

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Навчально-науковий центр заочної форми навчання
Кафедра Медіасистеми та технології
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 186 Видавництво та поліграфія
Тип програми Освітньо-професійна
Освітня програма Комп'ютерні технології та системи
видавничо-поліграфічних виробництв
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри МСТ _____
(підпис)

« 25 » листопада 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

здобувачеві Білець Дар'ї Юріївні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження впливу вподобань користувачів
на колірне рішення дизайну мультимедійного видання

затверджена наказом по університету від _____ 18.листопада 2024 р. № 190 Стз

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії _____ 15 січня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи

Сайт ХНУРЕ, сайт кафедри МСТ ХНУРЕ, сайти вищих навчальних закладів


4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

Огляд предметної області та постановка задачі дослідження; Методи кластеризації зображень; Колірні палітри; Експериментальна частина кваліфікаційного дослідження; Економічна частина; Висновки

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

Актуальність та мета роботи; Задачі; Дослідження стану проблеми; Метод кластеризації k-середніх; Колірні простори; Типи кольорних палітр; Експериментальна частина; Обробка та аналіз результатів експерименту; Оцінка ефективності розробленої методики; Економічна частина; Висновки.


6. Консультанти розділів роботи


Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	проф. Кулішова Н.Є.		15.01.2025
Економічна частина	ас. Помогалова Н.В.		15.01.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Обґрунтування необхідності проведення дослідження	18.11.2024 – 19.11.2024	виконано
2	Аналіз літературних джерел	20.11.2024 – 02.12.2024	виконано
3	Розробка гіпотези дослідження	03.12.2024 – 04.12.2024	виконано
4	Вивчення теоретичних принципів побудови колірних рішень	05.12.2024 – 09.12.2024	виконано
5	Планування та виконання експерименту дослідження	10.12.2024 – 29.12.2024	виконано
6	Узагальнення результатів експериментальної частини	30.12.2024 – 03.01.2025	виконано
7	Економічна частина	03.01.2025 – 07.12.2024	виконано
8	Оформлення пояснювальної записки	06.01.2025 – 08.01.2025	виконано
9	Оформлення презентації до захисту	09.01.2024 – 12.01.2024	виконано
10	Захист кваліфікаційної роботи	16.01.2025	

Дата видачі завдання 25 листопада 2024 р.

Здобувачка _____ 
(підпис) Білець Д.Ю.

Керівник роботи _____ 
(підпис) проф. Кулішова Н.Є.
(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 57 с., 16 табл., 32 рис., 14 дод., 43 джерела.

КОЛІРНА ГАМА, WEB-САЙТИ, ВІЗУАЛЬНИЙ ДИЗАЙН, КОЛІРНЕ РІШЕННЯ, СПРИЙНЯТТЯ.

В ході запропонованого дослідження визначено ключові особливості використання колірних гам сайтів провідних (станом на 2024 рік) вищих навчальних закладів для , виявлено їх основні характеристики, проаналізовано тенденції використання і проблемні питання в області сучасного дизайну web-сайтів, а також запропоновано методика оцінювання його ефективності.

Об'єктом дослідження є технології оцінювання кольору сайтів . Предмет дослідження – використання колірних гам сайтів для з врахуванням специфіки аудиторії (гендер, вік, національні особливості, сучасні тенденції тощо). Робота показала перспективність запропонованої методики оцінювання та вдосконалення дизайну сайтів вищих навчальних закладів.

ABSTRACT

The Explanatory note of qualification work contains 57 p., 16 tables, 32 fig., 14 app., 43 sources.

COLOR RANGE, WEBSITES, VISUAL DESIGN, DECISION OF COLOR, PERCEPTION.

During the implementation of the proposed study, the key features of the use of color ranges of the websites of the leading (as of 2024) higher educational institutions for their main characteristics were identified, usage trends and problematic issues in the field of modern web site design were analyzed, and a methodology for evaluating its effectiveness was proposed.

The object of the study is the technology of website color evaluation. The subject of the research is the use of color schemes of sites for taking into account the specifics of the audience (gender, age, national characteristics, modern trends, etc.). The work showed the perspective of the proposed methodology for evaluating and improving the design of the sites of higher educational institutions.

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП.....	8
1 ОГЛЯД ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ	10
1.1 Літературні джерела та публікації.....	10
1.2 Методи визначення колірної палітри оформлення сторінок сайтів	14
1.3 Постановка задачі дослідження.....	17
2 МЕТОДИ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ	19
2.1 Формальна постановка задачі кластеризації.....	19
2.2 Кластеризація методом k-середніх.....	22
3 КОЛІРНІ ПАЛІТРИ.....	25
3.1 Колірні моделі	25
3.1.1 Колірна модель RGB	27
3.1.2 Колірна модель CMY	27
3.1.3 Колірна модель Lab	28
3.1.4 Колірна модель HSB.....	29
3.2 Колірні сполучення	30
3.3 Визначення критеріїв для оцінювання	34
4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ	36
4.1 Визначення мети та завдань експериментального дослідження	36
4.2 Результати експерименту.....	38
4.3 Впровадження отриманих результатів	39
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	47
5.1 Характеристика науково-дослідної роботи.....	47
5.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата	47
5.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР.....	48
5.4 Оцінка результатів науково-дослідної роботи.....	52
ВИСНОВКИ	53
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	54

ДОДАТОК А Lab координати десяти основних кольорів сайтів провідних вищих навчальних закладів (головна сторінка).....	58
ДОДАТОК Б Десять основних кольорів сайтів провідних вищих навчальних закладів (головна сторінка)	63
ДОДАТОК В Lab координати десяти основних кольорів сайтів провідних вищих навчальних закладів (сторінки факультетів)	64
ДОДАТОК Г Десять основних кольорів сайтів провідних вищих навчальних закладів (сторінки факультетів)	67
ДОДАТОК Д Lab координати десяти основних кольорів сайтів провідних вищих навчальних закладів (сторінка факультету або кафедри)	68
ДОДАТОК Е Десять основних кольорів сайтів провідних вищих навчальних закладів (сторінка факультету або кафедри)	72
ДОДАТОК Ж Lab координати десяти основних кольорів сторінки факультетів ХНУРЕ	73
ДОДАТОК И Десять основних кольорів сторінки факультетів ХНУРЕ	74
ДОДАТОК К Lab координати десяти основних кольорів сторінки факультету Комп'ютерні науки ХНУРЕ	75
ДОДАТОК Л Десять основних кольорів сторінки факультету Комп'ютерні науки ХНУРЕ.....	76
ДОДАТОК М Lab координати десяти основних кольорів сторінки кафедри МСТ ХНУРЕ	77
ДОДАТОК Н Десять основних кольорів сторінки кафедри МСТ ХНУРЕ.....	78
ДОДАТОК П Lab координати десяти основних кольорів сторінки кафедри МСТ.....	79
ДОДАТОК Р Десять основних кольорів сторінки кафедри МСТ	80

ВСТУП

В епоху комп'ютерних технологій розробляється багато мультимедійних видань, таких як сайти, мобільні додатки, відеоігри тощо. Щоденно мільйони людей користуються всесвітньою мережею, щоб бути в курсі останніх новин, знайти необхідну інформацію для роботи або особистих питань, спілкуватися із друзями. Для цього створюється багато сайтів, головним завданням яких є залучення користувачів.

Однією з особливостей сайту є перше враження, яке людина, переважно, отримує через його ілюстративне наповнення. Відповідно до сучасних досліджень, користувач в перші секунди вирішує – залишатися на сайті або закрити вкладку, тому важливою задачею при розробці дизайну інтерфейсу є виклик інтересу та зацікавленості у потенційного клієнта. При цьому колірна гама сайту є одним з основних факторів при прийнятті позитивного рішення. Вирівнювання зображень, відео та тексту може сприяти його привабливому web-дизайну. Відомо, що web-дизайн сайту має вплив на імідж компанії та відіграє важливу роль в її успіху [1-5].

Основна мета даної кваліфікаційної роботи – підвищення привабливості розроблюваних сайтів завдяки колірному оформленню, яке відповідає вимогам теорії кольору щодо створення палітри.

Актуальність теми кваліфікаційного дослідження полягає в тому, що останнім часом, одна з найцікавіших спільних тем у сфері дизайну та маркетингу є психологія сприйняття кольору, а розвиток інформаційних технологій збільшує можливості у створенні нових сучасних мультимедійних продуктів.

Об'єктом дослідження є колірне рішення дизайну сайтів.

Предмет дослідження – методи кластеризації зображень, методи та положення теорії кольору, що стосуються опису кольорів за допомогою колірних просторів, побудови та використання колірних гам, експертні методи оцінювання.

Для досягнення поставленої мети в ході виконання кваліфікаційної роботи магістра слід вирішити такі завдання:

- аналіз інформаційних джерел, що охоплюють предметну область застосування колірних гам сайтів;
- дослідження автоматичних методів кластеризації зображень;
- аналіз можливості використання існуючих колірних просторів для виявлення палітр на зображеннях сторінок сайтів;
- аналіз існуючих і розробка нових рекомендацій щодо підбору кольорів при розробці дизайну сайтів;
- експериментальна перевірка ефективності розроблених рекомендацій, в ході якої необхідно визначити ключові особливості використання колірних гам сайтів провідних (станом на 2024 рік) вищих навчальних закладів для врахування специфіки аудиторії (гендер, вік, національні особливості, сучасні тенденції тощо), виявити їх основні характеристики, провести аналіз тенденцій використання і проблемних питань в області сучасного web-дизайну.

Теоретична значущість цього дослідження полягає в зборі і систематизації інформації, необхідної для якісного опрацювання колірних гам сайтів провідних (станом на 2024 рік) вищих навчальних закладів.

Практична значущість кваліфікаційної роботи полягає в застосуванні отриманих знань для розробки та вдосконалення процесів розробки дизайну сайтів вищих навчальних закладів, робота може бути використана в інформаційних цілях для зацікавлених осіб.

Для досягнення мети були використані такі методи дослідження, як аналіз літературних джерел, систематизація зібраного за темою матеріалу, класифікація і узагальнення, виявлення структури, проектування, практичне опрацювання. Інформаційну базу проекту складають літературні і навчальні джерела, довідники, ресурси в мережі Інтернет.

1 ОГЛЯД ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Літературні джерела та публікації

Останнім часом, однією з найцікавіших спільних тем у сфері дизайну та маркетингу є психологія сприйняття кольору [6-11]. В статті [12] представлено дослідження з визначення впливу колірної рішення дизайну сайтів маркетингової комунікації (наприклад, сайтів для інтернет-торгівлі) на емоції користувачів. При постійно зростаючій конкуренції традиційні засоби просування товарів стають менш ефективними, тому залучення нових користувачів та підтримка інтересу у постійних користувачів подібних сайтів є одним з завдань у будь-якого інтернет-ресурсу.

Дизайнери використовують свої знання про те, які враження створюють кольори на глядачів, і, таким чином, впливають на споживацький контингент. Вони допомагають виробникам за рахунок кольорів переконати споживачів купити певний товар. Під час здійснення вибору того або іншого колірної рішення розроблювач вирішує два завдання:

- завдання вибору кольору об'єкта (елемента інтерфейсу, тексту або малюнка);
- завдання вибору кольору фону.

У рамках кожного із завдань, силу впливу кольору визначають такі фактори: яскравість, контраст, колірна гама та розмір колірної площини.

Використання яскравих та насичених кольорів може викликати помилкове сприйняття глибини різних об'єктів. Це пов'язано з тим, що об'єкти, пофарбовані в різні насичені кольори, перебуваючи на однаковій відстані від спостерігача, сприймаються ним як такі, що знаходяться на різних відстанях. Використання таких кольорів викликає у глядача асоціацію "плавання" пофарбованих різним чином об'єктів, перед площиною, наприклад, екрана, або

за нею. Іншою причиною, яка обмежує використання яскравих, насичених кольорів є те, що вони відволікають увагу від інших об'єктів.

В роботі [13] представлено процес створення брендбуку для магазину оптики «Optic» (рис. 1.1). Для визначення акцентних кольорів логотипу авторами було проведено опитування серед людей середнього віку. На основі аналізу отриманих результатів було підібрано кольорову гамму, до якої входили білий, чорний та блакитний кольори, а також виділено кілька кольорових поєднань для логотипів, які оцінено у 8 і вище балів, а саме: білий на чорному, білий на блакитному, чорний на білому, блакитний на чорному, блакитний на білому та синій на білому.



Рисунок 1.1 – Брендбук для магазину оптики «Optic»

В роботі [14] визначено основні вимоги до створення Інтернет-сайту освітнього закладу, розкрито особливості сайтів освітніх закладів за призначенням, подано покрокові дії. Авторами зазначено, що колір – це один з найважливіших елементів веб-дизайну, який допоможе привернути увагу користувачів. Вибір правильного кольору – це маленька хитрість, чесна маніпуляція, яка допоможе утримати користувача на сайті і навіть зможе надихнути його на певні дії. Розглянуто декілька правил використання червоного, блакитного, зеленого, фіолетового та помаранчевого кольорів у дизайні.

В роботі [15] автори звертають увагу на те, що колір відіграє важливу роль у забезпеченні інклюзивного та доступного цифрового середовища.

Робота [16] присвячена дослідженню впливу колірної оформлення сайту на його конверсію. Розроблений автором графік залежності активності користувача від кольору (рис. 1.2) демонструє, що стан користувача змінюється від активного до пасивного при зміні колірної рішення від червоного до фіолетового відповідно, а зелений колір відповідає нейтральному стану.

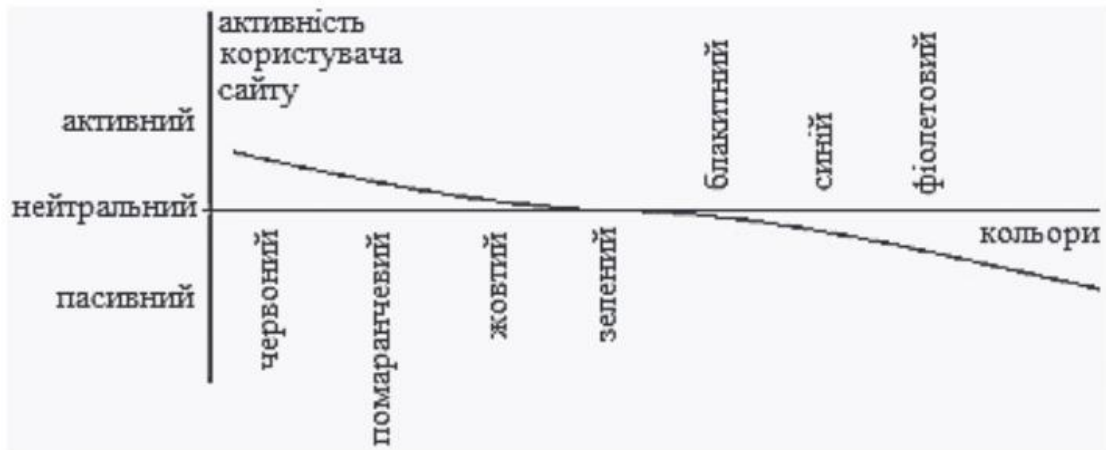


Рисунок 1.2 – Графік залежності активності користувача від кольору

Результатом дослідження розробки методу оцінки та ідентифікації домінуючих кольорів сторінки сайту, автор роботи [16] робить висновок про те, що домінуючи кольори, які виникають при наповненні контентом сторінки, можуть вплинути на конверсію сайту.

Відомо, що колір має психоемоційний вплив на людину. В роботі [17] автори наводять приклади, як основні кольори (червоний, жовтий, синій тощо) впливають на емоції та когнітивні характеристики людини.

Це підтверджується також в роботі [18]. Праця авторів стосується визначення впливу кольору, як елементу web-сайту, на сприйняття надійності у користувачів. Крім того, було враховано контекст цих веб-сайтів, оскільки дослідження показують, що емоції, пов'язані з кольорами, можуть відрізнитися в різних контекстах.

Було проведено експериментальне дослідження, під час якого перше враження про достовірність web-сайтів (фінансові, медичні та юридичні)

вимірювалося у зв'язку з обраною кольоровою схемою. Кожен учасник отримав ідентичний web-сайт, який відрізнявся лише використаною кольоровою схемою – червона, синя, чорна та зелена. Отримані дані показали, що коли той самий сайт представлено з використанням різних колірних схем, web-сайти вважаються такими, що мають різні рівні надійності (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Представлення сайту юридичних послуг в різних колірних схемах

Автори роботи [18] зробили висновок, що колір має статистично значущий, але обмежений вплив порівняно з усіма іншими причинами, чому люди можуть довіряти web-сайті. Загалом синя колірна схема сприймалася як найбільш надійна, а чорна – як найменш надійна.

Американський дизайнер Джо Халлок (Joe Hallock) провів опитування щодо вподобань кольору в залежності від статі, вікової групи тощо. Результати представлено в його роботі «Color Assignment» [19]. Узагальнені дані опитування були представлені у вигляді діаграми (рис. 1.4)

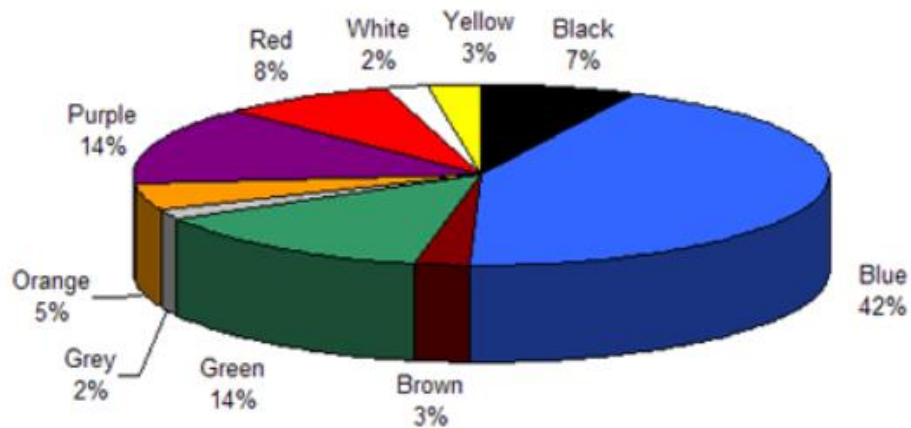


Рисунок 1.4 – Вподобання кольору згідно опитування Джо Халлока
(Joe Hallock)

Згідно діаграми, перевагу синьому кольору віддали всі учасники опитування. Слід зазначити, що у людей синій колір асоціюється з довірою, надійністю, безпекою тощо.

При розробці сайту необхідно враховувати також і контент, до якого відноситься текстова інформація, ілюстрації тощо. Інформація відіграє важливу роль у сучасному світі, а цифрове зображення є джерелом інформації про реальний світ. В роботі [20] надаються рекомендації щодо вибору технології обробки кольорового зображення, який визначається завданнями, що необхідно вирішити.

Враховуючи вищезазначене, можна зробити висновок, що при розробці дизайну мультимедійних видань, наприклад, сайтів, важливе як надання основної інформації, так і вибір колірної гами з врахування специфіки аудиторії (гендер, вік, національні особливості, сучасні тенденції тощо).

1.2 Методи визначення колірної палітри оформлення сторінок сайтів

Коли мова заходить про визначення таких кольорів, які для зображення утворюють гаму, то потрібно брати до уваги, що кількість пікселів в зображеннях складає мільйони, тобто, їх сукупність достатньо велика і її

оброблення має бути виконане в автоматичному режимі. Зараз для цього часто використовують різноманітні методи машинного навчання, що включають попередню обробку, аналіз на основі виявлення градацій, структурних елементів, проведення класифікації, кластеризації та інших завдань вищого рівня, як то: розпізнавання об'єктів на зображеннях, та логічних зв'язків між ними, контекстний аналіз тощо.

Колірні простори також можуть бути корисними під час проведення кластеризації та сегментації зображень. Найчастіше в дослідженнях вживають простори RGB, HSI, CMY, CMYK, YIQ, CIEXYZ, CIEL*a*b*[21], однак, поки що не можна свідчити, що будь-який один з названих має певні переваги під час розв'язання задач, пов'язаних з аналізом колірного вмісту зображень.

Сукупність методів, які застосовують для визначення колірної палітри зображень, може бути розподілена на дві основні групи (рис. 1.5) [22]:

- традиційні ручні методи
- методи, що засновані на використанні комп'ютерних технологій автоматичної обробки зображень.

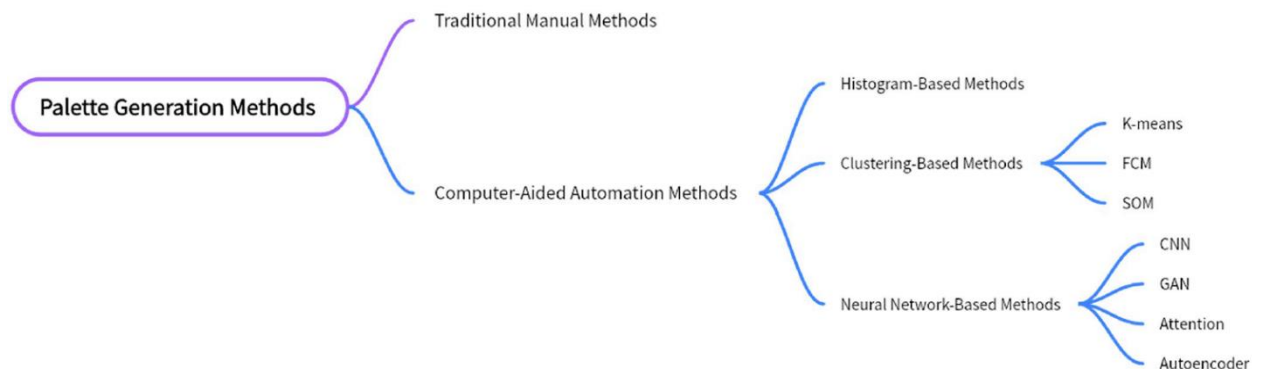


Рисунок 1.5 – Класифікація методів визначення колірної палітри зображень

Ручні методи спираються на суб'єктивні судження про колір, естетичні міркування, досвід та інтуїцію митця. Крім того, ці методи вимагають багато часу висококваліфікованих виконавців, що робить дані методи витратними щодо фінансових та трудових ресурсів.

Методи, які засновані на комп'ютерних алгоритмах автоматичної обробки зображень, економічні, швидкі, надійні та об'єктивні. Саме з цих причин для переважної кількості практичних задач аналізу колірному вмісту зображень застосовують саме комп'ютерні методи. Серед них виділяють алгоритми обробки гістограм, алгоритми кластеризації, та алгоритми з використанням штучних нейронних мереж.

Алгоритми визначення колірної гами на основі гістограми зображення відзначаються високою швидкістю, простотою та надійністю. Основна їх відзнака – можливість аналізу одиночних зображень, такі алгоритми не потребують додаткових наборів даних та часу для навчання. Однак, вони не дозволяють співставляти зміст зображень між собою, не враховують яскравість кольорів, мають складнощі із впровадженням у тримірні колірні простори тощо.

Методи на основі кластеризації – головний напрямок для підходів аналізу колірному змісту. Згідно підходу, в колірному просторі виділяють кілька окремих регіонів, і під час дослідження зображення, його пікселі відносять до того чи іншого регіону, відповідно до кольору пікселя. Ці методи розрізняються за способами визначення регіонів в колірному просторі, за визначенням відмінностей між кольорами пікселів зображення, тощо, але вони залишаються основним інструментом для проведення швидкого, дешевого і надійного автоматичного аналізу кольорів зображень.

Методи з використанням штучних нейронних мереж зараз набирають потужності останніми роками завдяки досягненням генеративного штучного інтелекту. Основна перевага даного підходу – можливість реалізації високорівневих завдань таких, як автоматичний пошук зв'язку між текстовим описом зображення та елементами, які до нього входять, і їх кольорами. Але поки що цей підхід не дуже часто використовується для визначення палітри все існуючих зображень. Головною перешкодою є необхідність тривалого навчання мережевої архітектури на наборах даних, які містять мільйони заздалегідь підготовлених та оброблених зображень, і, хоча автори

заперечують наявність слабкого контекстного зв'язку результатів навчання мереж із властивостями зображень навчальної вибірки, такий зв'язок існує і може впливати на результати аналізу.

Тож, для дослідження колірною змісту зображень сторінок сайтів найбільш доречними будуть кластерні методи автоматичного аналізу зображень.

1.3 Постановка задачі дослідження

Для багатьох дослідників та розробників в галузі веб-дизайну зараз зрозумілим є висновок про необхідність враховувати багато різноманітних чинників під час вибору колірною варіанту дизайну сайту: вік цільової аудиторії, її гендерний склад, призначення та тематика сайту, тенденції у веб-дизайні тощо.

Основна мета даної кваліфікаційної роботи – підвищення привабливості розроблюваних сайтів завдяки колірному оформленню, яке відповідає вимогам теорії кольору щодо створення палітри.

Основна гіпотеза дослідження полягає в тому, що на підставі ретельного аналізу особливостей використання підібраних колірних гам сайтів можливо поліпшити ефективність та якість сайтів, яким треба зробити редизайн.

Об'єктом дослідження є процес розробки дизайну сайту.

Предметом дослідження є методи кластеризації зображень, методи та положення теорії кольору, що стосуються опису кольорів за допомогою колірних просторів, побудови та використання колірних гам, експертні методи оцінювання.

До часткових завдань дослідження входять:

- аналіз інформаційних джерел, що охоплюють предметну область застосування колірних гам сайтів;
- дослідження автоматичних методів кластеризації зображень;

- аналіз можливості використання існуючих колірних просторів для виявлення палітр на зображеннях сторінок сайтів;
- аналіз існуючих і розробка нових рекомендацій щодо підбору кольорів при розробці дизайну сайтів;
- експериментальна перевірка ефективності розроблених рекомендацій, в ході якої необхідно визначити ключові особливості використання колірних гам сайтів провідних (станом на 2024 рік) вищих навчальних закладів для врахування специфіки аудиторії (гендер, вік, національні особливості, сучасні тенденції тощо), виявити їх основні характеристики, провести аналіз тенденцій використання і проблемних питань в області сучасного web-дизайну.

2 МЕТОДИ КЛАСТЕРИЗАЦІЇ ЗОБРАЖЕНЬ

Під час розв'язування поставленої задачі для обробки колірних даних пропонується використовувати один із методів неконтрольованого навчання, тобто тип підходу до машинного навчання, який використовується, коли метою є виявлення та вилучення значущих шаблонів або структур з даного набору даних без попереднього знання цільової змінної чи будь-якого маркування. Така техніка виконання особливо корисна в сценаріях, коли доступні дані великі, складні або різноманітні, і є потреба в цьому отримати уявлення та розуміння даних. Одним із поширених застосувань неконтрольованого навчання є інтелектуальний аналіз даних, де метою є виявлення раніше невідомих зв'язків або асоціацій між змінними. Тому, неконтрольоване навчання є універсальною технікою, яка може допомогти в дослідженні даних, виявленні шаблонів, кластеризації і зменшення розмірності, і може використовуватися в різних областях, наприклад, інтелектуальний аналіз даних [23].

2.1 Формальна постановка задачі кластеризації

Метою кластеризації є згрупування точок даних у підмножини або кластери на основі подібності в їхніх характеристиках або атрибутах. Є два основних типи кластеризації: розділова кластеризація та ієрархічна кластеризація. Розділова кластеризація передбачає поділ даних в фіксовану кількість кластерів, тоді як ієрархічна кластеризація будує ієрархію вкладених кластерів шляхом ітеративного групування схожих кластерів у більші. Обидва методи спрямовані на максимізацію подібності в кластерах, мінімізуючи подібність між кластерами. Отримані кластери можуть виявити розуміння базової структури даних і можуть використовувати для таких завдань, як виявлення аномалій, розпізнавання образів і стиснення даних.

Кластеризація є описовою процедурою (рис. 2.1), вона не робить жодних статистичних висновків, але дає можливість провести розвідувальний аналіз і вивчити «структуру даних». Перевага кластерного аналізу полягає в тому, що дозволяє проводити розбиття об'єктів не за одним параметром, а за набором ознак; він не накладає обмеження на вигляд об'єктів і дозволяє розглядати вихідні дані довільної природи.

Дано множину об'єктів даних $I = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$, кожен з яких представлений набором атрибутів $i_j = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ (числових чи категоріальних). Потрібно побудувати множину кластерів $C = \{c_1, c_2, \dots, c_g\}$ і відображення F множини I на множину C таке, що $F: I \rightarrow C$, $c_k = \{i_l, i_p \mid i_l \in I, i_p \in I, d(i_l, i_p) \leq \sigma\}$ [23].

Тут σ – величина, що обмежує міру близькості для включення об'єктів в один кластер; $d(i_l, i_p)$ – міра близькості між об'єктами, що називається відстанню. Коли $d(i_l, i_p)$ менше значення σ , вважають, що об'єкти близькі і відносять їх до одного кластеру.

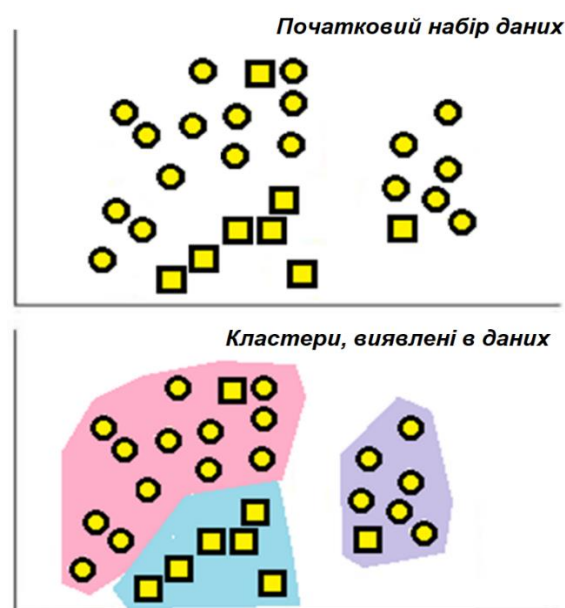


Рисунок 2.1 – Зміст процедури кластеризації

Найскладніше завдання кластеризації – досягти однорідності кластерів і виконати обчислення відстані між точками даних. В більшості практичних завдань використовують Євклідову відстань:

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{(x_{i1} - x_{j1})^2 + \dots + (x_{in} - x_{jn})^2} = \|x_i - x_j\|. \quad (2.1)$$

Для віддалених точок ступінь відмінності посилюється під час використання Євклідової відстані, оскільки розбіжність зводиться у квадрат. Ця формула ефективна для випадків:

- спостереження належать генеральним сукупностям, які описуються нормальним законом, компоненти матриці X взаємно незалежні і мають одну й ту саму дисперсію;

- компоненти вектору спостережень X однорідні за фізичним змістом, отримані за допомогою подібних методів спостереження або виміру;

- кількість атрибутів не більша трьох.

Виділені кластери можуть бути непересічними, або ексклюзивними (non-overlapping, exclusive), або такими, що перетинаються (overlapping).

До характеристик кластерів відносять:

- положення центру (він може бути не один);
- радіус (максимальна відстань від центру);
- розмір (кількість точок у кластері);
- щільність заповнення.

Основні методи кластеризації.

1. Ієрархічні (hierarchical methods) – заздалегідь кількість кластерів не задається, вона визначається з динаміки створення кластерів. В результаті кластеризації будується дерево вкладених кластерів (дендрограма). Розрізняють агломеративні та дивізімні ієрархічні методи (рис. 2.2).

Агломерация: кожен об'єкт спочатку є кластером, кластери, поєднуючись один з одним, формують більший кластер і т.д.

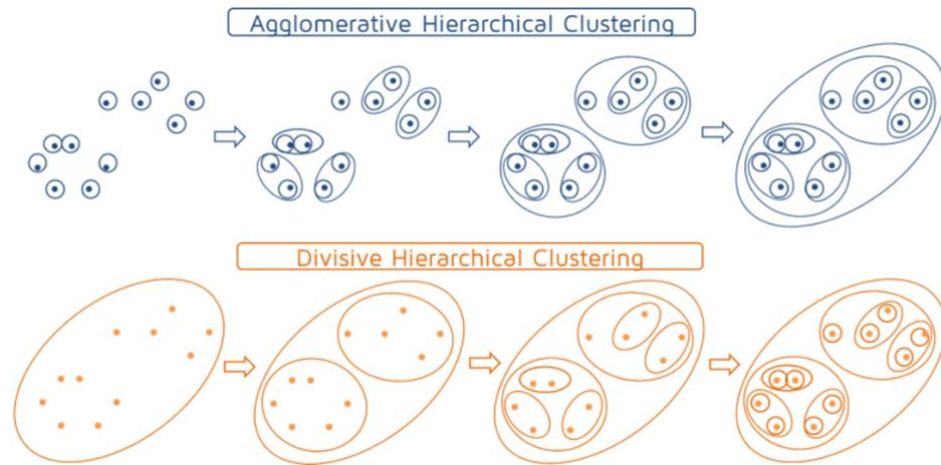


Рисунок 2.2 – Ілюстрація дії ієрархічних методів кластеризації

Дивізімні (partitioning methods) - спочатку весь набір даних розглядається як один кластер, його розбивають на два і т.д., виконуючи таким чином поділ множини точок на k кластерів.

2. Засновані на щільності (density-based methods) – методи, які використовують з'єднання об'єктів в кластер для забезпечення заданої просторової щільності заповнення; методи ігнорують шуми і гарантують знаходження кластерів довільної форми.

3. Сіткові (grid-based methods) – реалізують групування об'єктів у сіткові структури.

4. Засновані на моделях (model-based methods) – використання моделі для знаходження кластерів, що найбільш відповідають даним.

5. Кластеризація високорозмірних даних (high-dimensional data clustering).

6. Методи, засновані на обмеженнях (constrained-based methods).

7. Нечіткі методи (fuzzy clustering).

2.2 Кластеризація методом k -середніх

Алгоритми кластеризації можна оцінити на основі їх здатності створювати значущі та корисні кластери, а також їх обчислювальної ефективності і масштабованості до великих наборів даних. Вибір алгоритму та

підходу до кластеризації залежатиме від конкретних характеристик даних та цілей аналізу.

Серед найпоширенішого класу ієрархічних методів кластеризації існує кілька алгоритмів неконтрольованого машинного навчання, включаючи k-середніх (k-means), міні-серійні k-середніх, Ward та середній зсув. Ці алгоритми зазвичай реалізуються стандартизованим способом, включаючи масштабування даних, створення екземпляра оцінювача, підгонку моделі, призначення кластера (якщо потрібно), і алгоритм оцінки. K-means – це популярний алгоритм для неконтрольованого навчання, який використовується в різних додатках. Міні-пакети k-means – це варіант k-means, який є швидшим і більш масштабованим, що робить його придатним для великих наборів даних. Ward – це ієрархічний алгоритм кластеризації, який можна використовувати з обмеженнями підключення або без них. Середній зсув – це ще один алгоритм кластеризації, який ітеративно переміщує ядро в локальний режим розподілу, що призводить до кластерів різного розміру та форми.

Кластеризація k-середніх має на меті розділити набір спостережень (x_1, x_2, \dots, x_n) , де кожне спостереження є d-вимірним дійсним вектором, у $k \leq n$ кластерів $S = \{s_1, s_2, \dots, s_k\}$, щоб мінімізувати суму квадратів відстаней між точками всередині кластера (WCSS) або дисперсію [24]. Мета полягає в тому, щоб знайти значення S_i , які мінімізують рівняння:

$$\arg \min_S \sum_{i=1}^k \sum_{x \in S_i} \|x - \mu_i\|^2 = \arg \min_S \sum_{i=1}^k |S_i| \text{Var} S_i, \quad (2.2)$$

де $\mu_i = \frac{1}{|S_i|} \sum_{x, y \in S_i} \|x - y\|^2$ - це центроїд або середнє значення точок даних у S_i ,

$|S_i|$ є розміром S_i і $\|\cdot\|$ є L2 нормою. Це є еквівалентно мінімізації попарно квадратичних відхилень точок в межах одного кластера:

$$\arg \min_S \sum_{i=1}^k \frac{1}{|S_i|} \sum_{x,y \in S_i} \|\mathbf{x} - \mathbf{y}\|^2. \quad (2.3)$$

Загальна дисперсія постійна, тому максимізація міжкластерної суми квадратів еквівалентна мінімізації WCSS.

Щоб виконати кластеризацію k-середніх, потрібно виконати такі кроки.

1. Визначити кількість кластерів k, які необхідно створити; підготувати навчальний набір прикладів.

2. Випадковим чином вибрати k центроїдів кластерів.

3. Призначити кожній точці в навчальному наборі найближчий центроїд на основі певної метрики відстані для кожного фіксованого набору центроїдів.

4. Оновити центроїди на основі середнього значення призначених точок даних.

5. Повторювати кроки 3 і 4, доки не буде досягнуто конвергенції, яка зазвичай вимірюється пороговим значенням для мінімальної зміни розташування центроїда.

3 КОЛІРНІ ПАЛІТРИ

3.1 Колірні моделі

Історія розвитку моделей представлення кольору починається з XVI ст. Першим систематизував кольори І. Ньютон, коли, пропускаючи сонячний промінь через тригранну призму, спостерігав утворення спектральної смужки, що складається з гама різних кольорів [25 – 28].

На рис. 3.1 наведено найбільш вагомі (з позиції еволюційного впливу на сьогоденне розуміння кольору) колірні моделі: Ньютона, Воллера, Рунге, Шевреля, Максвелла, Бецоляда, Манселла тощо [25].

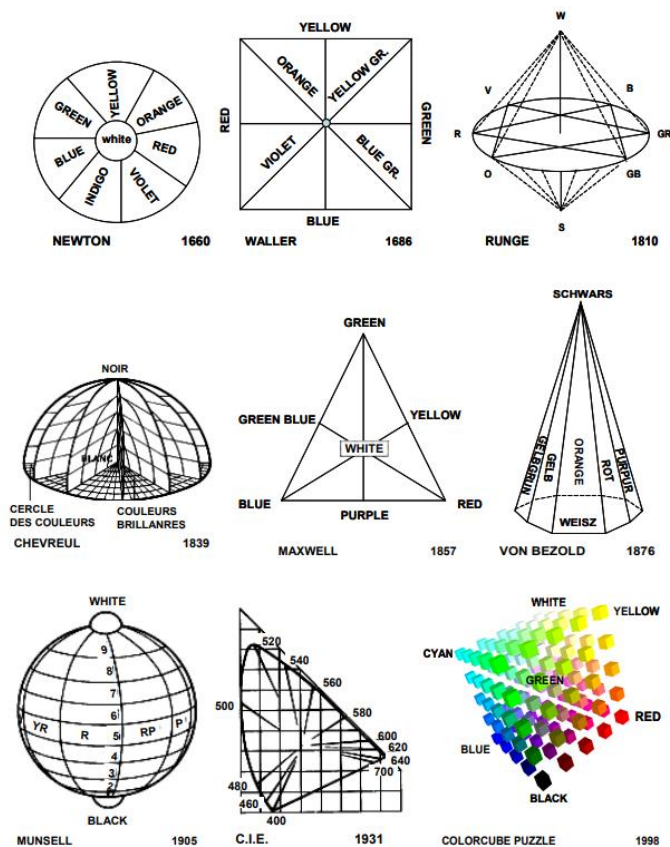


Рисунок 3.1 – Еволюція колірних моделей

Колірні моделі були задумані й удосконалені протягом сторічч такими вченими, як Ісак Ньютон, організаціями такими, як Міжнародна комісія з

освітлення (CIE – Commission Internationale de l'Eclairage), Національним комітетом з телевізійних стандартів, фірмами-виробниками програмного забезпечення й ін. Більшість цих моделей прив'язували колірну гаму до основних геометричних фігур. Кола, які пізніше стали сферами, були найбільш популярними. Також досить часто зустрічалися трикутники, які потім перетворилися в конуси й піраміди. Однак, згодом для відображення видимих кольорів у теорії стали все частіше використовувати квадратні й кубічні моделі.

Серед усіх колірних моделей, на яких варто зупинитися, виділяється сфера Манселла (Munsell Spheres), що є одним із тих стандартів, за якими зараз вимірюються кольори. Колірна сфера (або, як її ще називають, колірне коло) Манселла призначена для показу колірного охоплення поліграфічним способом відтворення.

У цілому колірні схеми можна розподілити на два типи: схеми представлення кольору від випромінюваного й відбитого світла. Усі об'єкти видимі для людини, оскільки вони самі є джерелом світла, або світять відбитим світлом. Базуючись на запропонованих схемах, було проведено ряд наукових і прикладних досліджень та сформовано відповідні моделі колірного представлення.

Базуючись на представленні колірних моделей з позиції еволюції їх вигляду, можна дати таке визначення сучасного поняття "колірна модель", тобто математичного визначення колірного простору.

Колірні моделі можна поділити на два типи – схеми представлення кольору від випромінюваного і відображеного світла. За принципом дії все різноманіття колірних моделей можна умовно розбити на чотири класи: адитивні (RGB), субтрактивні (CMY, CMYK), перцепційні (HSB, HLS, HSV) та універсальні (Lab) [29].

3.1.1 Колірна модель RGB

Ця модель описує випромінювані кольори. Вона заснована на трьох основні (базових) кольорах: червоному (red), зеленому (green) і синьому (blue). Інші кольори виходять сполученням базових [29 – 30]. Кольори такого типу називаються адитивними, тобто в такій колірній моделі здійснюються правила додавання кольорів. Кожен основний колір може мати 256 градацій яскравості (від 0 до 255), що відповідає восьми бітовому режиму. У RGB міститься 2563 або 16 777 216 кольорів.

Модель є збалансованою, тобто додавання трьох основних кольорів із однаковою яскравістю дають відтінок сірого. Білий колір утворюється в результаті додавання хвиль червоного, зеленого й синього діапазонів. Просторовий вигляд моделі наведено на рис. 3.2.

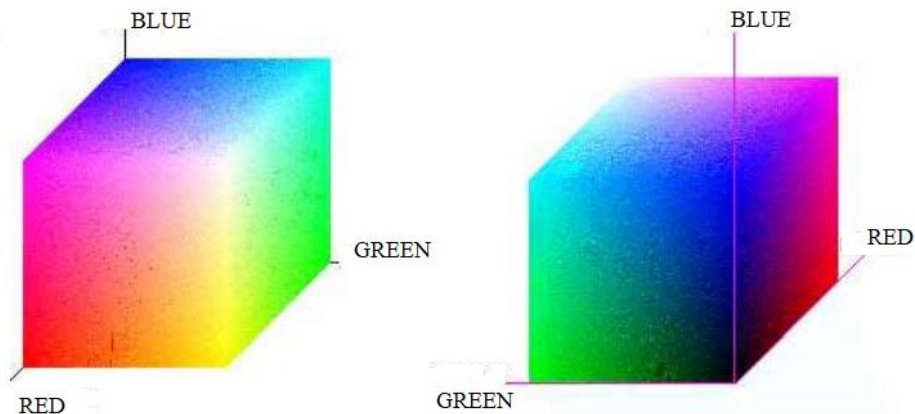


Рисунок 3.2 – Просторове представлення моделі RGB

3.1.2 Колірна модель CMY

Колірна модель CMY (на практиці – CMYK) є основною в поліграфії. Модель CMY, на відміну від RGB, описує кольори, що поглинаються, оскільки після друку зображення людина бачить тільки відбитий колір [29-30]. Кольори, що використовують біле світло, віднімаючи з нього певні ділянки спектра, й називаються субтрактивними. Саме такі кольори й

використовуються в моделі СМУ. Вони утворюються шляхом вирахування з білого адитивних кольорів моделі RGB. Таким чином, основними кольорами в СМУ є блакитний (cyan: білий мінус червоний), пурпурний (magenta: білий мінус зелений) і жовтий (yellow: білий мінус синій). Просторовий вигляд моделі наведено на рис. 3.3.

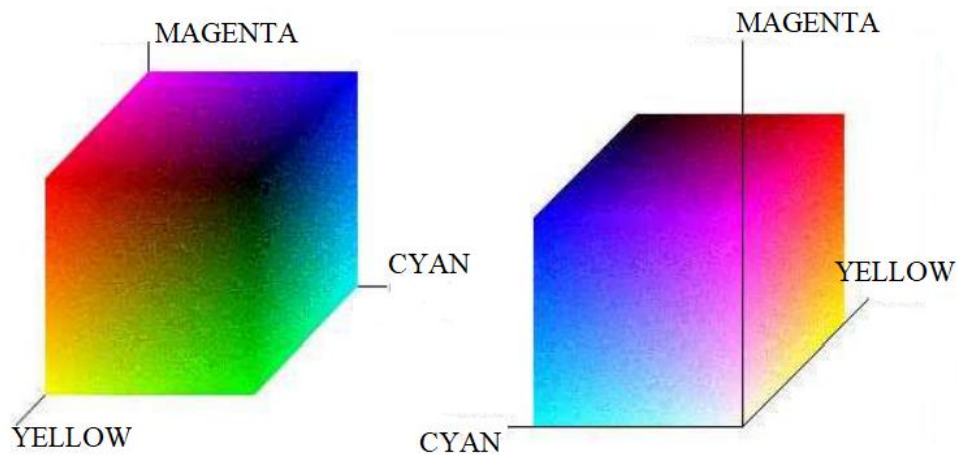


Рисунок 3.3 – Просторове представлення моделі СМУК

Підводячи підсумки із приводу кольірних моделей RGB і СМУК, слід зазначити, що вони є *апаратно залежними*. Якщо йдеться про RGB, то залежно від застосованого у конкретному моніторі люмінофора будуть відрізнятися значення базових кольорів. Щодо СМУК, де йдеться про типографські фарби, особливості друкарського процесу тощо, то однакове зображення може по-різному виглядати на у відбитках на різних сортах паперу. Тому основним завданням під час роботи з кольоровими зображеннями є одержання передбачуваного кольору. Саме це й спричинило інтенсивне використання кольірної моделі Lab [31].

3.1.3 Колірна модель Lab

Колірна модель Lab описує усі видимі кольори й може бути використана для опису кольорів у зображеннях без апаратної прив'язки.

Lab є апаратно незалежною моделлю, призначеною для визначення кольору без урахування індивідуальних особливостей (профілю) пристрою (монітора, принтера, друкарської машини тощо).

Це триканальна модель, у якій колір визначається однією кількісною характеристикою (потужністю випромінювання, яскравістю, світлотою) і двома якісними характеристиками, але не у вигляді окремих монохроматичних випромінювань, а половинками інтервалу спектра випромінювань видимого світла. Тобто в моделі будь-який колір визначається світлотою (Luminance) і двома хроматичними компонентами: координатою a , що змінюється в діапазоні від зеленого до червоного, і координатою b , що змінюється в діапазоні від синього до жовтого [29 – 30]. Тобто, яскравість у цій моделі повністю відділена від кольору. Це робить модель зручною для регулювання контрасту, різкості й інших тонових характеристик. Просторовий вигляд моделі наведено на рис. 3.4.

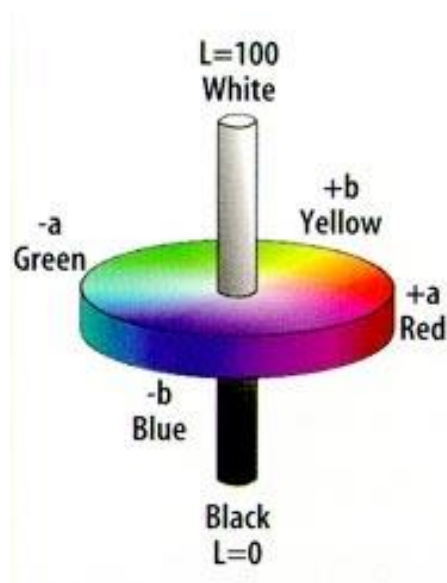


Рисунок 3.4 – Просторове представлення моделі Lab

3.1.4 Колірна модель HSB

Дана колірна модель найбільш проста в розумінні. Крім того, вона може бути застосовна і для адитивних, і для субтрактивних кольорів. Модель HSB

представляє колір у вигляді тону (Hue), насиченості (Saturation) і яскравості (Brightness). Вона ж відома як модель HSL (тон, насиченість і інтенсивність – Luminance) [29-30]. Модель добре погоджується зі сприйняттям людини: колірний тон є еквівалентом довжини хвилі світла, насиченість – інтенсивності хвилі, а яскравість – кількості світла. Це триканальна колірна модель. Будь-який колір у HSB утворюється додаванням до основного спектра чорної або білої фарби. Просторовий вигляд моделі наведено на рис. 3.5.

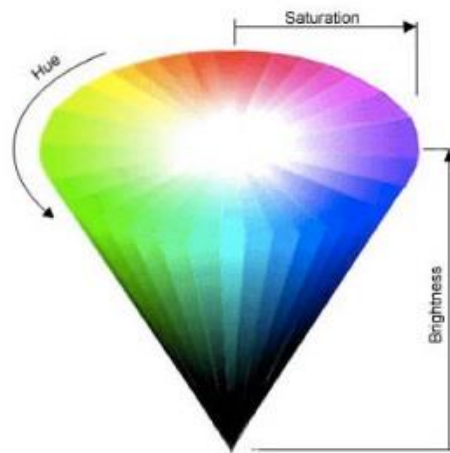


Рисунок 3.5 – Просторове представлення моделі HSB

3.2 Колірні сполучення

Коли йдеться про колірну гармонію, то люди оцінюють враження від взаємодії двох або більше кольорів. Для задоволення оку потрібна ця загальна колірна зв'язка, і тільки в цьому випадку сприйняття кольору досягає гармонічної рівноваги [25 – 28].

Серед нормативних теорій гармонійних сполучень кольорів найбільш цікавими є теорії Рудольфа Адамса, Альберта Манселла, Вільгельма Освальда, В. М. Шугаєва, класифікація колірних гармоній Брюкке, класифікація колірних гармоній за Б. М. Тепловим, теорія гармонійних сполучень за системою В. Козлова. Велику увагу вивченню гармонічних кольорів приділяв Й. Іттен. За його визначенням, гармонійні кольори повинні давати в сумі

ахроматичний колір (білий, сірий чи чорний). Всі пари додаткових кольорів, всі комбінації трьох кольорів, об'єднані в рівносторонні та рівнобедрені трикутники, квадрати та прямокутники, є гармонійними. На його думку, якщо колір співпадає з геометричною формою, то вплив кольору подвоюється [28].

Особливість саме 12-секторного кола полягає в тому, що воно дає повний спектр (послідовність кольорів в спектрі така ж, як у веселці або в природному спектрі). Створений за принципом порядкового зростання спектр дозволяє побачити колірний баланс і гармонію (рис. 3.6).

Сегменти спектра підрозділяються на первинні, вторинні й третинні кольори, їх відтінки й тони. Коло фіксує три первинні кольори (червоний, жовтий і блакитний/синій), які вважаються чистими, тому що не містять інших кольорів [32]. Первинні (primary) кольори утворюють рівнобедрений трикутник усередині кола. Вторинні (secondary) кольори одержують змішанням первинних між собою: жовтий і червоний дають жовтогарячий, червоний і синій – пурпурний/ліловий, а синій і жовтий – зелений. Отримані вторинні кольори (жовтогарячий, фіолетовий і зелений) розташовуються між кожним із первинних кольорів і також утворюють трикутник. Третинні (tertiary) кольори отримують шляхом комбінацій первинних і вторинних кольорів. Відомо шість третинних кольорів: червоно-жовтогарячий, жовто-жовтогарячий, жовто-зелений, синьо-зелений, синьо-фіолетовий і червоно-фіолетовий.

Дані три групи кольорів у рамках субтрактивного синтезу ще називають основними, додатковими й похідними. Однак комбінація "червоний, жовтий, блакитний/синій" не є комбінацією основних кольорів.

Існують такі способи підбору кольорів у колірному колі: тріада, комплементарна (подвійна, альтернативна, розщеплена, тетрадна), монохромна та аналогова [25 – 28].

Найпростіший спосіб підбору кольорів у колірному колі – рівнобедрений трикутник. Використовуються кольори, які виявляються під вершинами. Цей тип підбору кольорів називається тріадною схемою, тобто трійка лінійно незалежних кольорів (рис. 3.7).



Рисунок 3.6 – Побудова гармонічних сполучень у 12-секторному колірному колі на основі використання геометричних фігур

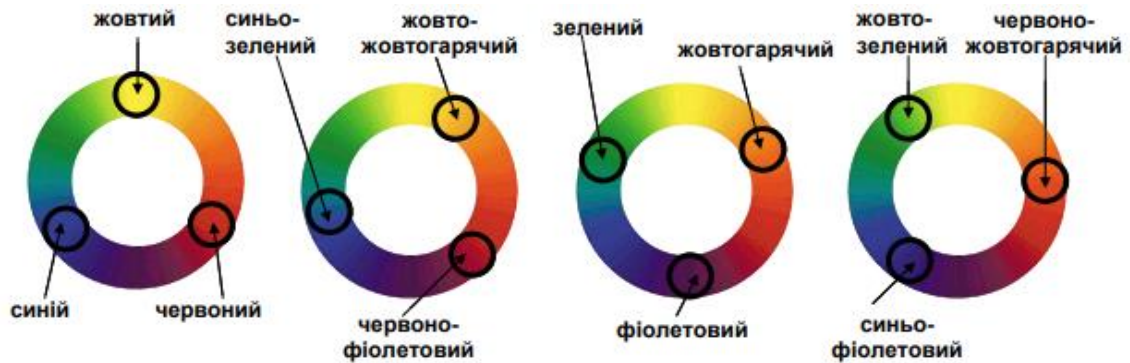


Рисунок 3.7 – Побудова гармонічних сполучень

Кольори, що розташовані в колі прямо навпроти один одного – наприклад, червоний і зелений, називаються комплементарними або доповнювальними (рис. 3.8).



Рисунок 3.8 – Побудова гармонічних сполучень

Існують і більш складні схеми (рис. 3.9):

– можна взяти дві пари комплементарних кольорів – це називається подвійний комплемент (double complement). Прикладом такої комбінації є: жовтий і пурпурний/ліловий, та синій і жовтогарячий;

– іншою схемою є альтернативний комплемент (alternate complement), коли комбінується тріада кольорів із кольором, комплементарним одному з кольорів тріади. Прикладом такої комбінації є: зелений, червоно-пурпурний, червоний і жовтогарячий;

– також існує розщеплений комплемент (split complement), коли береться колір, його комплементарний колір і два прилягаючих до нього кольори;

– останньою схемою є тетрада, коли беруться чотири кольори, що розташовані прямо навпроти один одного. Тобто обирають один первинний, один вторинний і два третинних кольори.



Рисунок 3.9 – Побудова гармонічних сполучень

Описані схеми використовують для підбору комбінацій кольорів, що контрастують. Однак існують два типи схем, де використовуються споріднені кольори, – монохроматична та аналогова. Монохроматична схема використовує один колір і всі його відтінки й варіації (рис. 3.10 а). У разі правильного використання ця схема дає зображенню, композиції акуратний, чистий вигляд. Аналогова схема кольорів використовує кольори, які розташовані по сусідству один з одним на колірному колі (рис. 3.10 б).

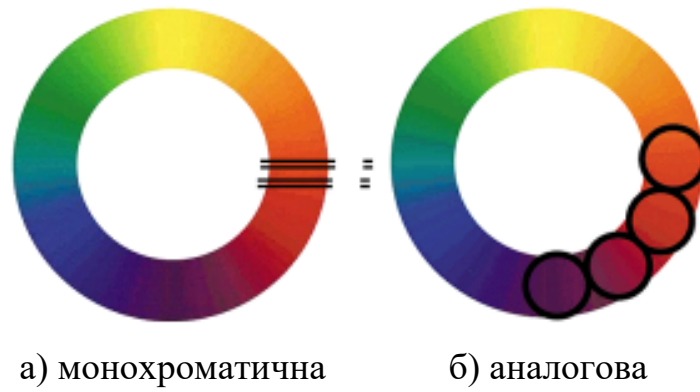


Рисунок 3.10 – Побудова гармонічних сполучень

3.3 Визначення критеріїв для оцінювання

Відоми роботи присвячені оцінюванню якості веб-сайтів [33-34]. На думку автора роботи [35] процес оцінювання якості веб-сайтів складається з кількох етапів. Перший з них – процес проектування оцінювання якості, є його теоретичною основою, містить побудову специфікації вимог до якості сайта, вибір метрик і визначення критеріїв оцінювання, а також побудову моделі для об'єднання елементарних критеріїв (рис. 3.11).

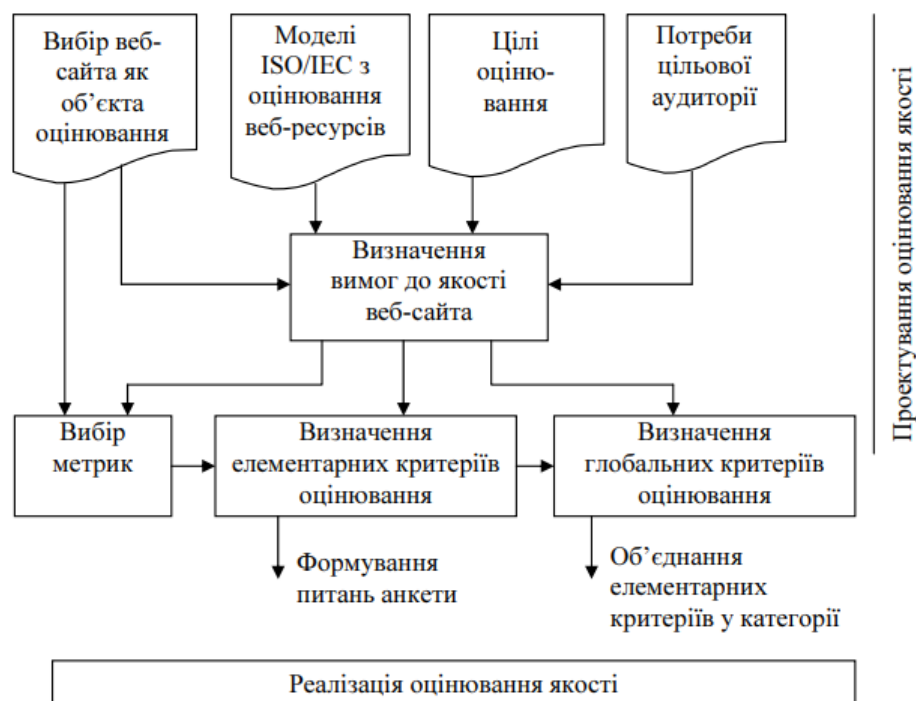


Рисунок 3.11 – Етап проектування оцінювання якості сайта

В роботах [36-39], присвячених розробці дизайну сайтів, надається багато рекомендацій при виборі колірних рішень.

Нами пропонується оцінити колірні рішення за наступними критеріями: відповідність кольорів цільовій аудиторії, відповідність сучасним тенденціям, креативність, заохочення до перегляду сторінки, гармонійність кольорів між собою.

Висновки з розділу.

Аналітичне дослідження літературних джерел та аналогічних проектів дало змогу визначити набір критеріїв, за якими можна в комплексі оцінити якість розроблюваного проекту у порівнянні з іншими проектами.

4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

КВАЛІФІКАЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

4.1 Визначення мети та завдань експериментального дослідження

Мета експерименту – провести аналіз колірного змісту веб-сторінок сайтів успішних вищих навчальних закладів, виявити закономірності формування колірного змісту.

Для досягнення цієї мети необхідно обрати вищі навчальні заклади, отримати зображення веб-сторінок їх сайтів, визначити, які кольори представлені на цих сторінках, яку площу вони займають в зображеннях.

QS World University Rankings [40] – це один з глобальних рейтингів університетів всього світу. Рейтинг складають з аналізу наступних показників: активність та якість науково-дослідної роботи, кар'єрний потенціал випускників та думка роботодавців, навчально-освітня діяльність та інтернаціоналізація.

Обрано 1 – 25 університети з QS World University Rankings 2025: Top global universities для визначення колірних гам сайтів цих університетів.

Було зібрано скріншоти зі сторінками сайтів (три категорії), які цікавлять потенційного здобувача вищої освіти, а саме: головна сторінка сайту (перша категорія), сторінка факультетів (друга категорія) та сторінка факультету або кафедри (третья категорія), що цікавлять абітурієнта. В даному дослідженні до третьої категорії віднесено «Computer Science» або «Engineering».

Загальна кількість опрацьованих скріншотів: перша категорія = 226 шт., друга категорія = 231 шт., третя категорія = 162 шт. Приклади зображень сторінок наведено на рис. 4.1.

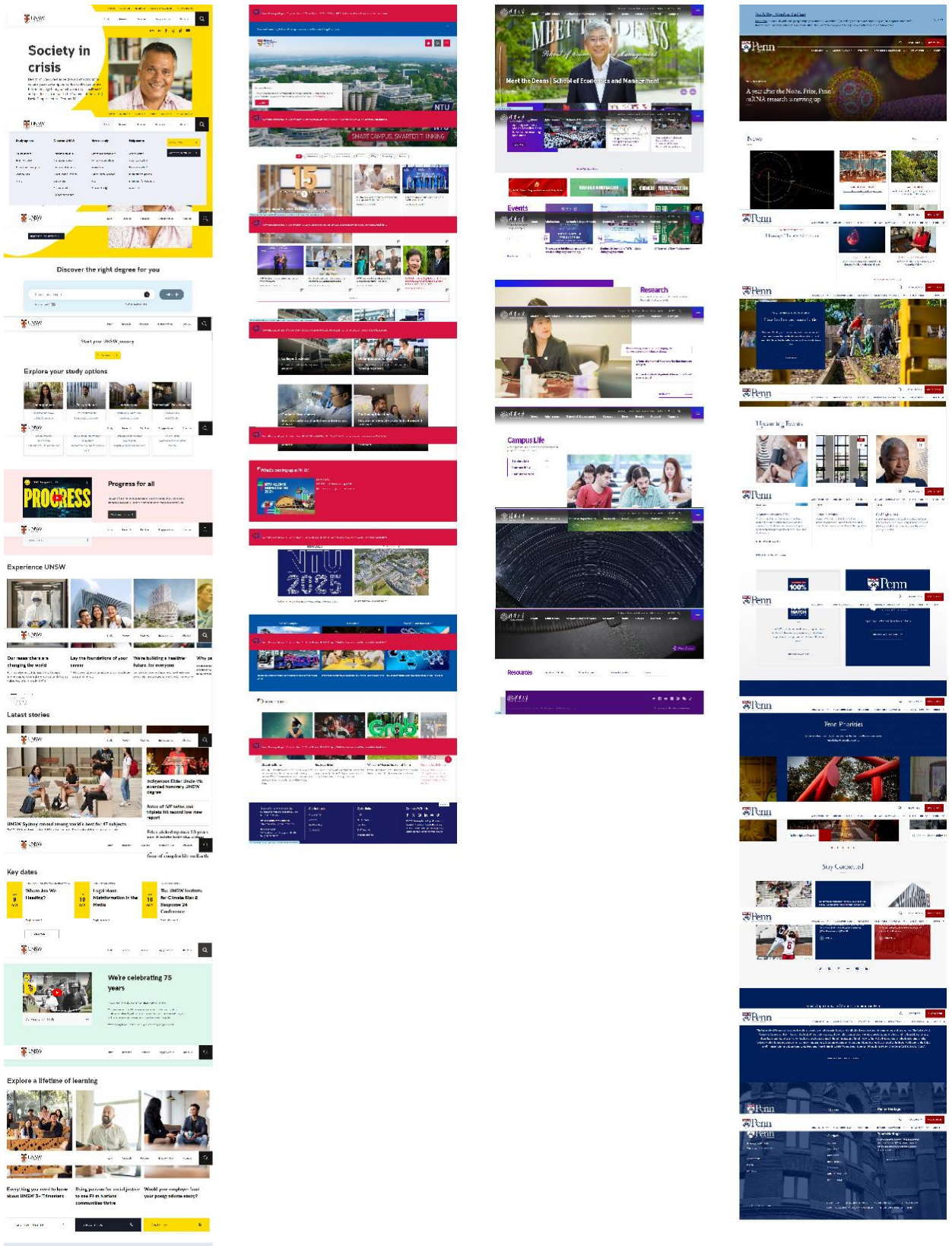


Рисунок 4.1 – Приклади скриншотів сторінок сайтів вищих навчальних закладів

4.2 Результати експерименту

Кожне зображення сторінки сайту було піддано сегментації в колірному просторі CIE Lab. Для цього застосовано метод k-means. Для кожного зображення виділено по десять найбільш застосованих кольорів та визначено площу, яку вони займають на зображенні. Результати виділення основних кольорів сайту ХНУРЕ (головна сторінка) представлені в табл. 4.1, а на рис. 4.2 представлені основні 10 кольорів сайту ХНУРЕ (головна сторінка).

Таблиця 4. 1 – Результат 10 основних кольорів сайту ХНУРЕ (головна сторінка)

Номер кольору	Координати кольору Lab			Площа кольору по відношенню до площі зображення
	L	a	b	
1	27,00	-12,00	-21,00	0,19
2	76,00	-5,00	-6,00	0,08
3	92,00	0,00	0,00	0,16
4	66,00	32,00	39,00	0,00
5	53,00	0,00	0,00	0,03
6	58,00	-11,00	-13,00	0,03
7	100,00	0,00	0,00	0,38
8	80,00	-30,00	-22,00	0,01
9	67,00	-44,00	5,00	0,00
10	42,00	-13,00	-18,00	0,05



Рисунок 4.2 – Десять основних кольорів сайту ХНУРЕ (головна сторінка)

Так само було зібрано дані про сторінки сайтів, які зведені в таблиці результатів та представлені на схемах основних кольорів сайтів провідних вищих навчальних закладів (головна сторінка) (ДОДАТОК А, Б), сторінки

факультетів (Додаток В, Г) та сторінки факультету або кафедри (Додаток Д, Є), сторінки факультетів ХНУРЕ (Додаток Д, Е), сторінки факультету Комп'ютерні науки ХНУРЕ (Додаток Є, Ж), сторінка кафедри МСТ ХНУРЕ (Додаток З, И) та сторінка кафедри МСТ (Додаток І, К).

Що дає похибку в дослідженні: відео, зміна кольору фону або тексту, зміна зображень, спливаючі рядки, зображення замість фону, повний скрін закінчення сторінки може містити частину (зображення) в попередньому скріні.

4.3 Впровадження отриманих результатів

Аналізуючи отримані дані (табл. 4.2 та рис. 4.3) щодо десяти основних кольорів сторінки кафедри МСТ, можна зробити висновок, що в порівнянні з іншими сайтами, вони є тьмяними.

Таблиця 4.2 – Lab координати десяти основних кольорів сторінки кафедри МСТ

Номер кольору	Координати кольору Lab			Відносна площа кольору на зображенні, %
	L	a	b	
1	73	-30	43	0,1
2	15	-2	6	0,03
3	82	1	4	0,04
4	45	-1	2	0,02
5	10	-11	-29	0,1
6	65	0	1	0,06
7	100	0	0	0,6
8	59	55	46	0,0
9	84	-4	-14	0,03
10	41	-10	24	0,02

ResMST



Рисунок 4.3 – Десять основних кольорів сторінки кафедри МСТ

Зображення сторінки сайту кафедри МСТ було піддано сегментації в колірному просторі CIE Lab та отримано 10 кластерів (10 основних кольорів) (рис. 4.4.)



Рисунок 4.4 – Десять основних кольорів сторінки кафедри МСТ

Було запропоновано залишити кольори № 3-6, як кольори текстів, фону сайту тощо, а номери 1–2 та 7–10 замінити на більш яскраві.

Враховуючи те, що кафедра МСТ має логотип з власними фірмовими кольорами та їх характеристику, які представлено на рис. 4.5, за допомогою ресурсу Color Adobe [41] було підібрано 9 альтернатив до п'яти кольорів, в яких одним з головних був один з фірмових кольорів логотипу кафедри МСТ (рис. 4.6).

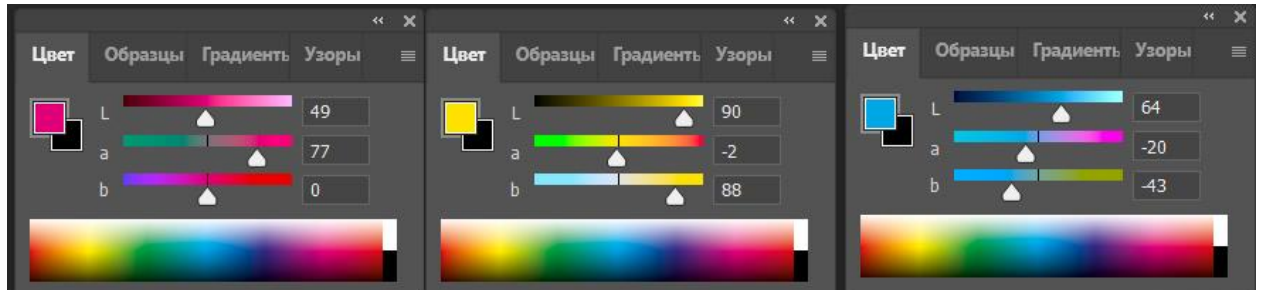


Рисунок 4.5 – Логотип кафедри МСТ та характеристика кольорів логотипу

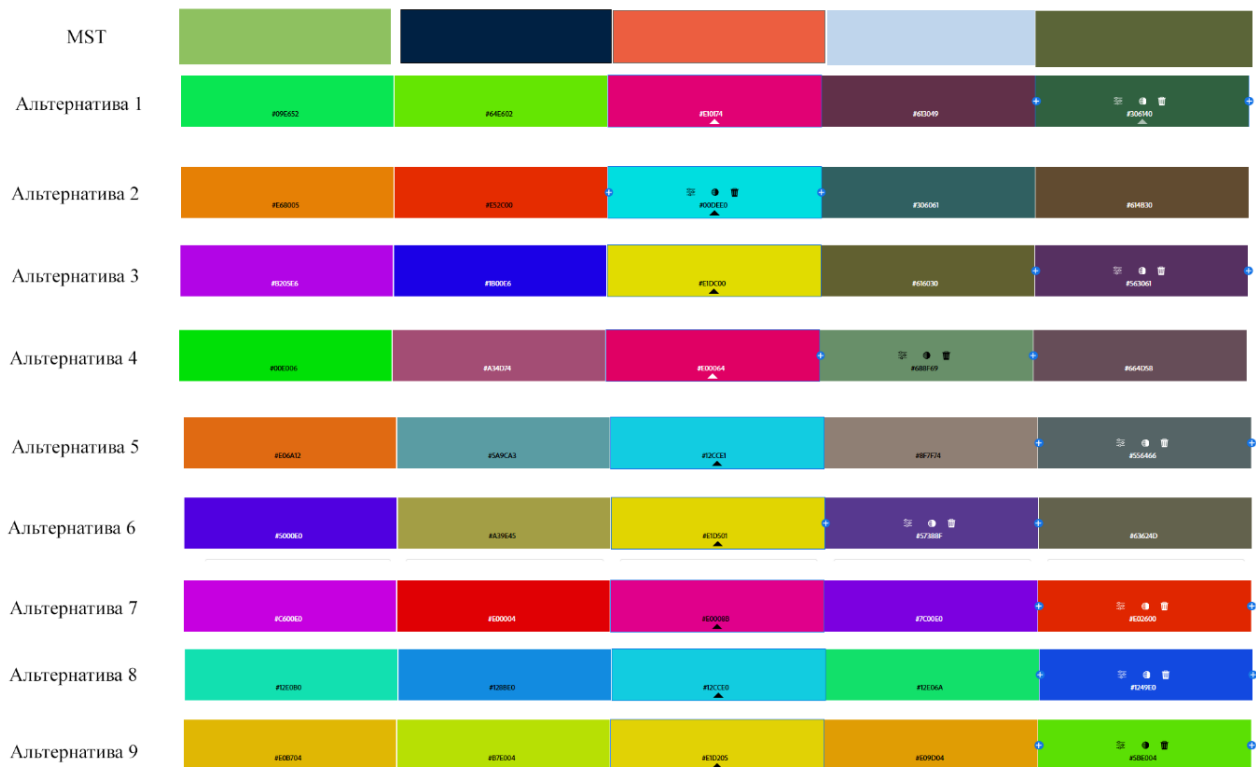


Рисунок 4.6 – Дев'ять альтернатив до п'яти кольорів MST

Для дослідження гіпотези було проведено опитування експертів (викладачів та студентів) за допомогою анкети, в якій було запропоновано оцінити показники 9 альтернатив до п'яти кольорів MST за шкалою та подальший аналіз отриманих відгуків.

Під час застосування експертних методів думки експертів можуть відрізнятися, тому необхідно кількісно оцінювати міру узгодженості думок експертів. Міру узгодженості визначають на основі статистичних даних усієї групи експертів. Для оцінки міри узгодженості думок експертів використовують коефіцієнти конкордації (згоди):

$$W = \frac{12 \cdot S}{n^2 \cdot (m^3 - m)}, \quad (4.1)$$

де m – кількість альтернатив;

n – кількість експертів;

S – сума квадратів відхилень всіх оцінок рангів кожного об'єкта експертизи від середнього значення.

Коефіцієнт W приймає значення в діапазоні $[0; 1]$. Якщо $W = 1$, це означає, що всі експерти присвоїли об'єктам однакові ранги. Чим ближче значення коефіцієнта до нуля, тим менше злагодженими є оцінки експертів [42].

Першим етапом було оцінювання альтернатив експертами від 1 (найкраще) до 5 (найгірше) (табл. 4.1).

Наступним етапом було запропоновано експертам оцінити альтернативи до існуючого рішення за такими критеріями: відповідність кольорів цільовій аудиторії, відповідність сучасним тенденціям, креативність, заохочення до перегляду сторінки, гармонійність кольорів між собою. Результати оцінювання альтернатив експертами методом ранжування за кожним критерієм від 1 (найкраще) до 10 (найгірше) представлено в табл. 4.2-4.6.

В таблиці 4.7 представлено рейтинг альтернатив, де було перевірено узгодженість думок експертів за допомогою коефіцієнтів варіації або конкордації.

Результати розрахунку коефіцієнтів конкордації по кожному критерію наступні: $W_{KP1}=0,012$; $W_{KP2}=0,011$; $W_{KP3}=0,015$; $W_{KP4}=0,012$ та $W_{KP5}=0,011$.

Таблиця 4.1 – Оцінювання альтернатив експертами

№	Оцінки експертів					Строкова сума оцінок	Середня строкова оцінка	Відносні ваги альтер- натив w
	Експ. 1	Експ. 2	Експ. 3	Експ. 4	Експ. 5			
КР 1 - відповідність кольорів цільовій аудиторії	1	1	2	2	1	7	1,4	0,09
КР 2 - відповідність сучасним тенденціям	2	4	1	4	3	14	2,8	0,19
КР 3 - креативність	5	2	3	5	4	19	3,8	0,25
КР 4 - заохочення до перегляду сторінки	3	3	4	1	2	13	2,6	0,17
КР5 - гармонійність кольорів між собою	4	5	5	3	5	22	4,4	0,29

Таблиця 4.2 – Оцінювання за критерієм «відповідність кольорів цільовій аудиторії»

№	Оцінка експерта					Строкова сума оцінок	Середня строкова оцінка	Відносні ваги альтер- натив w	Квадрат відхилення s	Коефіцієнт варіації (V),
	1	2	3	4	5					
MST	1	1	5	7	5	19	3,8	0,07	4,45	0,71
Альтернатива 1	5	2	7	3	9	26	5,2	0,09	0,95	0,55
Альтернатива 2	6	4	10	5	4	29	5,8	0,10	0,55	0,43
Альтернатива 3	8	5	2	6	3	24	4,8	0,09	1,95	0,50
Альтернатива 4	7	6	6	6	7	32	6,4	0,11	2,05	0,09
Альтернатива 5	10	9	5	7	6	37	7,4	0,13	4,55	0,28
Альтернатива 6	9	8	3	4	2	26	5,2	0,09	0,95	0,60
Альтернатива 7	4	10	7	3	8	32	6,4	0,11	2,05	0,45
Альтернатива 8	2	3	6	8	1	20	4	0,07	3,95	0,73
Альтернатива 9	3	7	5	9	10	34	6,8	0,12	3,05	0,42

Таблиця 4.3 – Оцінювання за критерієм «відповідність сучасним тенденціям»

№	Оцінка експерта					Строкова сума оцінок	Середня строкова оцінка	Відносні ваги альтернатив w	Квадрат відхилення s	Коефіцієнт варіації (V),
	1	2	3	4	5					
MST	6	2	4	7	7	26	5,2	0,09	0,7	0,42
Альтернатива 1	7	1	5	7	3	23	4,6	0,08	2,2	0,57
Альтернатива 2	8	6	9	6	8	37	7,4	0,14	4,8	0,18
Альтернатива 3	10	5	1	3	6	25	5	0,09	1,2	0,68
Альтернатива 4	4	8	6	8	4	30	6	0,11	1,3	0,33
Альтернатива 5	3	10	5	8	2	28	5,6	0,10	0,3	0,60
Альтернатива 6	9	9	2	5	5	30	6	0,11	1,3	0,50
Альтернатива 7	2	3	7	2	1	15	3	0,05	6,2	0,78
Альтернатива 8	1	4	6	6	9	26	5,2	0,09	0,7	0,57
Альтернатива 9	5	7	5	7	10	34	6,8	0,12	3,3	0,30

Таблиця 4.4 – Оцінювання за критерієм «креативність»

№	Оцінка експерта					Строкова сума оцінок	Середня строкова оцінка	Відносні ваги альтернатив w	Квадрат відхилення s	Коефіцієнт варіації (V),
	1	2	3	4	5					
MST	10	2	5	8	8	33	6,6	0,12	2,35	0,47
Альтернатива 1	9	1	7	7	3	27	5,4	0,10	0,65	0,61
Альтернатива 2	8	4	9	7	9	37	7,4	0,13	4,35	0,28
Альтернатива 3	2	5	1	4	4	16	3,2	0,06	6,15	0,51
Альтернатива 4	1	8	5	9	2	25	5	0,09	1,65	0,71
Альтернатива 5	7	6	4	7	6	30	6	0,11	0,85	0,20
Альтернатива 6	6	9	2	3	5	25	5	0,09	1,65	0,55
Альтернатива 7	4	3	8	2	1	18	3,6	0,06	5,15	0,75
Альтернатива 8	3	7	10	5	7	32	6,4	0,11	1,85	0,41
Альтернатива 9	5	10	10	5	10	40	8	0,14	5,85	0,34

Таблиця 4.5 – Оцінювання за критерієм «заохочення до перегляду сторінки»

№	Оцінка експерта					Строкова сума оцінок	Середня строкова оцінка	Відносні ваги альтернатив w	Квадрат відхилення s	Коефіцієнт варіації (V),
	1	2	3	4	5					
MST	3	1	4	8	9	25	5	0,09	1,55	0,68
Альтернатива 1	7	2	6	5	8	28	5,6	0,10	0,05	0,41
Альтернатива 2	6	4	10	7	5	32	6,4	0,11	1,95	0,36
Альтернатива 3	9	5	1	4	2	21	4,2	0,07	3,55	0,74
Альтернатива 4	8	8	8	7	6	37	7,4	0,13	4,45	0,12
Альтернатива 5	5	7	6	7	7	32	6,4	0,11	1,95	0,14
Альтернатива 6	10	6	2	3	3	24	4,8	0,09	2,05	0,68
Альтернатива 7	2	9	8	5	1	25	5	0,09	1,55	0,71
Альтернатива 8	1	3	7	5	4	20	4	0,07	4,05	0,56
Альтернатива 9	4	10	6	7	10	37	7,4	0,13	4,45	0,35

Таблиця 4.6 – Оцінювання за критерієм «гармонійність кольорів між собою»

№	Оцінка експерта					Строкова сума оцінок	Середня строкова оцінка	Відносні ваги альтернатив w	Квадрат відхилення s	Коефіцієнт варіації (V),
	1	2	3	4	5					
MST	9	1	3	9	8	30	6	0,10	0,7	0,62
Альтернатива 1	3	2	8	6	7	26	5,2	0,09	1,3	0,50
Альтернатива 2	7	6	10	7	6	36	7,2	0,13	3,7	0,23
Альтернатива 3	10	7	2	8	4	31	6,2	0,11	1,2	0,52
Альтернатива 4	8	9	5	9	3	34	6,8	0,12	2,7	0,39
Альтернатива 5	6	10	3	5	9	33	6,6	0,12	2,2	0,44
Альтернатива 6	5	8	1	7	2	23	4,6	0,08	2,8	0,66
Альтернатива 7	2	4	7	7	1	21	4,2	0,07	3,8	0,66
Альтернатива 8	1	3	4	8	5	21	4,2	0,07	3,8	0,62
Альтернатива 9	4	5	4	8	10	31	6,2	0,11	1,2	0,43

Таблиця 4.7 – Рейтинг альтернатив

Альтернативна пропозиція	Ваги критеріїв					Рейтинг альтернативи
	K1	K2	K3	K4	K5	
	0,09	0,19	0,25	0,17	0,29	
MST	0,07	0,09	0,12	0,09	0,10	0,099
Альтернатива 1	0,09	0,08	0,10	0,10	0,09	0,092
Альтернатива 2	0,10	0,14	0,13	0,11	0,13	0,125
Альтернатива 3	0,09	0,09	0,06	0,07	0,11	0,084
Альтернатива 4	0,11	0,11	0,09	0,13	0,12	0,111
Альтернатива 5	0,13	0,10	0,11	0,11	0,12	0,112
Альтернатива 6	0,09	0,11	0,09	0,09	0,08	0,090
Альтернатива 7	0,11	0,05	0,06	0,09	0,07	0,074
Альтернатива 8	0,07	0,09	0,11	0,07	0,07	0,087
Альтернатива 9	0,12	0,12	0,14	0,13	0,11	0,125

Аналізуючи отримані результати можна зробити висновок про те, що:

- результати розрахунку коефіцієнтів конкордації свідчать про слабку, але узгодженість думок експертів;
- результати розрахунку коефіцієнтів варіації також свідчать про те, що переважна кількість альтернатив по кожному критерію має значення більше 0,2;
- рейтинг альтернатив показує, що із запропонованих альтернатив та існуючого колірною рішення кафедри MST, перше місце в рейтингу має Альтернатива 7, що є підтвердженням запропонованої гіпотези.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Характеристика науково-дослідної роботи

В економічній частині кваліфікаційної роботи дослідження визначено ключові особливості використання колірних гам сайтів провідних (станом на 2024 рік) вищих навчальних закладів для врахування специфіки аудиторії, виявлено їх основні характеристики, проаналізовано тенденції використання і проблемні питання в області сучасного дизайну web-сайтів, запропоновано методику оцінювання його ефективності, а також проведено розрахунок економічної ефективності [43].

Реалізація розробленої методики дозволяє:

- оцінити кольори сайтів;
- надати нові рекомендації щодо підбору кольорів при розробці дизайну сайтів.

5.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата

Під час виконання науково-дослідної роботи (НДР) було проведено аналіз інформаційних джерел, що охоплюють предметну область застосування колірних гам сайтів, виконано дослідження автоматичних методів кластеризації зображень, проведено аналіз можливості використання існуючих колірних просторів для виявлення палітр на зображеннях сторінок сайтів. Після було експериментально перевірено ефективність розроблених рекомендацій, визначено ключові особливості використання колірних гам сайтів провідних (станом на 2024 рік) вищих навчальних закладів для врахування специфіки аудиторії (гендер, вік, національні особливості, сучасні тенденції тощо), виявити їх основні характеристики, провести аналіз тенденцій використання і проблемних питань в області сучасного web-дизайну. Умовно НДР можна розділити на такі етапи: підготовчий, основний і заключний.

Для підготовки проаналізовано можливості використання існуючих колірних просторів для виявлення палітр на зображеннях сторінок сайтів. В основній частині експериментально перевірено ефективність розроблених рекомендацій. У заключній частині оцінено ефективність розроблених нових рекомендацій щодо підбору кольорів при розробці дизайну сайтів, складено та захищено звіт з НДР. Для виконання роботи було залучено 3 особи: web-розробник, заробітна плата – 57 000,00 грн/міс.; дизайнер, заробітна плата – 32 000,00 грн/міс.; тестувальник, заробітна плата – 50 000,00 грн/міс.

Проведемо розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавців робіт. Середньоденна заробітна плата виконавця робіт ($Z_{\text{ср.дн.}}$):

$$Z_{\text{ср.дн.}} = \frac{Z_{\text{ср.міс.}}}{n}, \quad (5.1)$$

де $Z_{\text{ср.міс.}}$ – середньомісячна зарплата виконавця роботи;

n – число робочих днів у місяці, ($n = 22$).

Етапи виконання НДР, перелік і зміст робіт, трудомісткість їх виконання, заробітна плата виконавців робіт представлені у таблиці 5.1.

Таким чином, сума витрат на заробітну плату в межах виконання НДР складе 18114,51 грн.

5.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР

Калькуляція собівартості розраховується відповідно до існуючих нормативних актів України. До складу калькуляції входять такі статті витрат:

- матеріальні витрати;
- витрати на оплату праці;
- єдиний соціальний внесок;
- амортизація основних засобів (вартість машинного часу);
- витрати на спожиту електроенергію;
- інші витрати.

Таблиця 5.1 – Розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавців робіт

Перелік робіт	Кількість виконавців	Посада виконавця	Трудо-місткість робіт, люд.-днів	Середньо-денна заробітна плата, грн	Сума заробітної плати, грн
1. Підготовчий етап					
1.1. Аналіз сучасного стану	1	тестувальник	1	2272,72	2272,72
1.2 Підготовка довідкових матеріалів та даних	1	тестувальник	1	2272,72	2272,72
2. Основний етап					
2.1 Постановка задачі	1	тестувальник	1	2272,72	2272,72
2.2 Розробка методики оцінювання	2	дизайнер	1	1454,54	1454,54
		web-розробник	1	2590,90	2590,90
2.3 Розробка рекомендацій	1	web-розробник	3	2590,90	7772,72
2.4 Формування методики експерименту	1	тестувальник	1	2272,72	2272,72
2.5 Проведення експериментів	1	дизайнер	2	1454,54	2909,09
2.6 Обробка результатів експерименту	1	тестувальник	1	2272,72	2272,72
3. Заключний етап					
3.1 Оцінка використання розробленої методики	1	тестувальник	1	2272,72	2272,72
3.2 Технічне оформлення звіту про виконання НДР	1	тестувальник	3	2272,72	6818,18
Усього			16		35181,81

Витрати на оплату праці розраховуються, виходячи з необхідного для виконання робіт складу й кількості працівників, а також із середньомісячної заробітної плати. Відповідно до проведених розрахунків витрати на оплату праці виконавців роботи дорівнюють 35181,81 грн.

Єдиний соціальний внесок (ЄСВ) є об'єднаним внеском, який регулярно і обов'язково сплачується до системи загальнообов'язкового державного соціального страхування. Цей внесок має на меті забезпечити соціальний захист у випадках, визначених законодавством, та гарантувати право на страхові виплати для застрахованих осіб та членів їхніх сімей у рамках різних видів державного соціального страхування.

Ставка єдиного соціального внеску складає 22 % від витрат на оплату праці, тобто розмір ЄСВ дорівнює 7740,00 грн.

Витрати на електроенергію розраховуються, виходячи зі споживаної потужності пристрою і тарифу на електроенергію. У даному випадку передбачається використання 3-ох комп'ютерів потужністю 0,7 кВт/год. Вартість однієї кВт/год електроенергії прийнято у розмірі 4,32 грн. Витрати на використану обладнанням електроенергію (V_e) розраховуються за формулою:

$$V_e = M \cdot t \cdot T_{кВм}, \quad (5.4)$$

$$V_e = (0,7 \times 72 \times 4,32) + (0,7 \times 32 \times 4,32) + (0,7 \times 24 \times 4,32) = 387,07 \text{ грн.}$$

де M – потужність устаткування, тобто кількість енергії, споживаної за одиницю часу (кВт/година);

t – кількість годин використання устаткування за період проведення науково-дослідницької роботи;

$T_{кВм}$ – тариф, тобто вартість використання 1 кВт електроенергії.

Витрати на обслуговування ЕОМ визначаються з вартості ЕОМ і часу її експлуатації, після закінчення якого, вона підлягає заміні (звичайно цей час не перевищує 3-х років), протягом року ЕОМ використовується 254 робочих дні. Отже амортизація основних засобів розраховується за формулою:

$$AB = \sum_{k=1}^L \frac{BO_k}{TE_k} \times T, \quad (5.5)$$

$$AB = \frac{60000,00 \times 16}{762} = 1259,84 \text{ грн.}$$

де AB – сума амортизаційних відрахувань, нарахованих під час проведення НДР;

BO_k – вартість основних засобів k -го виду;

TE_k – термін експлуатації основних засобів k -го виду, днів;

T – термін НДР, днів;

L – кількість видів обладнання.

Загальна вартість обладнання, що використовується під час виконання НДР, дорівнює 60 000,00 грн.

Підставивши відомі значення у (5.3), визначимо величину амортизаційних відрахувань:

До інших статей витрат відносяться такі:

- адміністративні витрати (водопостачання, водовідведення, освітлення, опалення), які прийнято у розмірі 20 % від витрат на оплату праці;
- вартість оплати послуг зв'язку.

Адміністративні витрати складатимуть 20 % від витрат на оплату праці, тобто дорівнювати 7036,36 грн.

Вартість оплати послуг зв'язку, а саме Інтернет – 160,00 грн за 16 днів виконання НДР.

За період виконання НДР витрати на відрядження, аутсорсинг, інформаційні послуги та маркетингові заходи не мали місця. Протягом розробки матеріальні витрати також не мали місця.

Для виконання НДР використовувалося ряд програмного забезпечення та онлайн платформ. Все використане програмне забезпечення та сервіси безкоштовні. Результати розрахунку кошторису витрат, тобто одноразових витрат, на виконання НДР, наведені у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Кошторис витрат на розробку НДР

№	Стаття витрат	Сума, грн
1	Заробітна плата	35181,81
2	Єдиний соціальний внесок (22 % від п.1)	7740,00
3	Матеріальні витрати	–
4	Амортизація основних засобів	1259,84
5	Витрати на спожити електроенергію	387,07
6	Інші витрати	
6.1	Адміністративні витрати (20 % від п.1)	7036,36
6.2	Вартість послуг зв'язку	160,00
7	Усього витрати	51 765,08

Таким чином, кошторис витрат на виконання даної НДР складає 51 765,08 грн.

5.4 Оцінка результатів науково-дослідної роботи

Результат – це наслідок послідовності дій, виконаних під час НДР, виражений якісно або кількісно. В загальному випадку оцінка результатів НДР – це визначення ефективності отриманих рішень порівняно з сучасним науково-технічним рівнем. Відповідно до теми даного дослідження у якості результату впровадження НДР визначено нові рекомендації щодо підбору кольорів при розробці дизайну сайтів.

Результат ефективності виконання науково-дослідної роботи можна побачити на рис. 5.1 – рейтинг альтернатив, що отримано з даних табл. 4.7.

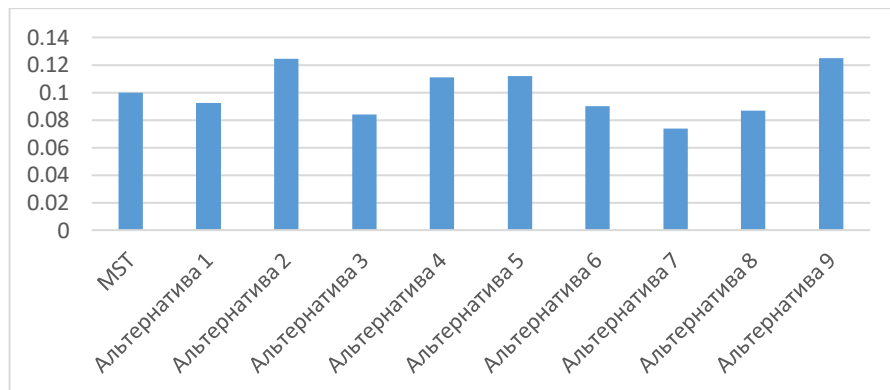


Рисунок 5.1 – Рейтинг альтернатив

Із рисунку видно, існуюче колірне рішення кафедри MST має показник 0,099, а із запропонованих альтернатив Альтернатива 7 має показник 0,074, що кращий за існуючий на 0,025.

Таким чином, отриманий результат свідчить про те, що завдяки результату від впровадження науково-дослідної роботи, буде більшим заохочення користувачів до перегляду сторінки сайтів. Роботу в цілому можна вважати ефективною або такою, що має високий науковий та технічний рівень.

ВИСНОВКИ

У дослідженні відповідно до завдання проведений аналіз літератури і розглянуті основні теоретичні засади щодо впливу вподобань користувачів на колірне рішення дизайну мультимедійного видання. Проведений аналітичний огляд літератури за темою кваліфікаційної роботи, сформульовані гіпотеза дослідження та визначені етапи виконання експериментальної частини кваліфікаційної роботи. Для виконання завдань кваліфікаційної роботи був складений план реалізації проекту. Визначено об'єкти та програмні засоби дослідження. В процесі виконання роботи у рамках сформульованих завдань було виконане наступне:

- проведено аналіз інформаційних джерел, що охоплюють предметну область застосування колірних гам сайтів;
- виконано дослідження автоматичних методів кластеризації зображень;
- проведено аналіз можливості використання існуючих колірних просторів для виявлення палітр на зображеннях сторінок сайтів;
- проведено аналіз існуючих і розроблено нові рекомендації щодо підбору кольорів при розробці дизайну сайтів;
- експериментально перевірено ефективність розроблених рекомендацій, визначено ключові особливості використання колірних гам сайтів провідних (станом на 2024 рік) вищих навчальних закладів для врахування специфіки аудиторії (гендер, вік, національні особливості, сучасні тенденції тощо), виявити їх основні характеристики, провести аналіз тенденцій використання і проблемних питань в області сучасного web-дизайну;
- матеріали кваліфікаційної роботи було апробовано на міжнародних конференціях «Проблеми інформатизації» (м. Харків, 2022), «Information technologies in the modern world: research of young scientists» (м. Харків, 2023) та «Поліграфічні, мультимедійні та web-технології» (м. Харків, 2024).

Таким чином, можна вважати, що результат дослідження відповідає вимогам поставленого завдання, мета дослідження досягнута.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Kuzic J., Giannatos G., Vignjevic T. Web Design and Company Image. // Informing Science and Information Technology. 2010. Vol. 7. P. 99-108. <https://doi.org/10.28945/1195>
2. Dawson L., Kuzic J. Does It Really Matter? First Impressions From A Company's Web Site // BLED 2004 Proceedings, 13, 2004.
3. Дубовик Т.В. Концептуальна модель довіри споживачів до інтернет-магазинів 2014 // Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка Серія «Економіка». 2014. № 7 (160). С. 33-37.
4. Кулішова Н.Є., Білець Д.Ю. Вплив кольорової гами сайту на сприйняття користувача // Проблеми інформатизації. Харків: ХНУРЕ, 2022. Т. 2. С. 112.
5. Бурачек І.В., Верстова В.Я., Ярмолюк Д.І. Психологія кольору з погляду маркетингу // Бізнес-навігатор. 2020. Вип. 1. С. 85-90.
6. Bleicher S. Contemporary Color: Theory and Use. Abingdon, Oxon, New York, NY: Routledge, 2023. 290 p.
7. Кулішова Н.Є., Білець Д.Ю. Вибір колірної рішення під час розробки дизайну сайту // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. 2024. Т. 1. С. 183-184.
8. Al-Rasheed A. S. An experimental study of gender and cultural differences in hue preference // Front. Psychol. 2015. P. 6-30.
9. Jahanian A., Keshvari Sh., Vishwanathan S. V. N., Allebach J.P. Colors – Messengers of Concepts: Visual Design Mining for Learning Color Semantics // ACM Trans. Comput.-Hum. Interact. 2017. № 24, 1, Article 2 (February 2017). P. 1-39.
10. Rathee R., Rajain P. Role Colour Plays in Influencing Consumer Behaviour // International Research Journal of Business Studies. 2019. № 12(3). P 209-222.
11. Shamoï P., Inoue A., Kawanaka H. Color aesthetics and context dependency // Proc. Joint 12th Int. Conf. Soft Comput. Intell. Syst. 23rd Int. Symp. Adv. Intell. Syst. (SCIS&ISIS). 2022. P. 1-7.

12. Колосніченко О., Васильєв О. Колір як складова дизайну інтерфейсів // Актуальні проблеми сучасного дизайну. 2021. Т. 2. С. 130-133.
13. Іваненко Д.О., Розум Т.В. Чинники впливу на впізнаваність бренду у кросмедійній продукції // Технологія і техніка друкарства. 2023. №3(77). С. 104-114.
14. Боднар Л.В. Методичні рекомендації щодо створення Інтернет-сайту освітнього закладу. Одеса: Державний заклад «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського», 2019. 52 с. URL: <http://dspace.pdpu.edu.ua/handle/123456789/2567>.
15. Шипова М.К., Крячко М.О. Роль кольору в забезпеченні інклюзивності у веб-просторі // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. 2024. Т. 2. С. 48-51.
16. Гаврилов В.П. Оцінка впливу колірної і графічної оформлення контенту сайту на його конверсію // Системи обробки інформації. 2020. № 1(160). С. 89-93. <https://doi.org/10.30748/soi.2020.160.11>.
17. Шипова М.К., Вовк О.В. Психоемоційний вплив кольору // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. 2020. Т. 2. С. 11-13.
18. Alberts W.A., Van Der Geest T.M. Color Matters: Color as Trustworthiness Cue in Web Sites. Technical communication (Washington). 2011. № 58(2). P. 149-160.
19. Hallock J. Color Assignment. URL: <https://www.joehallock.com/edu/COM498/> (Last accessed: 10.11.2024).
20. Deineko Z., Zeleniy O., Lyashenko V., Tabakova I. Color space image as a factor in the choice of its processing technology. 2021. P. 389-394.
21. Gonzalez R.C., Woods R.E. Digital Image Processing. New Jersey, US: Pearson Education, 2002.
22. Gao Y., Liang J., Yang J. Color Palette Generation From Digital Images: A Review // Color Research & Application. 2024. P. 1-16. doi.org/10.1002/col.22975.
23. Vasques X. Machine Learning Theory and Applications: Hands-on Use Cases with Python on Classical and Quantum Machines. John Wiley & Sons, 2024.
24. Li H. Machine Learning Methods. Singapore, Springer, 2024. 530 p.

25. Cianci L. *Colour Theory: Understanding and Working with Colour*. 2023.
26. Бондар І.О. Теорія кольору: навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.051501 «Видавничо-поліграфічна справа». Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2016. 164 с. ISBN 978-966-676-630-7.
27. Прищенко С.В. Кольорознавство: навчальний посібник / за ред. проф. Є.А. Антоновича. К.: ДАКККиМ, 2009. 358 с. ISBN 978-966-452-008-6.
28. Іттен Й. Мистецтво кольору. Суб'єктивний досвід і об'єктивне пізнання як шлях до мистецтва. Навчальний посібник. Київ: ArtHuss, 2022. 96 с.
29. Hunt R.W.G. *The reproduction of colour*. Wiley, 2004. 724 p.
30. Field G.G. *The field guide to color reproduction*. GATF Press, 2004. 162 p.
31. Кулішова Н.Є., Чеботарьова І.Б., Ткаченко В.П., Гур'єва Н.С. Підтримка сталості кольору в розподілених репродукційних системах. Монографія. Харків: ООО «Типографія Мадрид», 2013. 192 с.
32. Morioka A., Adams S., Stone T. *Color Design Workbook: A Real-World Guide to Using Color in Graphic Design*. New York, US: Rockport Publishers, 2006.
33. Метод оцінювання якості сайтів / В.П. Ткаченко та ін. // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. 2016. Т. 1. С. 96-98.
34. Антонюк А.С., Пасічник Н.Р. Характеристики якісного веб-сайту (Doctoral dissertation, Тернопіль, ТНЕУ). 2015.
35. Пілат О.Ю. Інформаційна технологія оцінювання якості сайтів // Наукові записки [Української академії друкарства]. 2014. № 1-2. С. 90-99.
36. Вовк О.В., Чеботарьова І.Б., Шипова М.К. Вплив колірної гами навчальної літератури на сприйняття дитиною шкільного матеріалу // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: колективна монографія. Харків: ТОВ «Друкарня Мадрид», 2021. С. 40-55.
37. Bilets D., Kulishova N. *Color in multimedia editions // Information technologies in the modern world: research of young scientists*. 2023. P. 90.
38. Adams S. *The designer's dictionary of color*. Abrams, 2017. 256 p.
39. Adams S. *Color Design Workbook: New, Revised Edition: A Real World Guide to Using Color in Graphic Design*. Rockport Publishers Incorporated, 2017. 240 p.

40. QS World University Rankings. URL: <https://www.topuniversities.com/world-university-rankings>. (Last accessed: 10.11.2024).

41. Adobe Color URL: <https://color.adobe.com/create/color-wheel> (Last accessed: 10.11.2024).

42. Кулішова Н.Є. Системний аналіз та підтримка прийняття рішень: методичні вказівки до лабораторних робіт. Харків: ХНУРЕ, 2023. 92 с.

43. Методичні рекомендації до виконання економічної частини дипломних проектів, робіт для студентів денної та заочної форми навчання усіх спеціальностей / Л.В. Соколова, О.І. Горбач, С.В. Гришко, Є.В. Діденко, Л.В. Левченко, Г.М. Путятіна, В.Г. Харченко. Харків: ХНУРЕ, 2015. 49 с.