

МИСТЕЦТВОЗНАВСТВО

УДК 77.034.4:004.021.2/.3

DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863/70-1-7>

Вікторія БАРАБАШ,

orcid.org/0009-0008-7331-4920

*студентка II курсу магістратури факультету соціальної педагогіки та психології
Запорізького національного університету
(Запоріжжя, Україна) victoriabara2579@gmail.com*

Ганна ЧЕМЕРИС,

orcid.org/0000-0003-3417-9910

*PhD, доцент,
завідувач кафедри дизайну
Запорізького національного університету
(Запоріжжя, Україна) Anyta.Chemeris@gmail.com*

АНАЛІЗ, СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОЛЬОРОЗРІЗНЕННЯ ЗГІДНО ФОРМ ДАЛЬТОНІЗМУ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ МАНУАЛУ ДЛЯ ДИЗАЙНЕРІВ «СПЕКТР ЗОРУ»

Актуальність інклюзивної освіти на сьогоднішній день є безперечним фактом в освітній діяльності. Важливість розуміння психічних, фізіологічних та генетичних особливостей людського організму, дозволяє дизайнерам продукувати ергономічний дизайн, адаптуючи простір для комфорту кожного. Роль інклюзивної освіти в професійно-навчальній діяльності допомагає студентам глибше розуміти проблематику функціональності та ефективності дизайну, стимулювати критичне мислення та творчий підхід до вирішення проблем доступності. Такий підхід дозволяє породити нове покоління дизайнерів, які враховують принципи інклюзивності в своїй творчості, сприяючи побудові універсального суспільства, де кожна людина має можливість користуватися продуктами та сервісами незалежно від індивідуальних особливостей. Інклюзивна освіта виступає як каталізатор для формування у студентів не лише професійних технічних навичок, а й соціальної відповідальності, сприяє розвитку толерантності, емпатії задля створення справедливого та рівноправного суспільства. Для проектування мануалу для дизайнерів з кольоророзрізнення згідно форм дальтонізму «Спектр зору» було проаналізовано фізіологічні можливості перцепції кольорного спектру різними формами кольорного зору, систематизовано та візуалізовано теоретичний матеріал на сторінках навчально-практичного мануалу «Спектр зору». Мануал «Спектр зору» слугуватиме корисним інструментом для дизайнерів у навчальній і професійній діяльності, допомагаючи їм створювати візуальний контент, адаптований до сучасних вимог, забезпечуючи його доступність для всіх користувачів, незалежно від їхньої форми кольорного сприйняття. Дослідження теоретичних засад кольоророзрізнення та особливостей дальтонізму може сприяти поглибленню розуміння теми кольорного зору та мотивації до застосування набутих знань у дизайн-проектах.

Ключові слова: *кольоророзрізнення, інклюзивний дизайн, універсальний дизайн, дальтонізм, кольорова сліпота, мануал для дизайнерів.*

Viktoriia BARABASH,

orcid.org/0009-0008-7331-4920

*Student of the 2nd year of the Master's degree at the Faculty of Social Pedagogy and Psychology
Zaporizhzhia National University
(Zaporizhzhia, Ukraine) victoriabara2579@gmail.com*

Hanna CHERMERS,

orcid.org/0000-0003-3417-9910

*PhD, Associate Professor,
Head of the Design Department,
Zaporizhzhia National University
(Zaporizhzhia, Ukraine) Anyta.Chemeris@gmail.com*

ANALYSIS, SYSTEMATIZATION, AND VISUALISATION OF COLOUR PERCEPTION FEATURES ACCORDING TO DALTONISM FORMS FOR DESIGNERS' MANUAL DEVELOPMENT "SPECTRUM OF VISION"

The relevance of inclusive education today is an indisputable fact in educational activities. The importance of understanding the mental, physiological and genetic characteristics of the human body allows designers to produce ergonomic design, adapting the space for everyone's comfort. The role of inclusive education in professional and educational activities helps students to better understand the issues of functionality and efficiency of design, stimulate critical thinking and creativity in solving accessibility problems. This approach allows us to create a new generation of designers who take into account the principles of inclusiveness in their work, contributing to the construction of a universal society where everyone has the opportunity to use products and services regardless of their individual characteristics. Inclusive education acts as a catalyst for students to develop not only professional technical skills, but also social responsibility, promotes tolerance and empathy to create a fair and equal society. To design the "Spectrum of Vision" manual for designers on color discrimination according to the forms of color blindness, we analyzed the physiological capabilities of color spectrum perception by different forms of color vision, systematized and visualized the theoretical material on the pages of the "Spectrum of Vision" educational and practical manual. The "Spectrum of Vision" manual will serve as a useful tool for designers in their educational and professional activities, helping them to create visual content adapted to modern requirements, ensuring its accessibility to all users, regardless of their form of color perception. The study of the theoretical foundations of color vision and the peculiarities of color blindness can help to deepen the understanding of color vision and motivate the application of the acquired knowledge in design projects.

Key words: color perception, inclusive design, universal design, daltonism, colour blindness, manual for designers.

Постановка проблеми. Завдяки фізіології, око людини може сприймати від 100, а в рідких випадках, до 100 мільйонів кольорів (тетрахроматія). Таке бачення дозволяє осягати світ у всій його красі, проте, існують виключення. Люди з обмеженими можливостями, часто стикаються зі складностями пристосування до звичних для пересічної людини умов, через лімітовані фізичні та психічні можливості. За оцінками експертів Всесвітньої організації охорони здоров'я на 2023 рік, приблизно 1,3 мільярда людей – або 16% населення планети сьогодні мають значну інвалідність, зокрема колірну сліпоту (World Health Organization). Колірна сліпота може завдавати дискомфорту: у виборі професії, працевлаштуванні, налагодженні стосунків та елементарних повсякденних рішеннях. Статистика (Colorblind People Population!, 2022), показує, що в світі налічується понад 350 мільйонів дальтоніків і щороку ця цифра зростає відповідно до демографії. Для полегшення життя людей, експерти з різних галузей, розробляють проекти з урахуванням універсального та інклюзивного дизайнів: послуговуючись психологією, ергономікою, естетикою, вирішуючи актуальні проблеми сучасності та адаптуючись до тенденцій в світі.

Аналіз досліджень. У різні роки дослідженням кольорознавства та аномалії колірною сприйняття займалися такі відомі вчені як, Платон, Аристотель, І. Ньютон, Дж. Дальтон, С. Ішихара, Ф. Лантоні, Дж. Вальд, М. Бойтон, Г. Гемгольц та ін. Серед наукових праць українських дослідників, особливе місце посідають праці В. Заплатинського

(2017), Л. Крестьянполь, М. Ковальчук та О. Вашкевич (2023). На особливу увагу заслуговують аналітичні праці Т. Балбус та ін. (2023), І. Мінтій та ін. (2018), А. Чуркін та М. Безменова (2020). Питання універсального дизайну висвітлено у дослідженні (Чемерис, Брянцева, 2021).

Мета статті – полягає у здійсненні дослідно-пошукового аналізу, систематизації та візуалізації особливостей кольоророзрінення для проектування мануалу для дизайнерів з кольоророзрінення згідно форм дальтонізму «Спектр зору».

Виклад основного матеріалу. Завдяки фізіології, око людини може сприймати від 100, а в рідких випадках, до 100 мільйонів кольорів (тетрахроматія). Процес перцепції кольорів відбувається завдяки спеціальним світлочутливим клітинам: паличкам та колбочкам, які знаходяться в сітківці ока, та реагують на зовнішні стимули (World Health Organization, 2023). В сітківці людини налічується приблизно 130 мільйонів паличок і 7 мільйонів колбочок, а фоторецепція відбувається завдяки здатності цих клітин перетворювати світлові подразники на нервові сигнали, які передають в мозок необхідну інформацію для подальшої обробки і перцепції (Овчинников та ін., 2011: 11). Кожна з трьох видів фоторецепторів (колбочки), має чутливість до світла певної довжини. Дані колбочки, мають відповідні назви S (Small – короткі), M (Medium – середні), L (Large – великі), залежно від довжини хвиль світла, яку вони поглинають (рис. 1). Така модель отримала скорочену назву "SML color space" (Горло, Мінтій, 2018: 183–184).

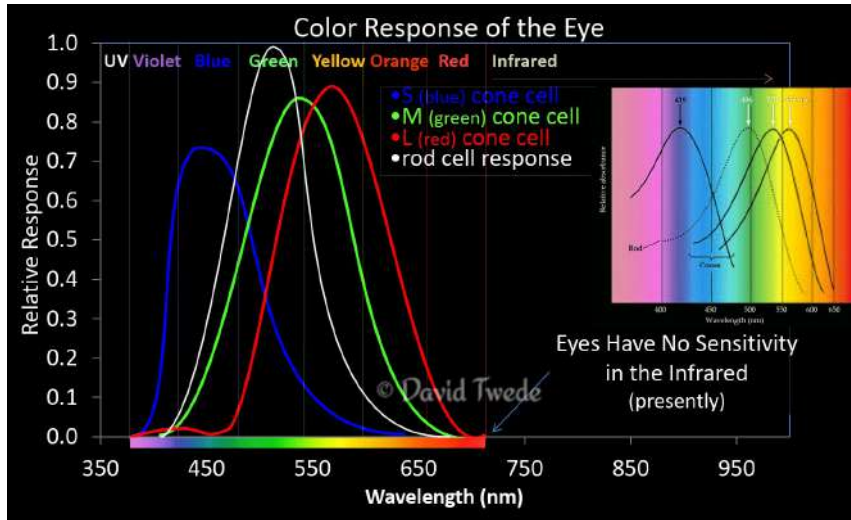


Рис. 1. Колірна модель SML

У природі існує різноманіття світлових хвиль, але не всі з них є видимими для людського ока. Зазначимо, що інфрачервоні, ультрафіолетові, рентгенівські та гамма промені, не сприймаються більшістю людей, оскільки вони не входять до видимого спектру світла. Людина сприймає лише обмежений колірний спектр, відомий як «видимий спектр», який охоплює різні кольори від червоного до фіолетового. Таке бачення дозволяє осягати світ у всій його красі, проте, існують виключення. Особи з обмеженими можливостями колірного сприйняття, в силу генетичної схильності, стикаються зі складностями пристосування до звичних для пересічної людини умов, тому надважливо в сучасному дизайні враховувати особливості колірного

сприйняття інклюзивних груп. Для вирішення проблеми врахування колірної доступності для дизайнерів постає необхідність у розробці мануалу. Послугуючись мануалом, як допоміжним посібником у навчально-практичній діяльності, дизайнери матимуть можливість глибше розуміти структуру кольорознавства, класифікацію та особливості форм зорового сприйняття, враховувати колірну доступність у власних дизайн-проектах. Перші сторінки мануалу присвячені *трихроматії (нормальний зір) (рис. 2)*. Це тип триколірного сприйняття, при якому особа має три типи колірних фоторецепторів, які сприймають червоний, зелений і синій кольори для розрізнення видимого спектру.

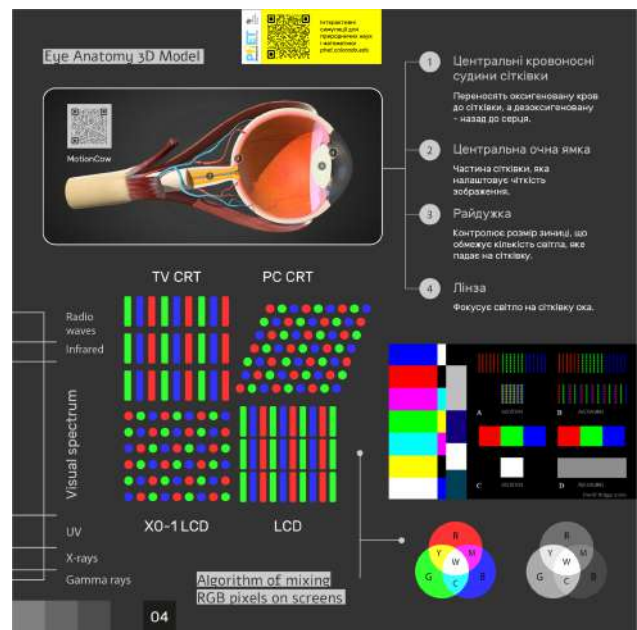
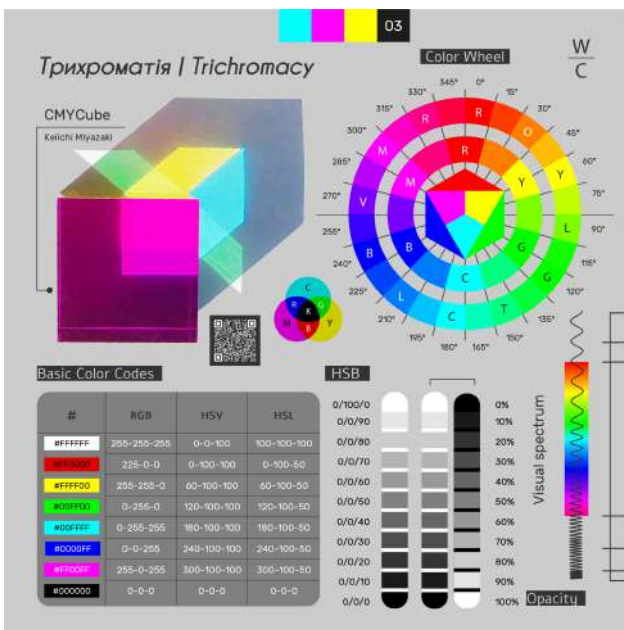


Рис. 2. Мануал з кольорозрізнення «Спектр зору». Трихроматія

Людина з триколірним зором може розрізнати більшість перманентів кольорів, їх насиченість, світлість, контрастність, колірну вібрацію тощо. На сторінках мануалу, присвячених цьому кольоророзрізненню продемонстровано більшість необхідних матеріалів для ознайомлення та експлуатації: кольорове коло з 6, 12 та 25 кольорів (Color Wheel), поділене навпіл на холодні і теплі, з визначенням градусів кожного тону (модель HSV) на колірному спектрі, та додаванням назв кольорів позначених першими літерами для зручності. Модель накладання кольорів RGB/CMYK. Ахроматичні градації HSB та калібрування рівня прозорості (Opacity) для білого та чорного кольорів. Таблиця базових колірних кодів (Basic Color Codes) моделей: RGB, HSV, HSL.

Наступні сторінки мануалу присвячені дальтонізму або колірній сліпоті – генетичній, рідше набутій інвалідності, яка супроводжується нездатністю до сприйняття певних кольорів, або їх повною відсутністю. Існують різні форми колірного сприйняття: трихроматія, тетрахроматія, дихроматія, монохромія та ахроматопсія, узагальнивши інформацію про які нами було здійснено систематизацію та візуалізацію у вигляді «Графіка форм кольоросприйняття» для вступної сторінки мануалу (рис. 3). Графік сприйняття кольору (Color Perception Chart), є продуктом ретельного аналізу особливостей кольоросприйняття та перенесення даних у похідні RGB з коротким і лаконічним описом до кожної форми дихроматії.

Принцип побудови «Графіка форм кольоросприйняття» відбувався з огляду на: аналіз особливостей перцепції колірної спектру, сучасні підходи до класифікації форм кольоророзрізнення та інформаційний дизайн, дослідження аналогів мануалу і виявлення недостатності візуалізації форм дальтонізму у вигляді графіків та схем для глибокого розуміння базових термінів. Значення графіка подаються з використанням умовних позначень, де: зліва розташовано символи для ідентифікації колірної сліпоти та значення для зображення фоторецепторів у вигляді моделі RGB, зправа – умова отримання колірної інфографіки: значення максимально доступної для бачення людського ока яскравість світла. Особливості форм кольоророзрізнення показані направляючими до текстових блоків з описами стану, і відповідно прикріпленням візуалізації змін колірної спектру в залежності від аномалії колірної сприйняття. В описах також присутні короткі математичні нотатки для позначення активізації певних фоторецепторів моделі RGB:

1. *Трихроматія (RGB)*. Кольоровий зір – Однорядкове сприйняття 3 (іноді 4 – тетрахроматія) типів колбочок.

2. *Трианомія ($R > G < B$)* – низьке сприйняття синіх, жовтих, червоно-фіолетових кольорів.

3. *Дейтераномія ($R < G > B$)* – часткова колірна сліпота. низьке сприйняття зелених відтінків.

4. *Протаномія ($R > G > B$)* – низьке сприйняття довгих хвиль (червоних, жовтих, зелених кольорів).

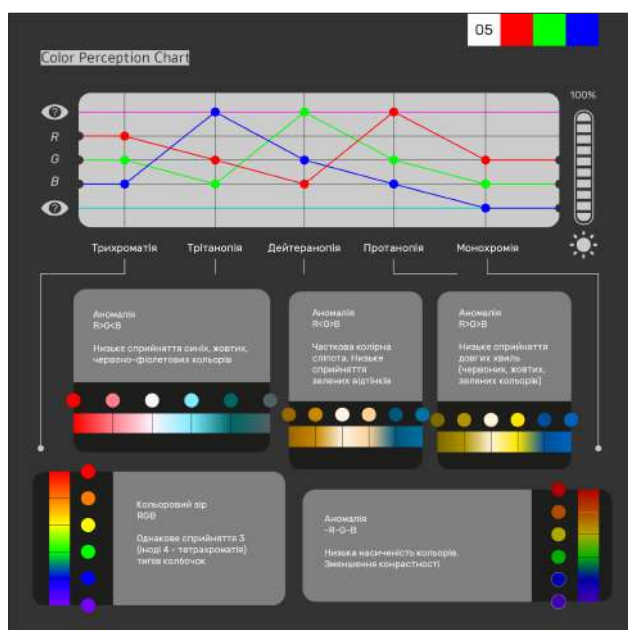


Рис. 3. Мануал з кольоророзрізнення «Спектр зору». Графік форм кольоросприйняття: інфографіка і класифікація та дихроматія

5. *Монохромія (-R-G-B)* – Низька насиченість кольорів. Зменшення контрастності.

Розгортка мануалу, присвячена дихроматії, демонструє наочне представлення особливостей дихроматії та порівняння даних колірною зору в графічному та візуальному супроводах (рис. 3). Де умовні позначення графіка визначають фоторецептори (RGB точки), які при оптимальній яскравості, мають різні значення відповідно до форм дальтонізму. Знаходження колірних точок в тах чи тін положенні/ях на лінії, позначається як низька чутливість (колірна сліпота) до сприйняття певного кольору чи декількох кольорів. Для ефективного розуміння графіку «Color Perception Chart», додані математичні і текстові описи та градієнтні сполучення з візуалізацією відмінності перцепції кольорів видимого спектру для кожної форми дихроматії. Суміжна сторінка демонструє порівняння зображення при накладанні дихроматичних фільтрів на прикладі дизайну інфраструктури франко-венесуельського митця – Карлоса Круза-Діеза (Carlos Cruz-Diez).

Монохромія (рис. 4), як аномалія колірною зору, відрізняється пониженою насиченістю/яскравістю кольорів. Щоб ефективно передати особливість дефекту, найкращим способом було продемонструвати візуальні приклади. Для цього чудово підійшли роботи студії «Studio Ghibli». Ми підібрали оригінальні постери декількох анімаційних творів студії Гіблі: «Віднесені привидами» (Spirited away, 2001), «Мій сусід, Тоторо» (My Neighbor Totoro, 1988), «Принцеса

Мононоке» (Mononoke-hime, 1997), «Відьомська служба доставки Кікі» (Kiki's Delivery Service, 1989), виокремили кольорові палітри, які у своїй більшості мають приглушені кольори.

Фінальна розгортка мануалу для дизайнерів з кольорозрізнення згідно форм дальтонізму «Спектр зору», демонструє аномалію колірною зору під назвою ахроматопсія (рис. 5). *Ахроматопсія* – це порушення кольорового зору, при якому відсутня здатність бачити кольори візуального спектру. Людина може розрізнити тільки ахроматичну палітру, що складається з чорного, білого та відтінків сірого. Це найскладніша, з точки зору сприйняття, форма дальтонізма, бо залежна від двох факторів: кількості світла та контрастності відтінків. Можливості актуальних додатків та веб-розширень, спрощують життя дизайнера завдяки наявності корисних інструментів для редагування зображень. За їх допомоги можна отримати колірну палітру з даних зображення за лічені секунди, чи відкалібрувати подачу кольору та світла для фотографій. Такий багатий функціонал дозволяє налаштувати властивості зображення для комфортного перегляду різними засобами (друк, веб-перегляд). Наполегливою порадою для продукування візуального контенту є перевірка колірною доступності та контрастності за WCAG (Web Content Accessibility Guidelines), що дозволяє перевірити та адаптувати дизайн до норм інклюзивної доступності.

Включення інформаційного дизайну та методів візуальної комунікації до графічного

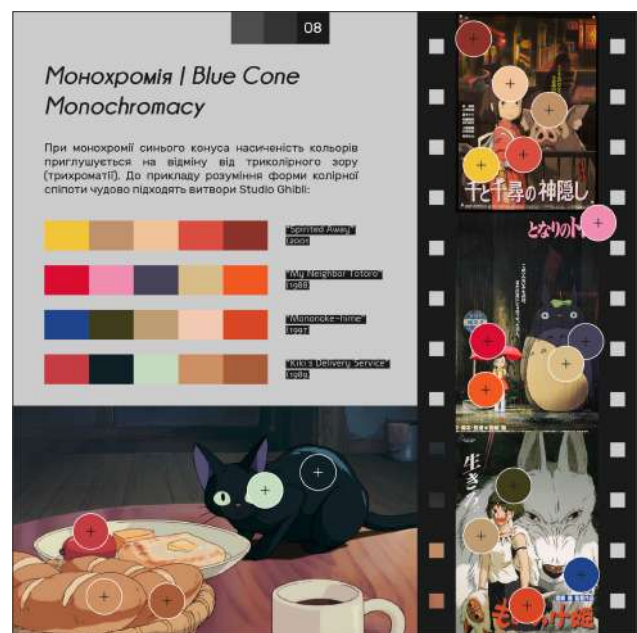


Рис. 4. Мануал з кольорозрізнення «Спектр зору». Монохромія

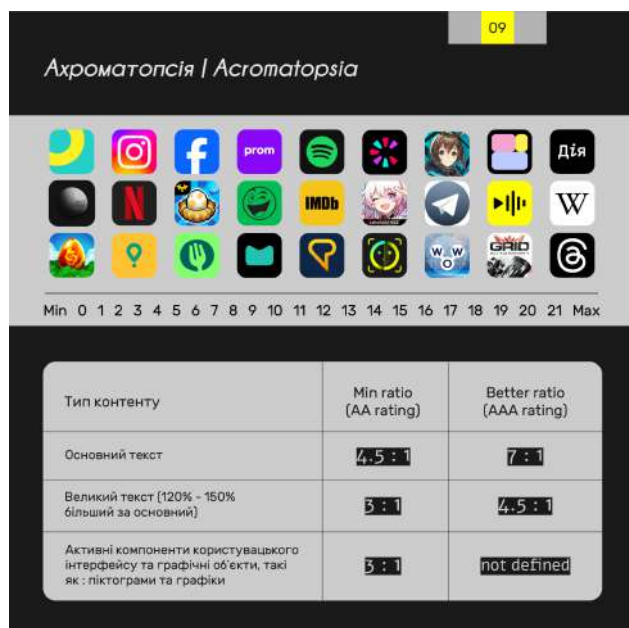


Рис. 5. Мануал з кольоророзрізнення «Спектр зору». Ахроматопсія

наповнення мануалу (використання схематичних таблиць та наочних матеріалів для порівняння), дозволяє користувачу провести аналіз колірної доступності, відрізнити інклюзивно-доступний дизайн, від функціонально не пристосованого, послуговуючись інформацією наданою у вигляді таблиць.

Діапазон з 27 іконографічних символів, образних з додатку Play Market за певними категоріями: колір, шрифт, композиція, візуальне наповнення, контрастність, розташований вздовж лінійки контрастності (від min 0 до max 21) порівнює властивості графічних зображень у відповідності до норм колірної доступності за рекомендаціями WCAG (Web Content Accessibility Guidelines). Нижче метричної лінійки розташовано пам'ятку з лаконічним роз'ясненням значень коефіцієнтів контрастності, де: *рівень А* – це мінімальний не допустимий рівень в інклюзивному дизайні, бо має надто низьку контрастність для сприйняття. *Рівень AA* – вважається мінімальним доступним рівнем контрастності кольорів, та *рівень AAA* – максимальний позитивний доступний рівень контрастності для використання в інклюзивному дизайні (WCAG, 2023). Якщо контрастність недостатня, то текст може бути складним для читання, особливо для людей з візуальними обмеженнями. Щоб перевірити контрастність кольорів достатньо скористатися інструментарієм “Color Contrast Checker” від WebAIM чи іншим веб-аналогом перевірки контрастності кольорів (WebAIM, 1999–2023).

«Web Content Accessibility Guidelines» (WCAG – Настанови з доступності веб-контенту) – це документ, який містить рекомендації як зробити веб-сайт доступним для людей з обмеженими можливостями. До принципів WCAG входять:

1. *Сприйнятність (Perceivable)* – першочерговий показник веб-доступності. Людина, за долю секунди, може визначити ефективність дизайну, просто скориставшись ним. Наявність допоміжних інструментів для людини з обмеженими можливостями для комфортного користування веб-контентом: функції читання в голос, можливість редагування розмір тексту, контрастність кольорів і т.п.

2. *Дієвість (Operable)* – доступність елементів інтерфейсу, підкріплення спеціальних можливостей та різноманітність оперування платформою (користування мишкою, клавіатурою, голосом) посилена безпека персональних даних (надійність), є значущими показниками для функціонального дизайну.

3. *Зрозумілість (Understandable)*. Лаконічна подача інформації, спрощення мови і візуального супроводу, поділ тексту на блоки, застосування зрозумілої інфографіки і написів, в час розвитку технологій та реклами є необхідними елементами привернення уваги, економії часу та полегшення сприйняття.

4. *Стійкість (Robust)* – придатність дизайну до використання на кросплатформних (браузерах, мобільних додатках і т.д.) з урахуванням основних вимог веб-доступності (Чемерис, 2021: 202–205).

Висновки. Аналіз особливостей форм колірної зору дозволяє використати теоретичний матеріал у розробці мануалу з кольоророзрізнення «Спектр зору», проектування якого визначається як інтегральна спроба розширити знання про колір та особливості перцепції колірної спектру різними формами дальтонізму. Сприяття подальшому розвитку інклюзивної освіти, яка враховує особливості кольоророзрізнення в дизайні, а також, може слугувати корисним інструментом для дизайнерів у навчальній і професійній діяльності, допомагаючи їм створювати візуальний контент, адаптований до сучасних умов, забезпечуючи його доступність для всіх користувачів, незалежно від їхньої форми колірної сприйняття. Застосування демонстраційної графіки в навчальному процесі є ефективним методом, спрямованим на покращення засвоєння матеріалу та розуміння навчальних концепцій. Цей підхід полягає у залученні візуальних та інтерактивних засобів подання інформації, таких як: медіа контент (ілюстрації, зображення, колажі, відео- і аудіоматеріали),

інформаційний дизайн (схеми, діаграми, таблиці, графіки, інфографіка), інтерактивний простір (VR, симуляції, інтерактивний дизайн) та візуальні комунікації, допомагає створити конкретний та зрозумілий зв'язок між абстрактними концепціями та їх реальним використанням,

полегшити запам'ятовування та сприяти легшому розумінню складних тем, зробивши навчання більш захопливим, цікавим та ефективним, розвинути творче нестандартне мислення користувачів, надихнути на прогресивні ідеї в універсальному дизайні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Балбус Т. А., Рублевська Н. В., Мацішина З. А., Тарасюк І. І. Синенький Д. В. Спільні аспекти у методиці викладання композиції та кольорознавства для студентів мистецьких спеціальностей. *Вісник науки та освіти. Серія «Культура і мистецтво»*. Київ. 2023. Вип. 5 (11). С. 922–931. DOI : 10.52058/2786-6165-2023-5(11)-922-931
2. Крестьянполь Л., Ковальчук М., Вашкевич О. Вебдоступність як основний засіб руйнування цифрових бар'єрів для людей з обмеженими можливостями. *Прикладні проблеми комп'ютерних наук, безпеки та математики*. № 1 (2023), С. 4–9. URL: <https://apcssm.vnu.edu.ua/index.php/Journalone/article/view/2>
3. Горло А. М., Мінтій І. С. Адаптація дизайну сайту для людей із порушенням кольоросприйняття. *Новітні комп'ютерні технології*. Кривий Ріг, Т. XVI. 2018. С. 183–184 URL: ccjournals.eu/ojs/index.php/nocote/article/view/835/865
4. Заплатинський В. М. Використання кольору в теорії та практиці безпеки. *Інноваційні аспекти систем безпеки праці, захисту інтелектуальної власності : зб. матеріалів. II всеукр. наук-практ. конф.*, м. Полтава, 29–30 березня, 2017 р. Полтава, 2017. С. 8–11.
5. Інститут інноваційного врядування. Керівні принципи доступності веб-контенту (WCAG) в контексті України. 2023. URL: accessibility.instingov.org/blog/kerivni-principi-dostupnosti-veb-kontentu-wcag-v-konteksti-ukrayini
6. Мінтій І. С., Вакалюк Т. А., Пірогов В. М., Горло А. М., Мінтій М. М. Аналіз програмних засобів для людей із порушеннями зору. *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка «Педагогічні науки»*, 2018. № 4 (95). С. 108–116. DOI : 10.35433/pedagogy.4(95).2018.108–116
7. Овчинников С. С., Таряник М. М., Лутай О. В. Фізіологічна оптика та колориметрія. Конспект лекцій 3 курсу для студентів 4 курсу за напрямом «Електротехніка та електротехнології» спеціальності «Світлотехніка і джерела світла». ХНУГХ ім. А.Н. Бекетова. Харків. 2011. 79 с. URL: eprints.kname.edu.ua/20932/1/2010_печКОНСПЕКТ_ОВЧИННИКОВ.pdf
8. Чемерис Г. Ю. UX/UI дизайн : навчальний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Дизайн» освітньо-професійної програми «Графічний дизайн». Запоріжжя. 2021. 290 с. URL: dspace.znu.edu.ua/jspui/handle/12345/5157
9. Чемерис Г. Ю., Брянцева Г. В. Актуальність впровадження проектування універсального та доступного дизайну у професійну підготовку майбутніх дизайнерів. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах: зб. наук. пр.* Запоріжжя. 2021. Вип. 76. Том 3. С. 151–155. DOI: 10.32840/1992-5786.2021.76-3.27
10. Чуркін А. І., Безменов М. І. Мобільний асистент для корекції колірної сліпоти. *Теоретичні та практичні дослідження молодих науковців : матеріали міжнар. наук-практ. конф.* Харків. 2020. С. 52–53. URL: web.kpi.kharkov.ua/masters/wp-content/uploads/sites/135/2020/12/TPRYS-2020.pdf
11. *Colorblind People Population! Statistics*. Colorblind Guide: all you need to know about color blindness. URL: colorblindguide.com/post/colorblind-people-population-live-counter
12. Disability facts. *World Health Organization*. 2023. URL: [who.int/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health)
13. WebAIM. Contrast Checker. 1999–2023. URL: webaim.org/resources/contrastchecker

REFERENCES

1. Balbus T. A., Rublevska N. V., Macishina Z. A., Tarasiuk I. I., Synenkyi D. V. (2023). Spilni aspekty u metodytsi vykladannia kompozysii ta koloroznavstva dlia studentiv mystetskykh spetsialnostei [Common aspects in the methodology of teaching composition and color perception for students of artistic specialties]. *Visnyk nauky ta osvity. Seriya "Kultura i mystetstvo"*, Kyiv, Issue 5(11), 922–931. DOI: 10.52058/2786-6165-2023-5(11)-922-931 [in Ukrainian]
2. Krestyanpol L.Y., Kovalchuk M.S., Vashkevich O.M. Web accessibility as the man tool for breaking digital barriers for people with disabilities. *Applied problems of computer science, security and mathematics*. № 1 (2023), С. 4–9. URL: <https://apcssm.vnu.edu.ua/index.php/Journalone/article/view/2> [in Ukrainian]
3. Horlo A. M., Mintii I. S. (2018). Adaptatsiia dyzainu сайtu dlia liudei iz porushenniam kolorospryniattia [Adapting website design for people with color vision impairments]. *Novitni kompiuterni tekhnologii*, Kryvyi Rih, Vol. XVI, 183–184. URL: ccjournals.eu/ojs/index.php/nocote/article/view/835/865 [in Ukrainian]
4. Zaplatynskiy V. M. (2017). Vykorystannia koloru v teorii ta praktytsi bezpeky [The use of color in the theory and practice of safety: Innovative aspects of labor, intellectual property protection]. *Innovatsiini aspekty system bezpeky pratsi, zakhystu intelektualnoi vlasnosti : zb. materialiv. II vseukr. nauk-prakt. konf.*, Poltava, 8–11. [in Ukrainian]
5. Institute of Innovative Governance. (2023). *Guiding principles for web content accessibility (WCAG) in the context of Ukraine*. URL: accessibility.instingov.org/blog/kerivni-principi-dostupnosti-veb-kontentu-wcag-v-konteksti-ukrayini
6. Mintii I. S., Vakaliuk T. A., Pirogov V. M., Horlo A. M., Mintii M. M. (2018). Analiz prohramnykh zasobiv dlia liudei iz porushenniamy zoru [Analysis of software tools for people with visual impairments]. *Visnyk Zhytomyrskoho derzhavnoho*

.....
universytetu imeni Ivana Franka "Pedagogichni nauky", No. 4 (95), 108–116. DOI: 10.35433/pedagogy.4(95).2018.108-116 [in Ukrainian]

7. Ovchinnikov S. S., Tarianyk M. M., Lutay O. V. (2011). Fiziolohichna optyka ta kolorymetriia. Konspekt lektzii 3 kursu dlia studentiv 4 kursu za napriamom "Elektrotekhnika ta elektrotekhnolohii" spetsialnosti "Svitlotekhnika i dzhherela svitla" [Physiological optics and colorimetry: Lecture notes for the 3rd year students of the 4th year in the direction of "Electrical engineering and electrical technology" of the specialty "Lighting engineering and light sources"]. KhNURE A.N. Beketov, Kharkiv. URL: eprints.kname.edu.ua/20932/1/2010_печКОНСПЕКТ_ОВЧИННИКОВ.pdf [in Ukrainian]

8. Chemerys H. Y. (2021). UX/UI dyzain : navchalnyi posibnyk dlia zdobuvachiv stupenia vyshchoi osvity bakalavra spetsialnosti "Dyzain" osvitno-profesiinoi prohramy "Hrafichnyi dyzain" [UX/UI design: Educational manual for bachelor's degree students of the "Design" specialty of the educational-professional program "Graphic Design"]. Zaporizhzhia. URL: dspace.znu.edu.ua/jspui/handle/12345/5157 [in Ukrainian]

9. Chemerys H. Y., Briantseva H. V. (2021). Aktualnist vprovadzhennia proektuvannia universalnogo ta dostupnogo dyzainu u profesiinu pidhotovku maibutnikh dyzaineriv [Relevance of implementing universal and accessible design in the professional training of future designers]. *Pedahohika formuvannia tvorchoi osobystosti u vyshchii i zahalnoosvitnii shkolakh: zb. nauk. pr.*, Zaporizhzhia, Issue 76, Vol. 3, 151–155. DOI: 10.32840/1992-5786.2021.76-3.27 [in Ukrainian]

10. Churkin A. I., Bezmenov M. I. (2020). Mobilnyi asyistent dlia korektsii kolirnoi slipoty [Mobile assistant for color blindness correction]. *Teoretychni ta praktychni doslidzhennia molodykh naukovtsiv : materialy mizhnar. nauk-prakt. konf.* Kharkiv, 52-53. URL: web.kpi.kharkov.ua/masters/wp-content/uploads/sites/135/2020/12/TPRYS-2020.pdf [in Ukrainian]

11. *Colorblind People Population!* Statistics. Colorblind Guide: all you need to know about color blindness. URL: colorblindguide.com/post/colorblind-people-population-live-counter

12. Disability facts. (2023). *World Health Organization*. URL: who.int/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health

13. *WebAIM*. (1999–2023). Contrast Checker. URL: webaim.org/resources/contrastchecker