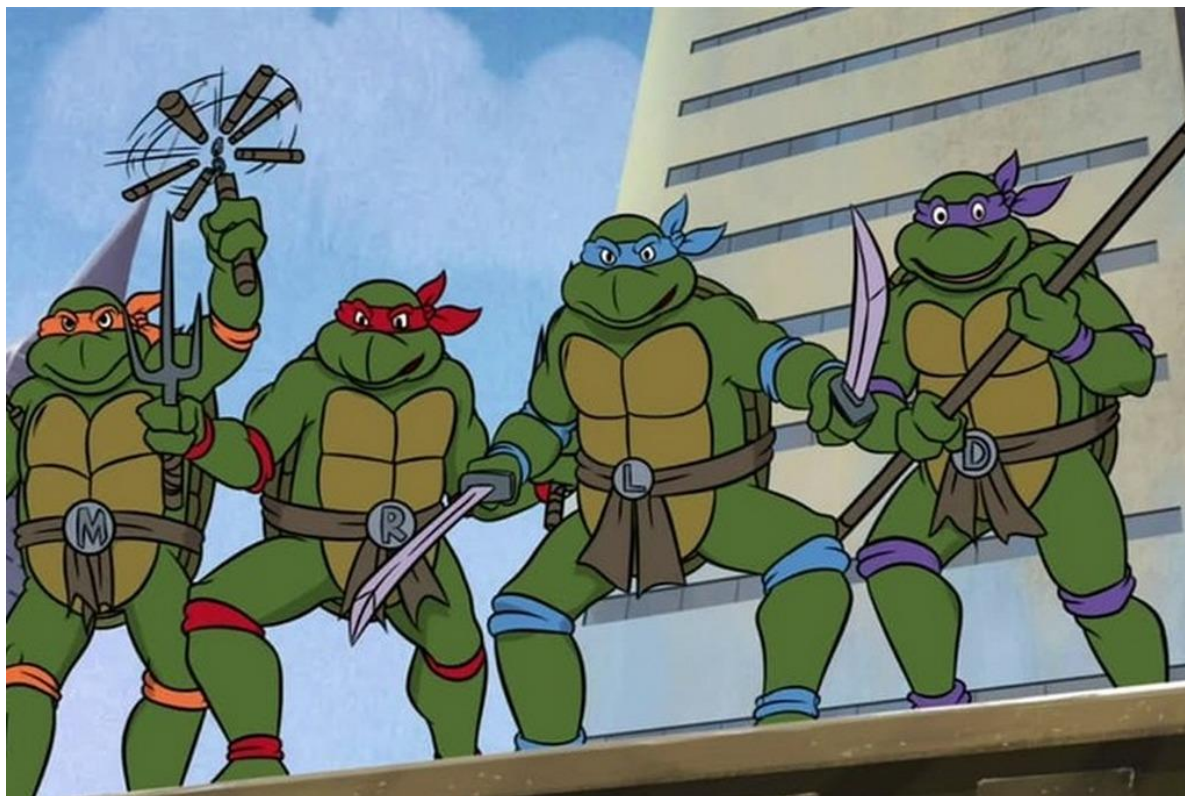


Рисунок 3.9 — Кадр із мультсеріалу “Черепашки ніндзя”

Більш складним стає робота, коли збільшується кількість головних персонажів. Як приклад персонажі з мультсеріалу “Сильвермун” (рис. 3.10). Не дивлячись на те, що кожна із дівчат має свій дизайн, таку кількість персонажів все одно важко запам’ятати глядачеві. Тому дизайнери персонажів кодують кожен із дівчат власним кольором, що не тільки спрощує впізнання, але і відображає характер дівчини.



Рисунок 3.10 — Кадр із мультсеріалу “Сильвермун”

У наступному прикладі схожа ситуація. Маємо багато активних героїв із різними характерами і силуетами (рис. 3.11).



Рисунок 3.11 — Кадр із мультсеріалу “She-ra”

Завданням дизайнерів персонажів мультсеріалу “She-ra” було додатково до відмінності характеру показати надзвичайні магічні здібності кожного

персонажу. Таким чином блакитний відповідає магії льоду, бірюзовий владу над водою, зелений - природу, рожевий - ілюзії та світло, жовтий - відновлення і саму чисту сутність магії.

Таким чином, дослідження і класифікація існуючих видів використання кольору як інструменту розповіді. Надані приклади психологічних асоціацій кольору на персонажі.

4 ПРОЦЕС СТВОРЕННЯ І ДОСЛІДЖЕННЯ КОЛЬОРУ У ВІЗУАЛЬНІЙ НОВЕЛІ

4.1 Створення візуальної новели

4.1.1 Розробка основи візуальної новели

Для того щоб вивчити важливість кольору в оповіданні історії ми обрали і підготували візуальну новелу. Спершу підготувався текстовий сценарій який описував тексти діалогів, а також те, що відбувається паралельно на ілюстрації. Сценарій був підготовлений для кожної сторінки і виглядає наступним чином:

“//1 панорама міста із пристанню. Видно палац, а за ним на небі тільки починаються сближаться світила для сонячного затемнення.

—Аурель, місто золотого сонця, в центрі Гораціанської імперії. Місто крайнощів у всіх відношеннях, яким керує коронована монархія та сенат семи крісел.

— Милостивий король, мій «батько», пішов на той світ.

— З його останнім подихом моє вигнання закінчилося, і механізм, який є керівним органом, починає розвиватися,

— оскільки жадібні сенатори засліплені грошима та владою.”

Далі на основі сценарію було розроблено розкадрування.

Використовуючи знання композиції, перспективи і правил побудови розкадрування (рис. 4.1) для візуальних новел, отримуємо основу для майбутнього вигляду дев'яти сторінок коміксу (рис. 4.2). Вже на цьому етапі можемо побачити різницю у тоні сторінок де дія відбувається просто неба, а де у приміщенні.

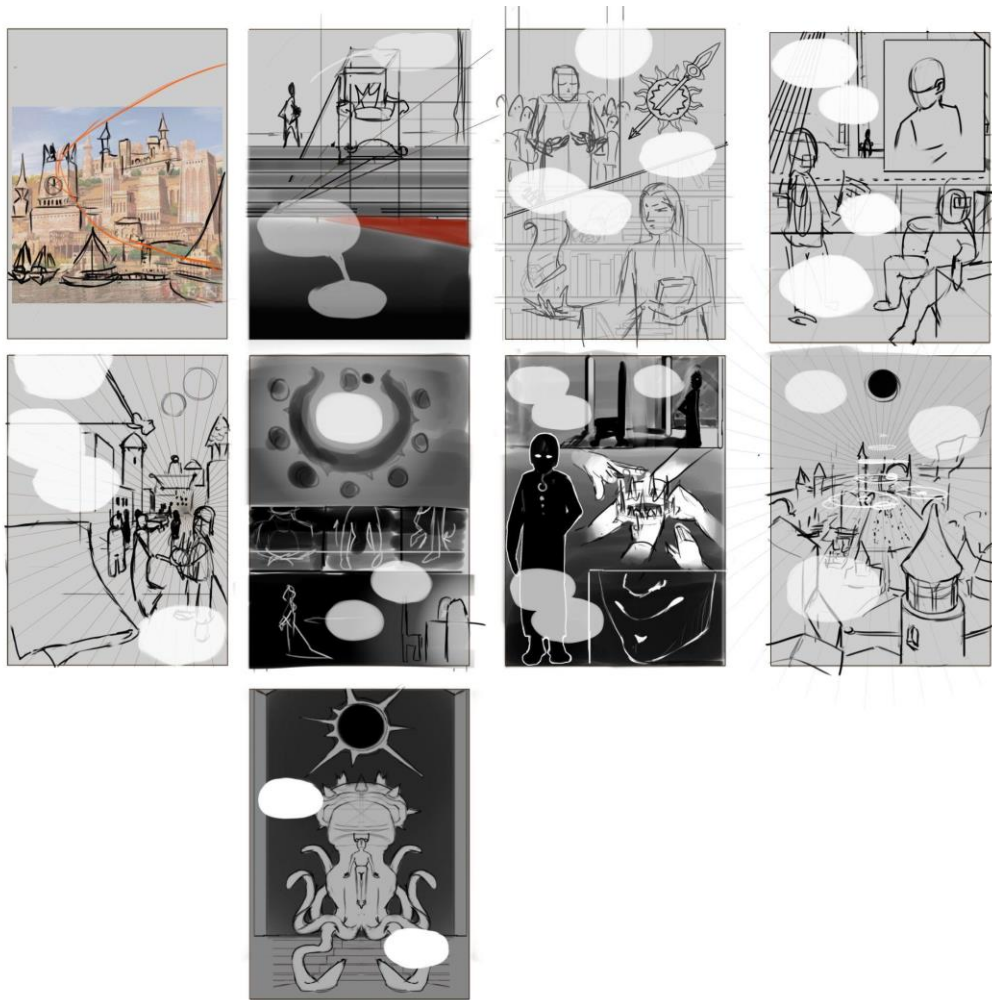


Рисунок 4.1 — Розкадрування для візуальних новели



Рисунок 4.2 — Приклад розробки першої сторінки візуальної новели.

Для сторінки, використовуючи розкадрування як основу, маємо детальний лінійний рисунок. Наступним кроком додаємо світо-тіньове тональне фарбування. Отримуємо чорно-білу ілюстрацію. Останнім кроком накладаємо і редагуємо хмарки з текстом, що надає сторінці фінальний вигляд візуальної новели. Повторюємо попередні кроки для усіх наступних сторінок.

4.1.2 Вибір та застосування кольорової палітри

Оскільки робота має на увазі дослідження кольору як інструменту оповідання, обираємо додатково дві відмінні від чорно-білого кольорові палітри. Нашим першим вибором стала блакитно-помаранчева палітра, чи як її називають у сфері кінематографу blue-orange (рис. 4.3).



Рисунок 4.3 — Блакитно-помаранчева палітра

Це комплементарна схема, яка складається із теплого помаранчевого чи червоного відтінку і холодного блакитного, синього чи іноді зеленого. Саме таку палітру було обрано, бо вона є найбільш розповсюдженою. Наявність такого варіанту кольору візуальної новели дає можливість нам дослідити, чи насправді він є улюбленіший в очах глядачів, чи це нав'язана відсутність альтернативи для великої аудиторії.

Для наступної палітри було поставлено умову, що кожна деталь, яка буде відповідати певному критерію буде однакового кольору із іншою деталлю

ілюстрації, яка теж відповідає цьому критерію. Зазначу, що у даному випадку коли мова йде про колір, дозволяється варіація його тону (рис. 4.4).



Рисунок 4.4 — Палітра із асоціативними кольорами

Бляклий зелений - визиває асоціацію із забрудненим, токсичним повітрям. Використовується повсемісно для відображення міста та людей. Помаранчево-золотий - має характер розкоші, благородства золота. Використовується в усьому, що стосується трону та влади: палац, тронна зала, відблиски на броні вартового, релігійний символ сонця на вітражу. Білий - асоціюється з чистотою та добрими намірами. Використовується у короні покійного короля, робі священика, прапорі монархії що зображує білого дракона. Фіолетовий - містика, таїнство, потойбічні сили. Використовується для зображення ураження містичними силами неба, на робі голови магічної академії, повністю покриває антагоніста і демона у якого той перевтілюється.

Таким чином у нас є кольори, їх сутність і їх присутність у деталях (рис. 4.5). Кожного разу помічаючи деталь, її колір швидко розповість глядачу о собі і дасть необхідні почуття.



Рисунок 4.5 — Перша сторінка візуальних новел у різному кольорі

Тобто для аналізу і вивчення ми маємо три варіанти кольорової палітри коміксу: чорно-біла, блакитно-помаранчева і асоціативна. Також за для охоплення більшої аудиторії текст був переведений трьома мовами: українською, англійською та російською.

4.2 Збір даних через анкетування та їх аналіз

Для цієї роботи було використано опитування вигляді анкетування. У анкету були включені питання класифіковані за змістом (об'єктивні дані про експерта; основні питання щодо суті аналізованої проблеми; додаткові питання, що дозволяють з'ясувати самооцінку компетентності експерта) та за типом (Закриті питання; запитання з віялом відповідей). Додатково додано поле для коментаря, відкритого питання, щоб дізнатися подробиці і думки експертів під час проходження опитування.

Обробка результатів опитування вирішує такі основні завдання:

1. визначення узгодженості думок експертів;
2. побудова узагальненої оцінки об'єктів;
3. визначення залежності між судженнями експертів;
4. визначення відносних ваг об'єктів;

Для визначення узгодженості оцінок експертів було виявлені угруповання у експертній групі. Перше угруповання складається з експертів які мають досвід у творчому середовищі, коли друге не має такого досвіду. Угруповання сформувалися за допомогою додаткового закритого питання “Чи погоджуєтесь Ви з твердженням, що ваше життя пов'язане з творчим, мистецьким середовищем чи сферою дизайну?”

Експертну групу складають 120 осіб з яких 44 оцінили свою компетентність як “не відношусь до мистецької середи”, і 76 дали відповідь, що відносяться до творчої середи, або сфери дизайну (рис. 4.6).



Рисунок 4.6 — Самооцінка компетентності експерта

Із об'єктивних даних про експертів був зібран їх вік (рис. 4.7).



Рисунок 4.7 — Вікові групи експертів

Згідно з діаграмою бачимо, що більшість експертів перебувають у віковій групі молоді та займають 40 відсотків від кількості опитаних. Далі 25,8% займають експерти віку 25-35 років. Майже рівну частку, 16,7% та 15,8%, від кількості опитаних займають досвідчені люди 35-45 років та 45-55 років. Найменшу кількість відсотків 1,7% займають люди від 55 до 65 років.

Опитування складається із двох частин. Перша присвячена сприйняттю експертом кольору у контексті ознайомлення їм з графічною новелою. Друга складається з визначенням експертом характеристик персонажу відповідно до його палітри кольору.

4.2.1 Перша частина опитування.

Експертам один за одним були представлені 3 візуальні новели з різними палітрами кольору. Після прочитання кожної новели експерт мав відповісти на 2 запитання що до неї. На перше питання було питанням з бальним віялом відповідей від 1 до 5, де 1 - візуальна новела не вплинула на емоційний стан, та 5 - особа була захоплена прочитанням. Експерти оцінювали свій емоційний відгук під час прочитання візуальної новели.

Для оцінки використані метод знаходження середнього арифметичного і метод медіан. Для знаходження середнього арифметичного використовувалась формула:

(4.1)

де a - оцінка експерта, та n - кількість експертів.

Таким чином для трьох візуальних новел отримуємо:

| | |
|---------------------|---------------|
| Ср. арифм новели №1 | – 2,739495798 |
| Ср. арифм новели №2 | – 3,529411765 |
| Ср. арифм новели №3 | – 3,193277311 |

Для знаходження медіани відбулося ранжування балів від найбільшого до найменшого для кожної з новел. Кількість значень у нас 120, що є парним числом. У цьому випадку за медіану приймають середнє арифметичне даних:

$$M = \frac{a_k + a_{k+1}}{2}, \quad k = \frac{n}{2} \quad (4.2)$$

де a - оцінка експерта, та n - кількість експертів.

Таким чином для трьох візуальних новел отримуємо медіани:

| | |
|-------------------|-----|
| Медіана новели №1 | – 3 |
| Медіана новели №2 | – 4 |
| Медіана новели №3 | – 3 |

За отриманими даними будуємо діаграму (рис. 4.8).

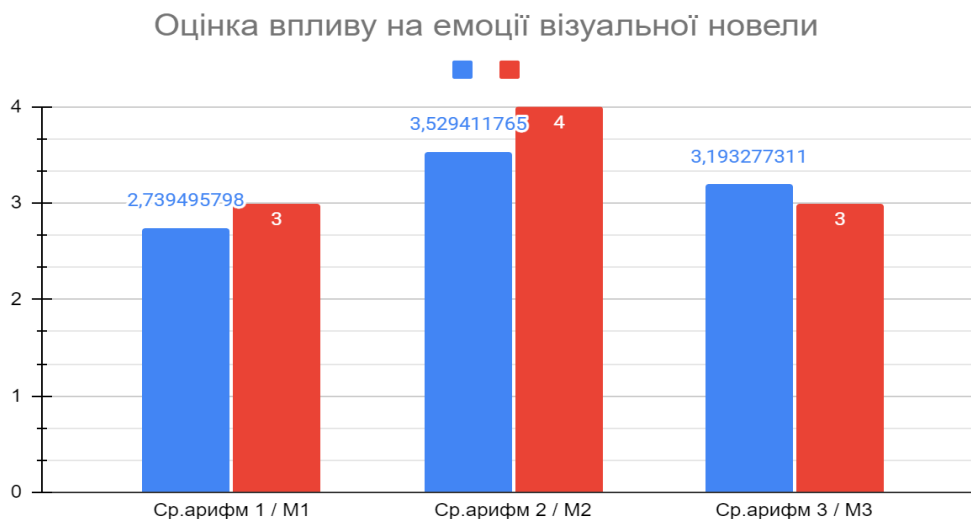


Рисунок 4.8 — Оцінка впливу на емоції візуальної новели

Відносно першої візуальної новели з чорно-білою палітрою, блакитно-червона другої новели отримала на 0,7899 більше балів, а асоціативна палітра третьої новели на 0,4537 більше балів.

Згідно з діаграмою бачимо, що візуальні новели, які містили у собі колір, викликали більше емоційного відгуку, або зміни емоційного стану. Можу припустити, що перехід від відсутності кольору до кольорового варіанту візуальної новели був більш шокуючим ніж перехід першої кольорової палітри до другої. Саме тому бали варіанту візуальної новели з асоціативним кольором декілька нижчі за попередника.

Друге питання стосувалося використання кольору як інструменту роботи з точками фокусу та точками інтересу. Експертам поставили завдання оцінити, наскільки їм було легко та швидко знайти головні деталі у візуальних новелах використовуючи бальну систему від 1 до 5 питання віяла.

Як і для минулого питання були використані методи аналізу даних, а саме: знаходження середнього арифметичного і метод медіан.

За формулою * знаходимо середнє арифметичне:

| | |
|--------------------|---------------|
| Ср.арифм новели №1 | – 3,109243697 |
|--------------------|---------------|

| | |
|--------------------|---------------|
| Ср.арифм новели №2 | – 3,806722689 |
| Ср.арифм новели №3 | – 3,865546218 |

За формулою * знаходимо медіану:

| | |
|-------------------|-----|
| Медіана новели №1 | – 3 |
| Медіана новели №2 | – 4 |
| Медіана новели №3 | – 3 |

За отриманими даними будуємо діаграму (рис. 4.9).

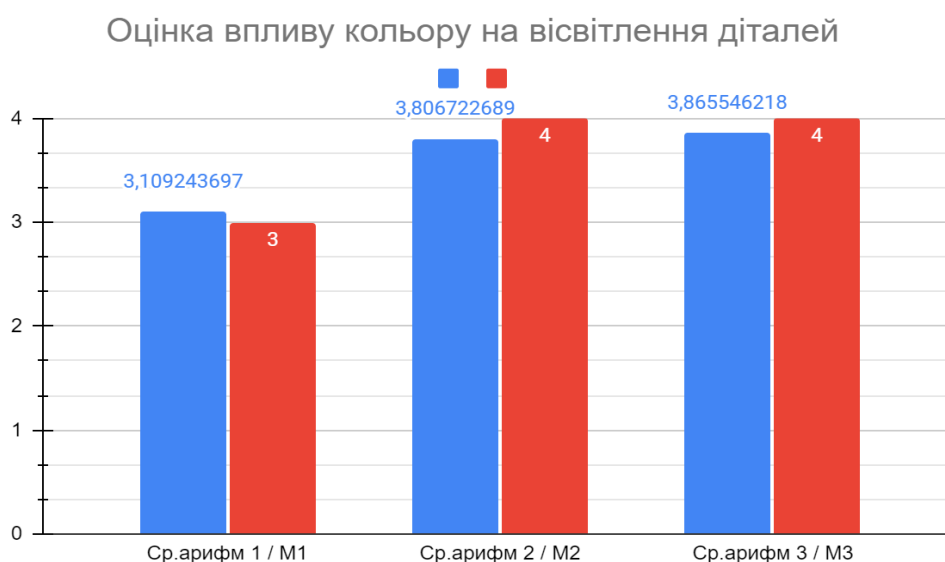


Рисунок 4.9 — Оцінка впливу кольору на висвітлення діталей.

Аналізуючи бачимо, що, відповідно до чорно-білого варіанту, кольорові набрали більший бал і за середнім арифметичним і за медіаною. Блакитно-червоний має перевагу у 0,6974 пункта бала, а асоціативний аж у 0,7563.

Деякі експерти давали коментарі, що під час читання кольорових варіантів вони знаходили нові точки інтересу і подробиці, на які не звертали уваги у чорно-білому варіанті.

З цього можемо зробити висновки, що колір є важливим інструментом комунікації і управління інтересом читача. Там де півтона сірого не привернуть уваги, комплементарний контраст теплого і холодного кольорів провокує і приковує увагу читача. Підтвердилося, що використання асоціативних кольорів

полегшує сприйняття графічного матеріалу і пришвидшує розуміння основних елементів.

Наступним і кроком цього підрозділу анкетування експертам було поставлено питання “Який комікс з більшою ймовірністю Ви б порекомендували другові?”. Вибір складався із трьох варіантів візуальної новели. Згідно відповідям 120 експертів отримуємо спільну діаграму (рис. 4.10):

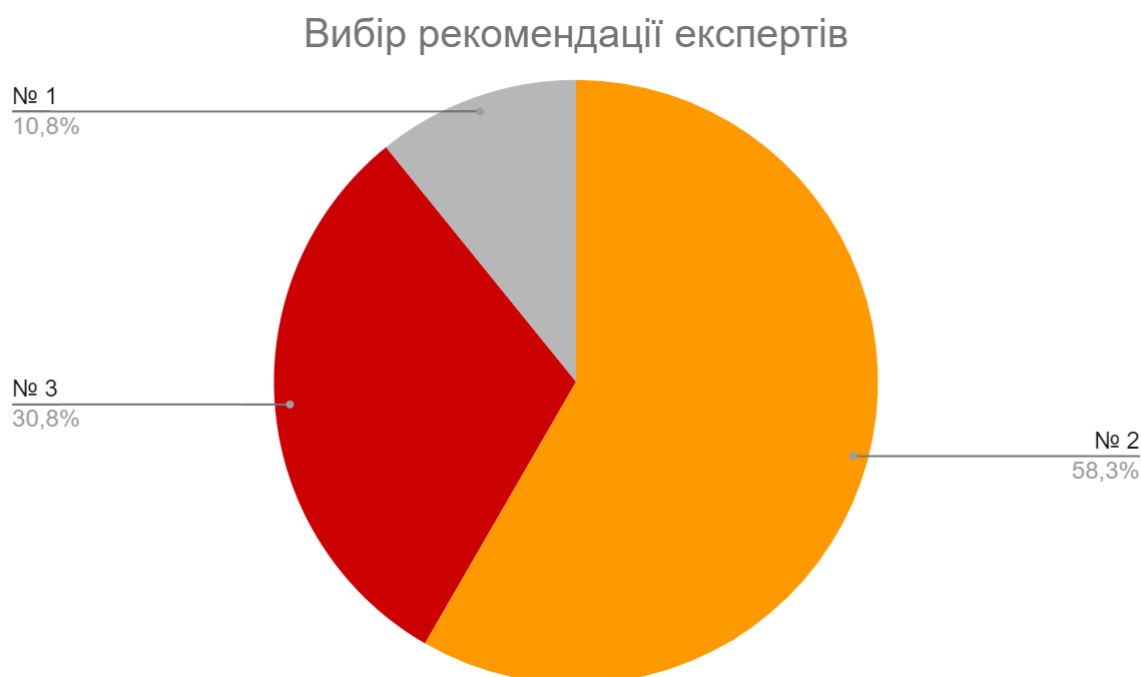


Рисунок 4.10 — Вибір рекомендації експертів. №1 - перша чорно-біла візуальна новела , №2 - друга червоно-блакитна візуальна новела , №3 - третя візуальна новела із асоціативною палітрою кольору.

Із діаграми * бачимо, що експертам був більш до вподоби колір другої візуальної новели. Майже 60% експертів вибрали для рекомендації саме його. 30,8% експертів рекомендували би інший кольоровий варіант, і тільки 10,8% вподобали чорно-білу палітру.

Роздивимось чи впливає досвід у сфері мистецтва на показники вдоволення експертами варіантів кольору (рис. 4.11).



Рисунок 4.11 — вибір рекомендації експертів. №1 - перша чорно-біла візуальна новела , №2 - друга червоно-блакитна візуальна новела , №3 - третя візуальна новела із асоціативною палітрою кольору.

Як уже згадувалося, маємо 44 експерта які відповіли, що їх життя не пов'язане із сферою дизайну або мистецтвом. Діаграма * наочно показує що в порівнянні із спільною діармамою вподобань, експерти вибирають блакитно-червону схему кольору на 5% більше. Першу новелу обирають на 1,7% менше, а третю на 3,5% (рис. 4.12).

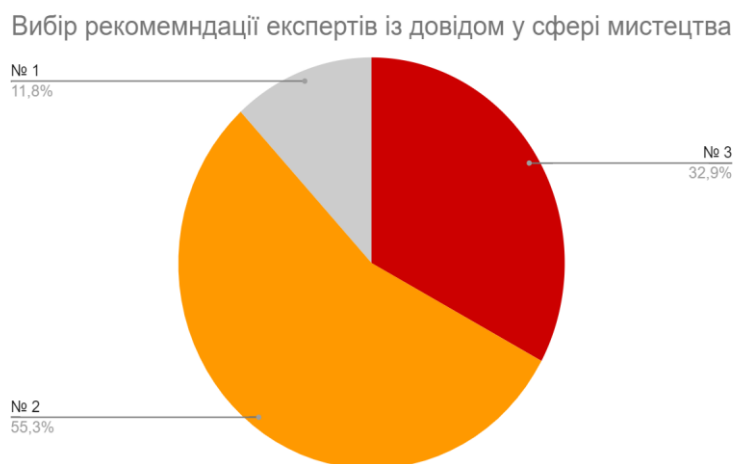


Рисунок 4.12 — Вибір рекомендації експертів

№1 - перша чорно-біла візуальна новела, №2 - друга червоно-блакитна візуальна новела, №3 - третя візуальна новела із асоціативною палітрою кольору.

Маємо 76 експертів із досвідом у сфері дизайну чи мистецтва. Вони вибирають першу візуальну новелу на 1% більше ніж у спільній статистиці та 2,7% більше ніж експерти без досвіду. Для другої новели це становить на 3% менше за спільну статистику та на 8,3% менше ніж експерти без досвіду. І для третьої відповідно більше на 2,1% і 5,6% .

Аналізуючи отримані дані та коментарі експертів бачимо, що незважаючи на переважну більшість голосів за блакитно-червону кольорову схему, експерти з досвідом у творчій сфері трохи більше приділяли увагу першій і третій візуальній новелі. Вони аргументували це тим, що блакитно-червона палітра досить буденна і не пасує сюжету який оповідається на сторінках новели. Багато коментарів зауважували, що перша чорно-біла палітра більше пасувала би історії, якщо б використовувала ненасичені кольори. Коли ж третю палітру вони називали не звичайною, цікавою, яка привертає увагу.

4.2.2 Друга частина опитування.

Експертам один за одним були представлені 5 однакових персонажів з різними палітрами кольору. Їм необхідно було роздивитися кожного з них, проаналізувати і відмітити із широкого вибору характеристик, які більше притаманні персонажам. Вибір включав у себе наступні характеристики: романтичний, чутливий, доброзичливий, теплий, добрий, енергійний, жіночний, практичний, надійний, містичний, нудний, меланхолійний, самотній, спокійний, могутній, креативний, апатичний, холоднокровний, прикидається іншою людиною ніж є, жорстокий, відсутність контролю, злий, заздрісний, принципіальний (рис. 4.13).



Рисунок 4.13— п'ять персонажів із різними кольоровими палітрами.

нок 4.13— п'ять персонажів із різними кольоровими палітрами.

Будуємо діаграми, щоб побачити моду на характеристики для кожного із персонажів (рис. 4.14).

Перший персонаж має переважно чорну та яскраво червону палітру кольору. Червоний присутній не тільки у одязі, але і у очах, і губах.

Характеристика першого персонажу

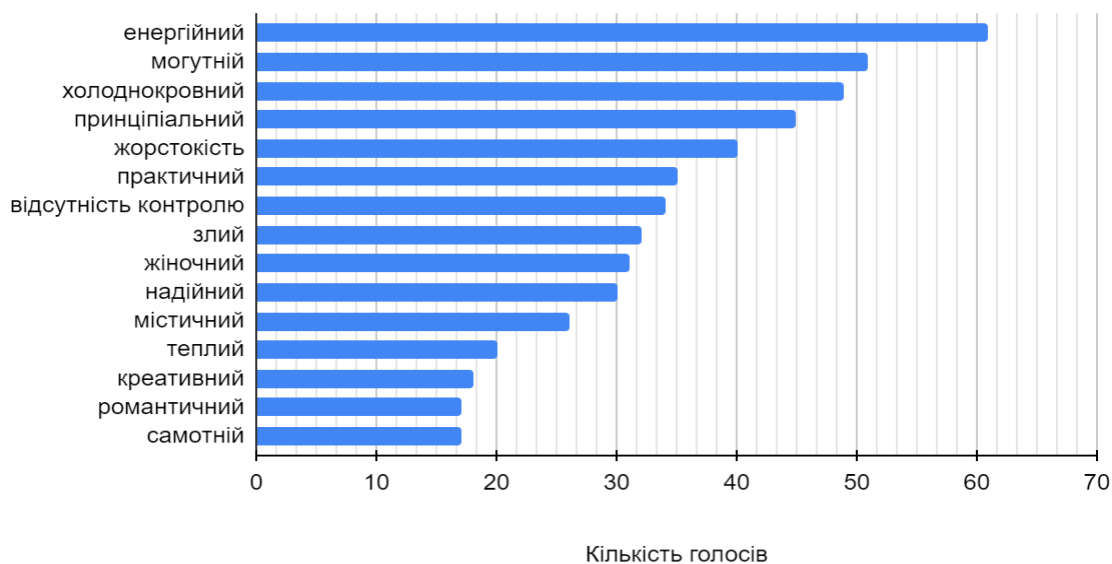


Рисунок 4.14 — Характеристика першого персонажа

Із діаграми бачимо, що експерти охарактеризували персонажа як високо енергійного, могутнього, холоднокровного, принципового та жорстокого. Відповідно до такої характеристики можемо сказати, що кольорова палітра даного персонажу більш підходить для відображення злодіїв, антагоністів.

Зі схожою палітрою чорного і червоного маємо як приклад персонажа Катру із мультсеріалу She-Ra (рис. 4.15). Вона могутня, енергійна, жорстока і

не відступається від своїх принципів. Запальна на характер, вона має роль антагоніста.



Рисунок 4.15 — Персонаж Катра у чорно-червоній палітрі.

Другий персонаж має теплу помаранчеву палітру, із деталями червоного і коричневого (рис. 4.16).

Характеристика другого персонажу

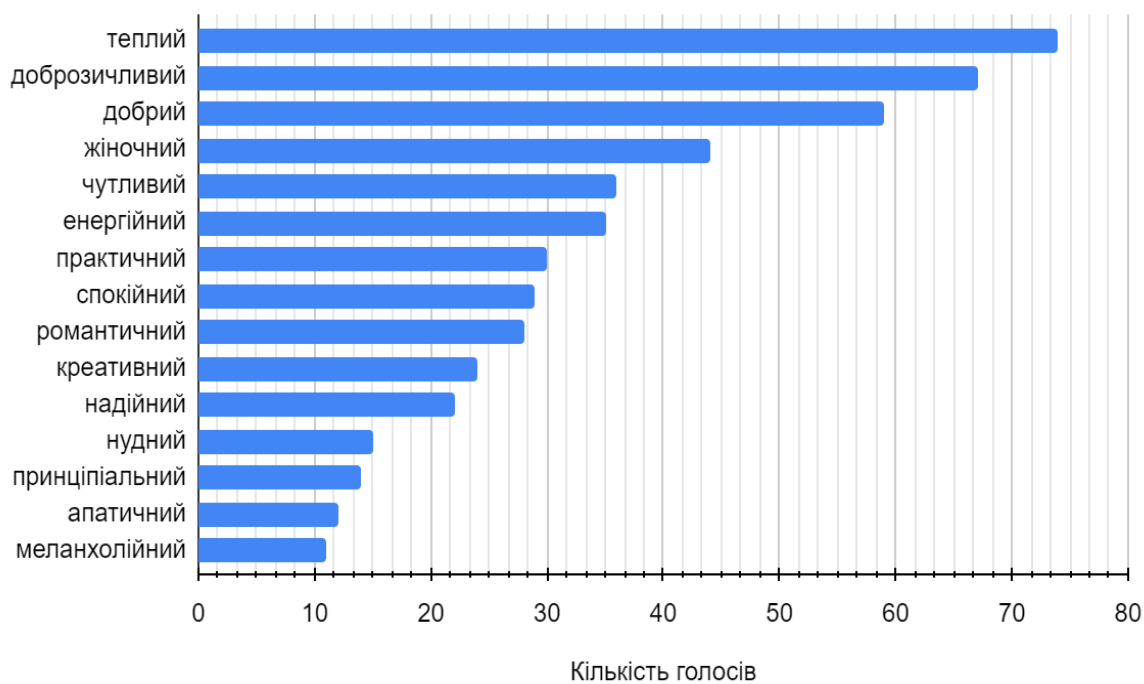


Рисунок 4.16 — Характеристика другого персонажа

Дана діаграма показує, що експерти оцінили палітру другого персонажа як теплу, доброзичливу, добру, жіночу і чутливу, що личить приємній людині і протагоністу.

Використання схожої палітри бачимо у персонажі Епл Джек із мультсеріалу “Мій маленький поні”. Персонаж поводить як практичний, доброзичливий та енергійний (рис. 4.17).



Рисунок 4.17 — Персонаж Епл Джек у помаранчевій палітрі

Третій персонаж пофарбований у контраст білого та чорного із зеленими деталями (рис. 4.18).

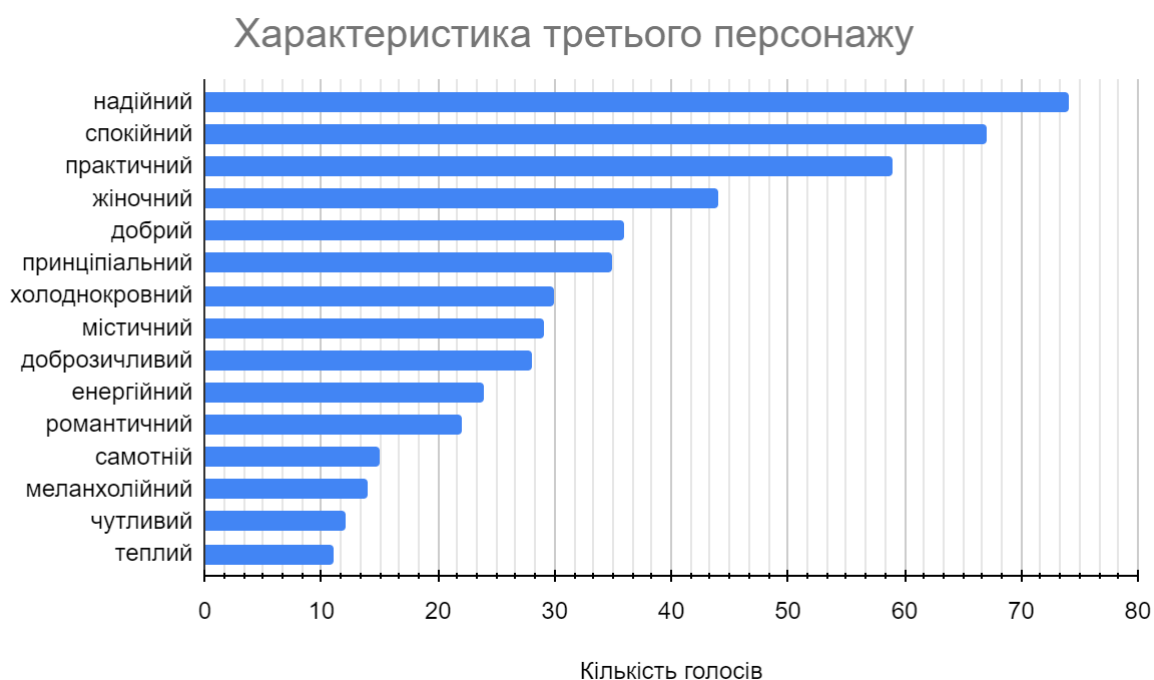


Рисунок 4.18 — Характеристика третього персонажа

Експерти охарактеризували персонажа як надійного, спокійного, практичного, жіночого та доброго. Аналізуючи кольори та їх характеристики, здавалося, що контраст білого та чорного повинні зробити персонажа холодним, але наявність зеленого і зелених відтінків у чорному надає того самого спокою, елегантності та жіночності.

Прикладом такої кольорової палітри у кінематографі може слугувати персонаж Драко Малфой (рис. 4.19) із фільму "Гаррі Поттер". Переважність темних кольорів робить його холоднокровним і практичним, зелений надає спокою, а білий надає елегантності та дещо жіночності.



Рисунок 4.19 — Персонаж Драко Малфой у біло-зелено-чорній палітрі

Четвертий персонаж здебільшого пофарбований у фіолетовий і його відтінки, присутні чорні елементи в одязі (рис. 4.20).

Характеристика четвертого персонажу

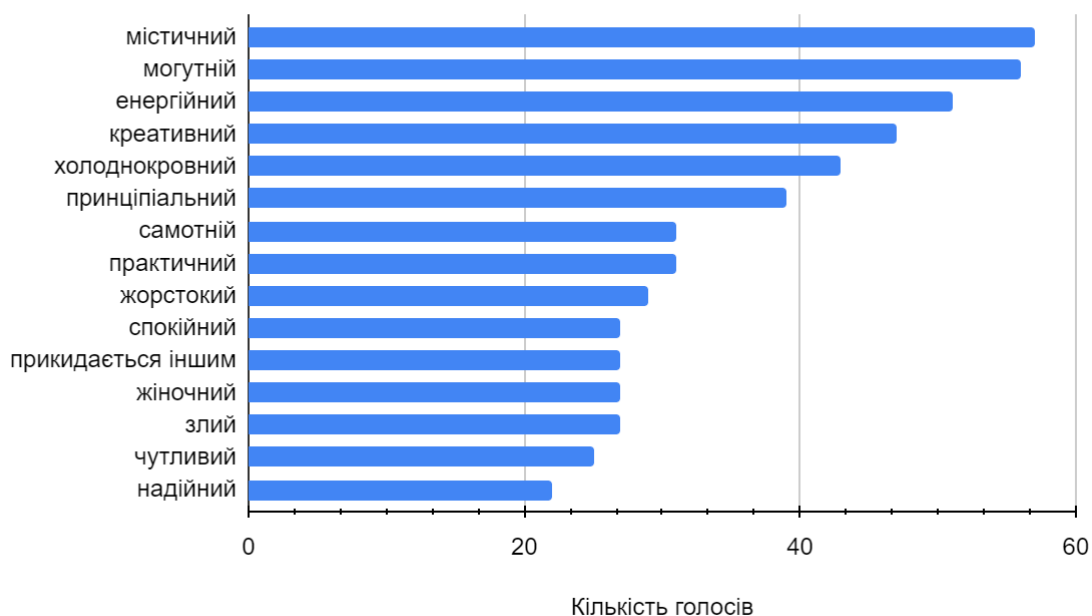


Рисунок 4.20 — Характеристика четвертого персонажа

Із діаграми бачимо, що експерти охарактеризували персонажа як містичного, могутнього, енергійного, креативного та холоднокровного. Із цим набором якостей фіолетовий колір можемо використовувати для створення антигероя.

Приклад персонажу із схожою палітрою бачимо у мультсеріалі She-Ra. Ентрапу можна охарактеризувати як креативну дівчину-генія, інакодумця, енергічну, але самотню. Її не можна назвати злодійкою, але вона хвилюється більше про свої винаходи ніж про оточуючих людей (рис. 4.21).



Рисунок 4.21— Персонаж Ентрапта у фіолетовій палітрі

Останній, п'ятий персонаж пофарбований у різні відтінки рожевого із краплею жовтих елементів (рис. 4.22, рис. 23).

Характеристика п'ятого персонажа

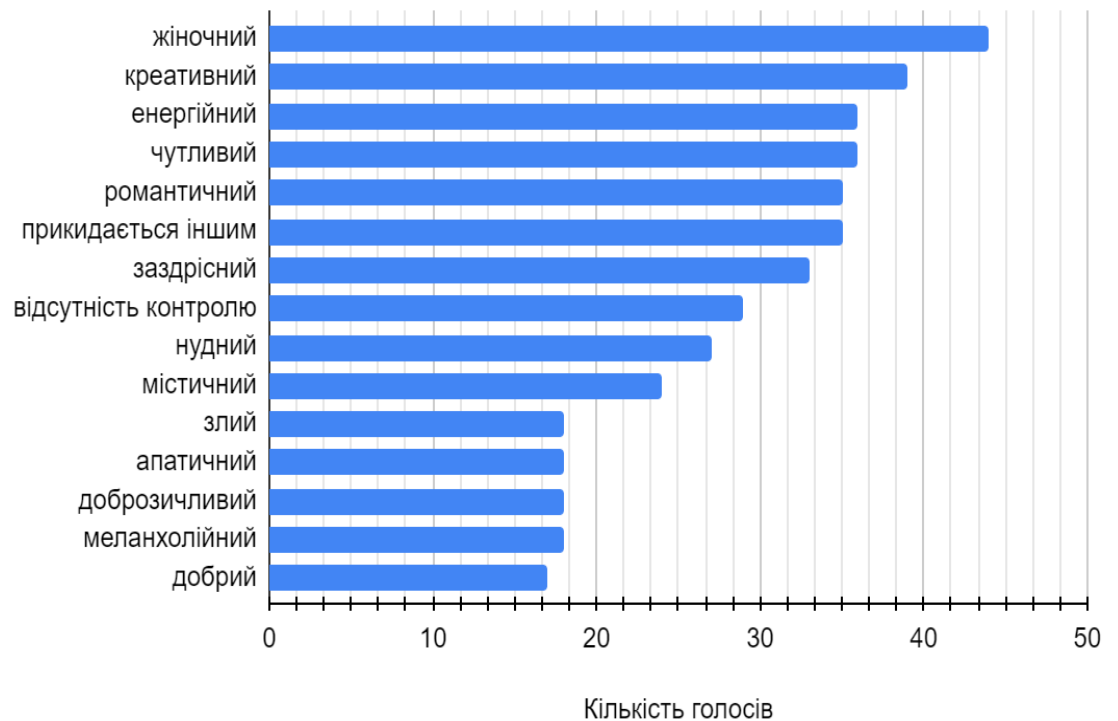


Рисунок 4.22 — Характеристика п'ятого персонажа



Рисунок 4.23 — Персонаж Долорес Амбридж у рожевій палітрі.

Експерти охарактеризували цей варіант як жіночний, креативний, енергійний, чутливий і романтичний. Також не відстає за параметрами і характеристика “прикидається іншим” та “заздрісний”. Із чого робимо висновок, що така палітра підходить для створення легкого жіночого образу, а також для приховання істинної суті персонажу. Подібний прийом ми бачимо наприклад у образі Долорес Амбридж із фільму "Гаррі Поттер та орден фенікса" За рожевим, м'яким і теплим скривається жорстока людина.

Таким чином в цьому розділі наведено опис процесу створення візуальної новели, опис процесу виробництва кожного окремого етапу пайплайна. Було проведено опитування у вигляді анкетування. На основі даних експертних оцінок, зроблений аналіз суб'єктивного сприйняття палітр кольору, їх взаємодію і вплив на емоції глядача.

ВИСНОВКИ

Мета кваліфікаційної роботи – дослідити програмне перетворення кольору і взаємодію з глядачем візуального контенту, який використовує різні палітри кольору. У науково дослідницькій роботі було показано яким чином програмно-апаратне забезпечення може зображувати колір, маніпулювати ним за допомогою спеціалізованих програм і фільтрів. Наочно показана різниця сприйняття глядачем підготовлених зображень. Зібрані і проаналізовані дані експертних оцінок суб'єктивного сприйняття кольору.

Незважаючи на те, що сприйняття кольору суб'єктивне для кожної людини існують певні правила гармонічного їх використання, які були наведені у науково дослідницькій роботі.

У першому розділі було виконано аналітичний огляд методів і засобів зображення цифрового візуального контенту, видів графіки, просторів кольору. Було описано програмне забезпечення, що спеціалізується на певних або широких задачах, їх недоліки і переваги.

У другому розділі наведена система програмно-апаратний комплексу. До апаратної частини належить графічний планшет, монітор, системний блок та контролери у вигляді графічного пера і миші. Програмна частина представляє себе драйвер з'єднання планшета з комп'ютером, програму Adobe Photoshop. Були описані фільтри впливу та корекції кольору. Наведено математичний опис роботи коду, який дозволяє переймати схему кольору з одного зображення і надавати іншому.

Третій розділ - дослідження і класифікація існуючих видів використання кольору як інструменту розповіді. Надані приклади психологічних асоціацій кольору на персонажі.

Четвертий розділ включає в себе опис процесу створення візуальної новели, опис процесу виробництва кожного окремого етапу пайплайна. Було проведено опитування у вигляді анкетування. На основі даних експертних

оцінок, зроблений аналіз суб'єктивного сприйняття палітр кольору, їх взаємодію і вплив на емоції глядача.

В результаті виконання кваліфікаційної роботи було отримано візуальну новелу у трьох палітках кольору, відповідно до технічного завдання. В ході створення візуального контенту були отримані навички роботи з графічним планшетом і функціями спеціалізованого програмного забезпечення, а також придбаний досвід створення опитування методом анкетування і аналізу даних.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Кармазіна Юлія. Кольоротерапія як засіб розвитку творчої уяви дітей старшого дошкільного віку // Черкаський національний університет Богдана Хмельницького — 2020. 93 с.
2. О. О. Супрун, Т. С. Супрун, О. О. Гончаренко. Залежність температури медіа від візуалізації медіаконтенту // Культурологія та соціальні комунікації: інноваційні стратегії розвитку. Харків, 26-27 листопада 2020 р.
3. Цветовые модели CMYK, RGB, Lab, HSB. – 2012. [Електронний ресурс] URL: <http://ciframagazine.com/post.php?id=117> (дата звернення 01.05.2022).
4. Растровая, векторная и фрактальная графика // Интеллектуальная Кобрищина, 2020. [Електронний ресурс] URL: <http://kobriniq.ru/spravochnik-po-informatike/rastrovaya-vektornaya-i-fraktalnaya-grafika/pdf> (дата звернення 01.05.2022).
5. Чичварин Н.В. Обнаружение и распознавание сигналов: Пространственная фильтрация изображений // Материал из Национальной библиотеки им. Н.Э. Баумана. – 2016. [Електронний ресурс] URL: https://ru.bmstu.wiki/Обнаружение_сигнала (дата звернення 01.05.2021).
6. Масленникова А. Статистическая цветокоррекция. – 2005. [Електронний ресурс] URL: <https://www.graphicon.ru/oldgr/courses/cg/assigns/2005/hw2/index.html> (дата звернення 01.05.2022).
7. Янчус В.Э., Борович Е.В. Исследование значения цветового решения в процессе гармонизации кинокадра // Информатика, телекоммуникации и управление. 2016. №4 (252). [Електронний ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-znacheniya-tsvetovogo-resheniya-v-protssesse-garmonizatsii-kinokadra> (дата звернення: 28.06.2022).
7. Филиппова Л.С. Эстетические и научные обоснования природы восприятия цвета // Наука и школа. 2012. №4. [Електронний ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/esteticheskie-i-nauchnye-obosnovaniya-prirody-vospriyatiya-tsveta> (дата звернення: 28.06.2021).

8. Machine Vision and Navigation / Editors: Sergiyenko, Oleg, Flores-Fuentes, Wendy, Mercorelli, Paolo. Springer, Cham.

9. Ivanov M., Sergiyenko O., Tyrsa V., Mercorelli P., Kartashov V.M., Hernandez W., Sheiko S., Kolendovska M. Individual Scans Fusion in Virtual Knowledge Base for Navigation of Mobile Robotic Group with 3D TVS // IECON 2018 - 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society. – P. 3187–3192.

10. I. Koryttsev, S. Sheiko, V. Kartashov, O. Zubkov, V. Oleynikov, I. Selieznov, M. Anohin. Practical Aspects of Range Determination and Tracking of Small Drones by Their Video Observation // 2020 International Scientific-Practical Conference. Problems of Infocommunications. Science and Technology. Kharkiv, Ukraine. October 6-9, 2020. – 5 p.

11. V. Kartashov, V. Oleynikov, O. Zubkov, S. Sheiko. Optical detection of unmanned air vehicles on a video stream in a real-time // The Fourth International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo'2019), 9–13 September 2019, Odessa, Ukraine, 4 p.

12. В.М. Карташов, И.В. Корытцев, С.А. Шейко, В.Н. Олейников, О.В. Зубков, С.И. Бабкин. Оптико-электронные методы обнаружения воздушных объектов и измерения их координат // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – 2020. – Вып. 202. – С. 153 – 159.

13. О.В. Зубков, С.А. Шейко, В.Н. Олейников, В.М. Карташов, И.В. Корытцев, С.И. Бабкин. Исследование эффективности детектирования и распознавания изображений дронов по видеопотоку // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – 2020. – Вып. 202. – С. 136 – 146.

14. И.В. Корытцев, С.А. Шейко, В.М. Карташов, О.В. Зубков, В.Н. Олейников, С.И. Бабкин, И.С. Селезнев. Обработка сигналов при пеленгации и определении дальности до малоразмерных БПЛА в оптическом и инфракрасном диапазонах // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – 2020. – Вып. 202. – С. 125 – 134.

15. В.М. Карташов, В.Н. Олейников, М.М. Колендовская, Л.П. Тимошенко, Н.В. Рыбников, А.И. Капуста. Комплексирование изображений

при обнаружении беспилотных летательных аппаратов // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – 2020. – Вып. 201. – С. 120 – 129.

16. Smirnov School Основи дизайну персонажів. Перебільшення та мова кольору. – 2021. [Електронний ресурс] URL: <https://dtf.ru/gamedev/798603-osnovy-dizayna-personazhey-chast-3-preuvelichenie-i-yazyk-cveta> (дата звернення 03.06.2022).

17. Hazel Romano // How color theory highlights visual storytelling in film — 2019. [Електронний ресурс] URL: <https://blog.kadenze.com/arts-culture/how-color-theory-highlights-visual-storytelling-in-film/> (дата звернення 03.06.2022).

18. Юра Фреш. Цветовые схемы в кино — 2015. [Електронний ресурс] URL: <https://say-hi.me/24-kadra/samye-populyarnye-cvetovye-sxemy-v-kino.html> (дата звернення 03.06.2022).

19. Joni Mercado. Visual storytelling through color — 2010.[Електронний ресурс] URL: <https://garagefarm.net/blog/visual-storytelling-through-color>

20. Troy Sobotka. The Hitchhiker’s Guide to Digital Colour : What the F*ck is Perceptual Colour? — 2022. [Електронний ресурс] URL: <https://hg2dc.com/2022/01/14/question-27/>

21. Troy Sobotka . The Hitchhiker’s Guide to Digital Colour : What the F*ck is a Colour Space? — 2020. [Електронний ресурс] URL: <https://hg2dc.com/2020/01/08/question-17/>

22. James Gurney. Color and Light: A Guide for the Realist Painter — 2010. 224 p.

23. Moviebarcode [Електронний ресурс] URL: <https://moviebarcode.tumblr.com/page/8>

24. SahilSharma. 10 лучших программ для цветокоррекции видео для цветокоррекции вашего видео // Soft for Geek —2022. [Електронний ресурс] URL: <https://softforgeek.com/ru/top-10-color-correction-software>

25. Час мистецької освіти «Теорія і методика виховання художньо обдарованої особистості у закладах мистецької освіти: зб. статей VII

Всеукраїнської наук. - практ. конф. 17-18 жовтня 2019 року) , ч. II / заг. ред. В.В. Фомін – Харків: ХНПУ імені Г. С. Сковороди, 2019 – 268 с.

26. Браэм Г. Психология кольору: збірник/ під ред. С.Л. Удовик. Київ: Ваклер — 2009. 349 с.

27. Миронова Л.Н. Цветоведение: учеб. пособие. // Минск: высшая школа — 1984. 286 с.

28. Якобсон П.М. Психология художественного восприятия. // Москва: Искусство — 1964. 230 с.

29. Колеснік І. Ю. Психолого-педагогічні аспекти формування гармонійного кольоросприйняття. // Хортицька національно-реабілітаційна академія. — 2017. 188 - 194 с

30. Келби С. Цифровая фотография. Том 1. – М.: Вильямс, 2011. – 224 с.