УДК 004.514:655.262

Хованец А. О.

студентка кафедри медіасистем та технологій,

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна

Табакова І. С.

канд. техн. наук, доцент, професор кафедри медіасистем та технологій,

Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків, Україна

ЕРГОНОМІЧНІ ЗАСАДИ ПРОЄКТУВАННЯ ЕКРАННИХ UI/UX ІНТЕРФЕЙСІВ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЗОРОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ КОРИСТУВАЧІВ

Summary. The study substantiates ergonomic approaches to designing digital product interfaces to prevent computer vision syndrome (CVS) and visual fatigue. The relationship between typographic parameters, spectral-color characteristics of digital surfaces, and physiological responses of the human visual system during prolonged reading of long-form text is examined.

Keywords: visual ergonomics, UI/UX design, accommodation, microsaccades, typography, contrast ratio, APCA, Dark Mode, longread.

Зі зростанням екранного споживання інформації поширився комп'ютерний зоровий синдром (CVS) та астенопія [1]. Тривала фіксація погляду викликає спазм циліарного м'яза, зменшення частоти моргання (з 15–20 до 5–7 за хв) та синдром «сухого ока» [1]. У вебдизайні досі переважає естетичний підхід, проте сприйняття лонгрідів вимагає інженерно-ергономічного обґрунтування [2]. Оптимізація типографіки й колористики дозволяє знизити стомлюваність зорової кори без втрати швидкості декодування змісту [3, 4]. Метою дослідження є обґрунтування ергономічних параметрів колористики та типографіки для веб-інтерфейсів з метою мінімізації астенопії.

Поширене використання граничного контрасту — чорного тексту (#000000) на білому фоні (#FFFFFF) — перевантажує акомодацію. Білий піксель дисплея високої яскравості (300–450 кд/м²) спричиняє внутрішньоочне розсіювання світла й гала-ефект (іррадіацію), розмиваючи межі гліфів [2].

Водночас занижений контраст змушує циліарний м'яз безперервно змінювати кривизну кришталика [2]. Сучасна зорова ергономіка спирається на алгоритм APCA (WCAG 3.0) [5]. Для лонгрідів оптимальним є показник APCA 60–75 (заміна #000000 на #1A1A1E чи #212529 на фоні #F8F9FA або #F4F5F7 із коефіцієнтом відбиття 85–90%) [5]. Ефективність читання визначається траєкторією саккад (20–40 мс) та точками фіксації (200–300 мс) [1, 3]. Оптимальні параметри наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Ергономічні параметри екранної типографіки для лонгрідів

Параметр типографіки	Ергономічний оптимум для лонгріду	Механізм впливу на зоровий апарат
Гарнітурна група	Neo-Grotesque, Humanist Sans (Inter, Roboto); брускові чи перехідні антикви [3, 4]	Відкриті апертури спрощують парафовеальне розпізнавання силуету слів [4]
Висота малих знаків (x-height)	Велика ($> 65-70\%$ від кегельного майданчика) [4]	Збільшує оптичну вагу літери на піксельній сітці [4, 2]
Розмір тексту (Кегль)	16–19 px (1–1.2 rem) для ПК при дистанції перегляду 50–70 см [2]	Забезпечує кутовий розмір літери 16–20 кутових мінут [2]
Інтерліньяж	140% – 160% (1.45–1.55)	Усуває «злипання» рядків при саккадичному переході [3]
Довжина рядка	60–75 знаків із пробілами (550–700 px)	Мінімізує напругу прямих м'язів при горизонтальній девіації [2]

Класичні антикви з тонким зарубками на екранах щільністю <200 PPI створюють субпіксельне мерехтіння [4]. Тому пріоритетними є якісні гуманістичні гротески або антикви з низьким контрастом штрихів [3, 4]. Вибір полярності залежить від яскравості екрана та зовнішнього освітлення (табл. 2).

Таблиця 2

Порівняльний ергономічний аналіз полярності інтерфейсу

Критерій оцінки	Світла тема (Позитивна полярність)	Темна тема (Негативна полярність)
Реакція зіниці	Діафрагмування (звуження), висока різкість [2]	Мідріаз (розширення), збереження родопсину
Спектральне навантаження	Висока емісія синього спектра (400–450 нм)	Суттєве зниження короткохвильового випромінювання
Ергономічні ризики	Відблиски, перенапруження при перепаді світла	Іррадіація білого тексту на фоні #000000, гало-ефект
Рекомендована колористика	Фон: #F8F9FA–#F4F5F7; текст: #1A1A1E–#2B2D31 [5]	Фон: #121212–#18191A; текст: #D8DADE–#E1E1E6 [5]

Світла тема рефлекторно звужує зіницю, що усуває сферичні аберації ока та максимізує швидкість аналізу складних даних [2]. Темна тема мінімізує сумарний світловий потік, захищаючи сітківку в умовах темряви (<50 лк). Проте неприпустимо використовувати абсолютно чорний фон (#000000), який провокує ефект гало (особливо при астигматизмі) [2, 5]. Світлий текст на темному фоні суб'єктивно видається товщим на 5–10%, тому гарнітуру слід перемикати на легше накреслення або зменшувати font-weight на 30–50 одиниць [5]. Глибина в темній темі передається не тінями, а підвищенням світлоти контейнерів (+5–12% білого каналу) [5]. Екранний інтерфейс лонгрідів має базуватися на обмеженні пікової яскравості, використанні неповного абсолютного контрасту за шкалою APCA (60–75) та збалансованій мікротипографіці [2, 5]. Впровадження автоматичної адаптації тем на базі prefers-color-scheme та сенсорів освітленості дозволяє зберегти працездатність зорового апарату користувачів протягом тривалих робочих сесій.

Список використаних джерел

1. E-readers and visual fatigue / S. Benedetto, V. Drai-Zerbib, M. Pedrotti et al. *PLoS ONE*. 2013. Vol. 8, no. 12. P. e83676. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0083676.
2. ISO 9241-303:2011. Ergonomics of human-system interaction. Part 303: Requirements for electronic visual displays. Geneva : International Organization for Standardization, 2011. 66 p.
3. Text legibility and the letter superiority effect / J. E. Sheedy, M. V. Subbaram, A. B. Zimmerman, J. R. Hayes. *Human Factors*. 2005. Vol. 47, no. 4. P. 797–815. DOI: https://doi.org/10.1518/001872005775570998.
4. Dobres J., Chahine N., Reimer B. Effects of glance duration and text size on typeface legibility in glance-like conditions. *Information Design Journal*. 2017. Vol. 23, no. 3. P. 289–302. DOI: https://doi.org/10.1075/idj.23.3.04dob.
5. Somers A. Advanced Perceptual Contrast Algorithm (APCA). Accessible Metrics Guidelines / W3C Silver Task Force. 2022. URL: https://www.w3.org/WAI/GL/task-forces/silver/wiki/Visual_Contrast_Subgroup (date of access: 16.09.2026).