

УДК 655.244.07

## ІЄРАРХІЧНА МОДЕЛЬ ФАКТОРІВ ФОРМУВАННЯ КОМФОРТНОГО ПЕРЕГЛЯДУ ЗОБРАЖЕННЯ НА ЕЛЕКТРОННОМУ НОСІЇ

М. М. Гавенко, В. М. Сеньківський

*Українська академія друкарства,  
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна*

*Визначено можливі фактори впливу на формування комфортного перегляду зображення на сучасних електронних носіях, представлено граф зв'язків між ними та сформовано ієрархічну модель, яка показує пріоритетність їх впливу на стан зору користувача.*

***Ключові слова:** фактори, модель, електронний носій, комфортне сприйняття інформації.*

**Постановка проблеми.** Аналіз наукових досліджень офтальмологів світу підтверджує, що робота за комп'ютером не спричиняє жодних серйозних органічних захворювань людського ока. Втім, хвилює те, наскільки поширеним є сьогодні комп'ютерний зоровий синдром, від якого страждають 75 % користувачів. Людей різного віку, які проводять за комп'ютером по кілька годин щодня — чи це фахова діяльність, комунікації чи розваги, — стає дедалі більше. І дедалі частіше професіонали й користувачі всього світу говорять про схожі проблеми із самопочуттям, а саме: відчуття стороннього тіла, різь, світлобоязливість, сльозотеча, почервоніння очей тощо. Сукупність цих розладів отримала назву «комп'ютерний зоровий синдром». Глобальна інформатизація сьогодення насправді призвела до появи комп'ютерного зорового синдрому (КЗС), адже більшість користувачів ПК, окрім роботи в офісах, «відпочивають за ігровими приставками» у своїх домівках. За дослідженнями закордонних учених, внаслідок проведеної скрінінг-діагностики у 17 % японців у віці 55–75 років, у 15 % шведів і у 17,3 % росіян виявлено «синдром сухого ока». За даними Американської оптометричної асоціації (American Optometric Association) 60 млн американців більше як 3 години на добу проводять за комп'ютерами, 140 млн американців проводять частину дня на роботі за комп'ютерами; 95 % шкіл мають доступ до інтернету, і 10 млн іспитів щорічно складають на комп'ютерах. Вартість надання медико-санітарної допомоги та послуг, що пов'язані з підбором окулярів для людей, які працюють за комп'ютером, становить \$ 2 млрд на рік [1]. Зауважимо, що в Україні комп'ютерний синдром не входить до переліку професійних захворювань. Нема навіть статистики цього захворювання. Хоч українці теж страждають на цей синдром, але на ранній стадії його практично не виявляють, адже пацієнти звертаються по офтальмологічну допомогу лише тоді, коли комп'ютерний зоровий синдром спричинив у них серйозне захворювання.

Практично кожна людина у своєму житті відчувала симптоми, пов'язані з цим синдромом, який вважається одним із найскладніших із погляду діагностики захворювання очей, оскільки існують різноманітні його прояви. Чітко розмежувати сухість очей, що виникає в повсякденному житті, і захворювання, які потребують обов'язкового лікування, практично неможливо.

Тому важливо створити узагальнену ієрархічну модель критеріїв формування комфортного перегляду зображення на електронному носії інформації та передбачити його вплив на ймовірний розвиток вад зору в користувачів, проаналізувати та систематизувати ці фактори, встановити їх вагомість та взаємозв'язок між ними. Це потребує проведення поглибленого аналізу процесів та умов експлуатації електронних носіїв інформації, виявлення максимально повної множини факторів впливу на комфортне якісне сприйняття інформації читачами. Значна кількість таких факторів і зв'язків між ними дає змогу їх систематизувати та відобразити за допомогою орієнтованого графа. Розроблена таким чином модель може бути використана для прийняття рішень і пошуку найкращих варіантів профілактики КЗС у користувачів комп'ютерними засобами.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Аналіз наукових літературних джерел та патентної інформації показує, що проблеми, пов'язані із зором, здебільшого висвітлюють медичні наукові видання, акцентуючи увагу на медикаментозному лікуванні цих захворювань [2–5]. Очі втомлюються під час виконання будь-якої роботи, особливо тоді, коли об'єкт потрібно розглядати на близькій відстані. Проблема ще більше зростає, якщо така діяльність пов'язана з використанням пристроїв високої яскравості, наприклад, монітора комп'ютера. У дітей особливо часто втомлюються очі, оскільки м'язи очей ще не зміцніли. Надмірне захоплення комп'ютером може також посилити вже наявні проблеми із зором. Результати дослідження в Каліфорнійському університеті виявили чіткий зв'язок між комп'ютером і розладами зору у дітей. З'ясувалося, що близько 30 % з 37 млн дітей у США, які сидять за комп'ютером удома або в школі, відчувають великі навантаження на зоровий апарат, що вимагає спеціальних окулярів. Зорові перевантаження передусім пов'язані з тим, що діти надто захоплюються комп'ютерними іграми, зрідка роблять перерви, а їхній погляд довго сфокусований на моніторі. Це може, звісно, спричинити порушення акомодатії. Діти часто не звертають уваги на втому очей, вони можуть витримати високі навантаження, які в майбутньому є причиною вад зору.

Причинами погіршення зору у сучасних людей найчастіше є довготривала робота за комп'ютером, тривалі перегляди телепередач, читання книг за поганого освітлення. Спершу людина через поганий зір відчуває лише часткову незручність. Утім за деякий час цей фактор починає серйозно заважати її звичному життю.

На сьогодні відомі роботи дослідників з розробки електронних видань. Так, критерії читабельності текстів електронних видань, зокрема сайтів, щодо їхнього шрифтового оформлення розглядає у своїх роботах С. П. Дідусь [6]. Проте, практично нема наукових розробок, які стосуються аналізу, систематизації та дослідження можливих факторів впливу на ймовірний розвиток вад зору в дорослих та дітей у роботі з сучасними електронними носіями інформації.

**Мета статті** — виявити фактори впливу на формування комфортного перегляду зображення на електронному носії інформації та передбачити його вплив на ймовірну появу вад зору в користувачів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Сприйняття зображення на моніторі користувачем комп'ютера відрізняється від звичайного спостереження об'єктів у природі. Це пов'язано з тим, що зображення на дисплеї складається з дискретних точок — пікселів та мікропікселів; постійно світиться та мерехтить; кольорове комп'ютерне зображення не завжди відповідає природним кольорам, оскільки спектри випромінювання люмінофорів відрізняються від спектрів поглинання зорових пігментів у колбочках сітківки ока, які відповідають за наше кольорове бачення. Зауважимо, що найкращим є поєднання таких кольорів, як жовтий, синій і червоно-зелений. Значне навантаження на орган зору відчувається під час введення інформації.

Правильно налаштований монітор (електронний дисплей) сприяє якісному сприйняттю зображення, що дасть змогу вберегти очі людини від перевантаження. Розглянемо фактори впливу на орган зору операторів, які працюють за комп'ютерним носієм інформації. Завдяки детальному аналізу факторів впливу на орган зору оператора можна виокремити їх у певну множину  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ , а також виділити найважливіші з них (підмножина  $X_1 = \{x_1, x_2, \dots, x_8\}$ ):

$x_1$  — ІЧ-випромінювання та статична електрика, які приводять до зниження аероіонів у повітрі приміщення (навколишнє середовище);

$x_2$  — порушення циркуляції крові у церебральних судинах за статистичної пози довготривалої роботи за комп'ютером оператора (частота і довготривалість користування);

$x_3$  — вікова категорія та кваліфікація користувача;

$x_4$  — вид роботи з електронним носієм;

$x_5$  — напружений стан м'язів вії оператора, що призводить до втоми очей, а також спазму акомодатції;

$x_6$  — тип носія електронного зображення;

$x_7$  — електромагнітні коливання низької частоти;

$x_8$  — скорочення кількості моргань оком людини внаслідок неперервного руху за зображенням на екрані монітора, що підвищує випаровування сльози, знижуючи стабільність сльозової плівки;

Для зображення зв'язків між переліченими вище факторами використаємо теорію графів (рис. 1).

На основі побудованого графа за відомою методикою [8–10] будемо матриці залежності та досяжності (табл. 1, 2) для подальшого встановлення всіх рівнів ієрархії факторів, які впливають на формування комфортного перегляду зображення на електронному носії інформації та побудови відповідної моделі (рис. 2).

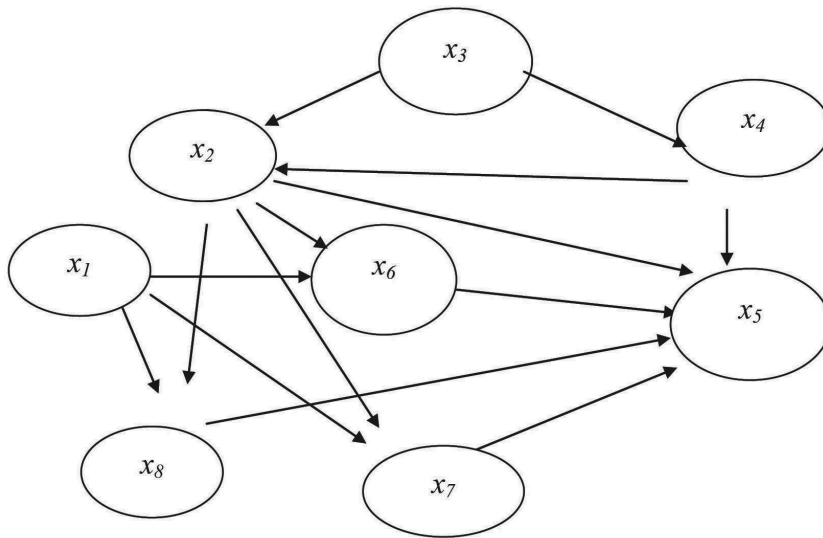


Рис. 1. Граф зв'язків між факторами, які впливають на комфортне сприйняття читачем інформації з електронного носія

Таблиця 1

### Матриця залежності

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$
$x_1$	0	0	0	0	0	1	1	1
$x_2$	0	0	0	0	1	1	1	1
$x_3$	0	1	0	1	0	0	0	0
$x_4$	0	1	0	0	1	0	0	0
$x_5$	0	0	0	0	0	0	0	0
$x_6$	0	0	0	0	1	0	0	0
$x_7$	0	0	0	0	1	0	0	0
$x_8$	0	0	0	0	1	0	0	0

Таблиця 2

### Матриця досяжності

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$
$x_1$	1	0	0	0	1	1	1	1
$x_2$	0	1	0	0	1	1	1	1
$x_3$	0	1	1	1	1	1	1	1
$x_4$	0	1	0	1	1	1	1	1
$x_5$	0	0	0	0	1	0	0	0
$x_6$	0	0	0	0	1	1	0	0
$x_7$	0	0	0	0	1	0	1	0
$x_8$	0	0	0	0	1	0	0	1

Аналізуючи отриману модель, можна стверджувати, що фактори впливу на комфортне сприйняття зображення на електронному носії залежать від напруженості м'язів вій користувача, спричиняючи спазм акомодатції та порушення циркуляції крові у церебральних судинах за статичної пози довготривалої роботи; типу електронного носія; електромагнітних коливань низької частоти та виду роботи з електронним носієм (складання текстів, таблиць, формул, розробка дизайну, програмування, пошук та читання інформації, перегляд аудіо, відеофільмів тощо). До речі, важливими є елементи шрифтового оформлення текстів (кегель, гарнітура, накреслення, інтерліньяж, довжина рядка тощо), а також кольорові характеристики зображень. На менш важливих рівнях графічної моделі розміщені критерії впливу вікової категорії та кваліфікації користувача, а також навколишнього середовища. Фактори впливу на комфортне сприйняття інформації з електронного носія можна згрупувати в графічну модель (рис. 2).

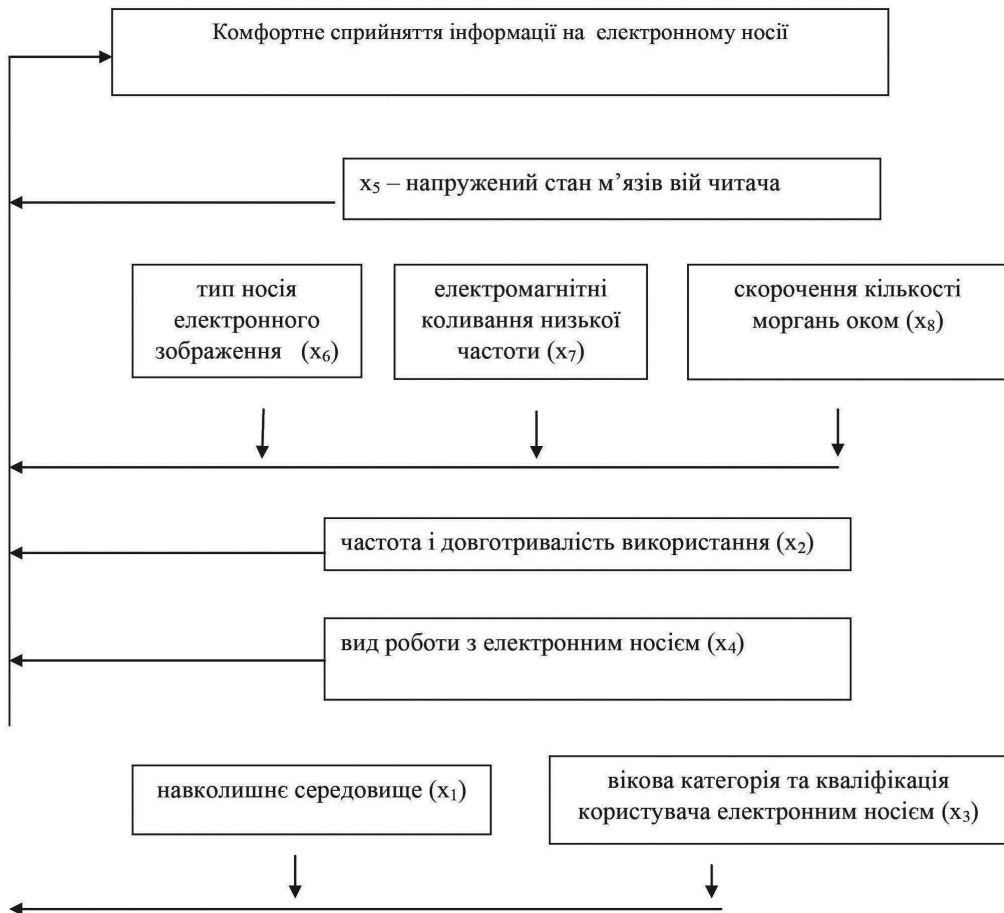


Рис. 2. Графічна модель ієрархії факторів, які впливають на читабельність інформації на електронному носії

Моделювання процесу оцінювання ступеня впливу сукупності факторів на комфортне сприйняття інформації на електронному носії здійснено через формалізацію зв'язків між критеріями за допомогою орієнтованого графа та відповідної йому матриці досяжності. Завдяки отриманій моделі можна отримати числові вагові значення досліджуваних факторів та спрогнозувати ефективну роботу користувача електронного носія без шкоди для його зору.

**Висновок.** Запропоновані моделі факторів, які впливають на комфортне сприйняття інформації на електронних носіях, підтверджують важливість створення стандартів щодо якості подання інформації в електронних виданнях та дотримання норм і правил для запобігання погіршенню зору користувачів електронних засобів у зв'язку з високим навантаженням.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. John Wolf . “The complex of eye and vision problems related to near work experienced during computer use.” American Optometric Association.
2. Маркова Е. Ю., Лобанова И. В., Куренкова Н. В., Матвеев А. В., Ульшина Л. В. Компьютерный зрительный синдром и его проявления у детей // Эффективная фармакотерапия. Педиатрия: РНИМУ им. Н. И. Пирогова. — 2011. — № 5.
3. Волкова Е. Е., Лукьянова Е. А., Проценко В. Д. Длительная работа за компьютером и ее негативное влияние на функции организма // Вестн. гос. ун-та дружбы народов. Сер. Медицина. — 2006. — № 2. — С. 86–89.
4. Розенблюм Ю. З., Корнюшина Т. А., Фейгин А. А. Компьютер и орган зрения. — URL: <http://www.helmholtzeyeinstitute.ru/rus/index.php=496>.
5. McQuail Denis. Media Performance. Mass Communication and the Public Interest. — London, Newbury Park, New Delhi: SAGE Publications, 1993. — 238 p.
6. Дідусь С. П. Критерії читабельності текстів електронних видань // Наукові записки [Української академії друкарства]. — 2010/(18). — С. 71–74.
7. Гавенко М. М. Виявлення факторів ризику появи «комп'ютерного зорового синдрому» у користувачів при ненормованому щоденному застосуванні комп'ютерної техніки методами інформаційної технології // Тези доповідей 1-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Полиграфические, мультимедийные и web-технологии» (PMW–2016), Т. 1. — Харків (16–20 травня 2016 р.) — С. 71–72.
8. Ларичев О. И. Теория и методы принятия решений: учебник / О. И. Ларичев. — М. : Логос, 2003. — 320 с.
9. Лямець В. І., Тевяшев А. Д. Системний аналіз. Вступний курс. — 2-е вид., перероб. та допов. — Харків: ХНУРЕ, 2004. — 448 с.
10. Саати Т. Принятие решений (Метод анализа иерархий) / Т. Саати. — М. : Радио и связь, 1993.

## A HIERARCHICAL MODEL OF FACTORS OF IMAGE COMFORTABLE VIEWING FORMATION ON ELECTRONIC MEDIA

M. M. Havenko, V. M. Senkivskyy

*Ukrainian Academy of Printing,  
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine*

*The paper has defined the possible impact factors on the formation of images comfortable viewing on modern electronic media, it has presented the graph of connections between them and a hierarchical model has been designed that shows the priority of their impact on the condition of the user vision.*

**Keywords:** *factors, model, electronic media, comfortable perception of information.*

*Стаття надійшла до редакції 08.09.2016.*