

УДК 004.72+004.032.6+378

ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ІЄРАРХІЇ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ЯКІСТЬ ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ВИДАНЬ ДЛЯ ДІТЕЙ З ВАДАМИ ЗОРУ

О. Г. Хамула, С. П. Васюта, М. Р. Яців

Українська академія друкарства,
вул. Підголоско, 19, Львів, 79020, Україна

У статті розглянуто можливість використання мультимедійних ресурсів в інклюзивній освіті, застосування комп'ютерної техніки в якій супроводжується дотриманням певних умов та правил. Проаналізовано чинники впливу на якість проектування електронного видання і вперше розроблено граф взаємозв'язків між факторами, які ієрархічно упорядковані за пріоритетністю впливу на процес моделювання етапу розробки електронного видання. З отриманих результатів зроблено висновок щодо істотного значення при створенні електронних мультимедійних ресурсів композиції самого видання. Результатами підтверджено, що саме цей фактор впливає на всі інші, розглянуті авторами; на найнижчому рівні — колір, використовуваний при створенні видання. Отримані результати можуть бути цінними для наступних дослідників, котрі створюватимуть схожі програмні ресурси для інклюзивної освіти.

Ключові слова: електронне видання, матриця, теорія графів, метод системного аналізу.

Постановка проблеми. Одним із найважливіших чинників прогресивного розвитку суспільства є гуманне, милосердне та дбайливе ставлення до дітей і молоді, позбавлених можливості вести повноцінне життя внаслідок вад фізичного та психічного розвитку. В сучасному світі дедалі більшого розвитку набуває інклюзивна модель освіти — модель, пов'язана з дотриманням прав людини [1].

При використанні інформаційно-комп'ютерних технологій у корекційно-відновлювальній та навчально-виховній роботі важливо враховувати, що навчальні комп'ютерні програми є своєрідними дидактичними іграми, які допомагають ознайомлюватися з довкіллям, а також дозволяють конструювати, експериментувати, зображувати тощо. Отож у повсякденній практиці доцільно поєднувати звичайні, напрацьовані роками, та комп'ютерні ігри для їх взаємозбагачення. Провідна роль у процесі адаптації дитини з вадами зору до комп'ютера належить інтересу до нього та діяльності з ним, причому особливе значення має зародження інтересу і його розвиток на початкових етапах — під час знайомства з комп'ютером, оскільки без цього не відбудеться перехід на вищий рівень оволодіння ним.

Щоб електронні засоби стали ефективним інструментом навчання, потрібна психологічна точність потрапляння у дитячу мету, дитячий інтерес [2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Авторами у дослідженні [3] було виокремлено множину критеріїв, які забезпечують зручне сприйняття інформації з моніторів комп'ютера чи іншого мобільного пристрою, та побудовано ієрархічну модель критеріїв зручності сприйняття електронного видання користувачами з обмеженими зоровими можливостями. Такий метод представ-

лення ієрархії критеріїв (зовнішніх факторів) зручності сприйняття інформації з моніторів відображає, як пріоритетність критеріїв на нижніх рівнях ієрархії впливає на пріоритетність критеріїв на верхніх рівнях. Проведено також оптимізацію моделі пріоритетності дії критеріїв [4], що надає можливість на початковому етапі проектування інформаційної технології виділити головні фактори за ступенем їх впливу на процес розробки видання.

Мета статті. Розглянути та дослідити внутрішні фактори, які впливають на процес розробки електронного видання та в подальшому сприяють кращому сприйняттю інформації. Побудувати математичну модель ієрархії впливу факторів і в результаті обчислень отримати ієрархічно структуровану модель, що імітує пріоритетність впливу вибраних факторів на процес проектування електронного видання для дітей з вадами зору.

Виклад основного матеріалу дослідження. Здійснений аналіз електронних систем, які використовуються в інклюзивній освіті, та проведені опитування як серед користувачів загалом, так і вчителів зокрема, дозволили виокремити ряд факторів, що впливають на якість створення та подальше ефективне використання електронного видання. Серед факторів, які впливають на процес розробки електронного видання, виділимо:

- *композицію*. Є важливою для ефективного користувацького досвіду під час користування електронним виданням. Урівноваженість елементів між собою, а також композиційна будова ієрархії й співвідношення важливості елементів надає можливість користувачеві електронного видання правильно встановити ієрархію об'єктів, послідовність дій, дозволяє розробнику керувати поглядом користувача. Врівноваженість у співвідношенні маси тексту до маси оточуючого фону впливає на здатність тексту бути розпізнаним, надмірна кількість дрібних візуальних елементів однакової маси перешкоджає глядачеві орієнтуватися в просторі сторінки;
- *колір*. Надмірне застосування насичених кольорів заважає глядачеві орієнтуватися в просторі сторінки, а кольоровий контраст є неприємним для сприйняття, він також складніше зчитується, на відміну від тонального контрасту, при вадах зору;
- *контраст*. Дуже часто він впливає на сприйняття ієрархії у виданні та, відповідно, при невмілому використанні чи недостатній увазі розробників електронного видання перешкоджає глядачеві зручно й ефективно користуватися певним виданням;
- *фон*. Відіграє також важливу роль, особливо при знаходженні на ньому дрібного тексту. Контраст між рамками зображень і фоном, окрім іншого, створює чимало композиційних проблем, часто привертаючи зайву увагу. Невідповідний колір, а тим паче текстура на фоні стають на перешкоді читання текстової інформації, насамперед, коли її багато й написи набрані дрібним кеглем шрифту;
- *шрифт*. Сильно впливає на читабельність текстової інформації, яка зазвичай є головним інформаційним контентом у виданні. Форма літер

суттєво впливає на читабельність тексту, що виявляється в неоднакових швидкостях читання та різних комфортних відстанях від екрана, при читанні аналогічного тексту, написаного різноманітними шрифтовими гарнітурами. Використовується також для створення свідомого контрасту, який формує ієрархію важливості інформації;

- *пластика та ритм*. Співвідношення пластики візуальних об'єктів між собою та візуальні ритми допомагають уникнути зайвих контрастів, дозволяючи досягти електронному виданню візуальної й емоційної цілісності. Пластика може використовуватися для побудови складної ієрархії в різних розділах видання, ритм забирає надмірний і не важливий контраст, а також візуальний шум, спрощуючи глядачеві зчитування інформації по ієрархічному ланцюжку.

Сукупність розглянутих факторів складає множину $G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$, з якої можна визначити підмножину $G_1 \in G$ найбільш суттєвих критеріїв. Доповнено математичне позначення видання мнемонічною назвою:

g_1 — композиція (КОМ);

g_2 — колір (КОЛ);

g_3 — фон (Ф);

g_4 — пластика (ПЛ);

g_5 — ритм (Р);

g_6 — контраст (КОНТ);

g_7 — шрифт (Ш).

Підмножину критеріїв G_1 та можливий взаємовплив між ними відобразимо у вигляді орієнтовного графу (рис. 1).

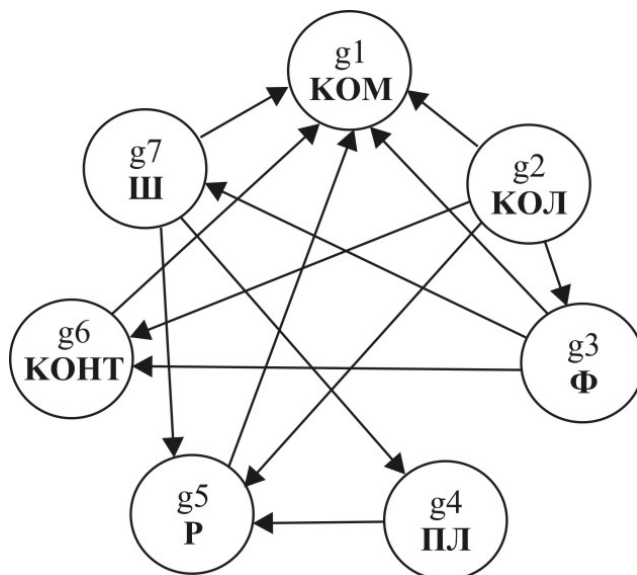


Рис. 1. Граф зв'язків між факторами впливу на проектування електронного видання для дітей з вадами зору

На основі поданого графу будуюмо бінарну матрицю залежності В з використанням залежності [5]:

$$b_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{якщо фактор } i \text{ не залежить від фактора } j \\ 1, & \text{якщо фактор } i \text{ залежить від фактора } j \end{cases}$$

Для кращого відображення матрицю G помістимо в табл. 1, додавши до неї інформаційний рядок і стовпець з мнемонічними назвами факторів.

Таблиця 1

		1	2	3	4	5	6	7
		КОМ	КОЛ	Ф	ПЛ	Р	КОНТ	Ш
1	КОМ	0	0	0	0	0	0	0
2	КОЛ	1	0	1	0	1	1	0
3	Ф	1	0	0	0	0	1	1
4	ПЛ	0	0	0	0	1	0	0
5	Р	1	0	0	0	0	0	0
6	КОНТ	1	0	0	0	0	0	0
7	Ш	1	0	0	1	1	0	0

На основі графу побудовано матрицю досяжності. Її побудова зводиться до заповнення табл. 2, бінарні елементи якої визначаються за логічним правилом:

$$d_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо з вершини } i \text{ потрапити в } j \\ 0, & \text{в іншому випадку} \end{cases}$$

Таблиця 2

		1	2	3	4	5	6	7
		КОМ	КОЛ	Ф	ПЛ	Р	КОНТ	Ш
1	КОМ	1	0	0	0	0	0	0
2	КОЛ	1	1	1	1	1	1	1
3	Ф	1	0	1	1	1	1	1
4	ПЛ	1	0	0	1	1	0	0
5	Р	1	0	0	0	1	0	0
6	КОНТ	1	0	0	0	0	1	0
7	Ш	1	0	0	1	1	0	1

Знову позначимо підмножину досягнутих вершин графу (рис. 1) через $R(g_i)$, а підмножину вершин попередниць — $A(g_i)$. Перетин підмножин вершин досягнутих і вершин попередниць буде підмножиною $A(g_i) = R(g_i) \cap A(g_i)$. Множина тих вершин $A(g_i) = R(g_i) \cap A(g_i)$, для яких виконується умова недосяжності з будь-якої з вершин, що залишились, множини G визначатиметься як рівень ієрархії [6].

Виконання сукупностей наведених вище дій дає перший рівень ієрархії факторів. Для визначення вказаного рівня на основі попередньої матриці та з використанням описаних залежностей будуюмо табл. 3.

Таблиця 3

g_i	$R(g_i)$	$A(g_i)$	$R(g_i) \cap A(g_i)$
1	1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	1
2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	2	2 ←
3	1, 3, 4, 5, 6, 7	2, 3	3
4	1, 4, 5	2, 3, 4, 7	4
5	1, 5	2, 3, 4, 5, 7	5
6	1, 6	2, 3, 6	6
7	1, 4, 5, 7	2, 3, 7	7

З таблиці видно, що рівність $A(g_i) = R(g_i) \cap A(g_i)$ виконується для елемента з номером 2; він відповідає кольору електронного видання, який є фактором найнижчого рівня пріоритетності впливу на проектування електронного видання для дітей з вадами зору.

Аналогічно, за описаним методом одержуємо всі наступні рівні ієрархії (табл. 4–7).

Таблиця 4

g_i	$R(g_i)$	$A(g_i)$	$R(g_i) \cap A(g_i)$
1	1	1, 3, 4, 5, 6, 7	1
3	1, 3, 4, 5, 6, 7	3	3 ←
4	1, 4, 5	3, 4, 7	4
5	1, 5	3, 4, 5, 7	5
6	1, 6	3, 6	6
7	1, 4, 5, 7	3, 7	7

Таблиця 5

g_i	$R(g_i)$	$A(g_i)$	$R(g_i) \cap A(g_i)$
1	1	1, 4, 5, 6, 7	1
4	1, 4, 5	4, 7	4
5	1, 5	4, 5, 7	5
6	1, 6	6	6 ←
7	1, 4, 5, 7	7	7 ←

Таблиця 6

g_i	$R(g_i)$	$A(g_i)$	$R(g_i) \cap A(g_i)$
1	1	1, 4, 5	1
4	1, 4, 5	4	4 ←
5	1, 5	4, 5	5

Таблиця 7

g_i	$R(g_i)$	$A(g_i)$	$R(g_i) \cap A(g_i)$
1	1	1, 5	1
5	1, 5	5	5 ←

Таким чином, у результаті виконання дій над елементами початкового графу (рис. 1) одержано ієрархічно структуровану модель (рис. 2), що імітує пріоритетність впливу вибраних факторів на процес проектування електронного видання для дітей з порушенням зору.

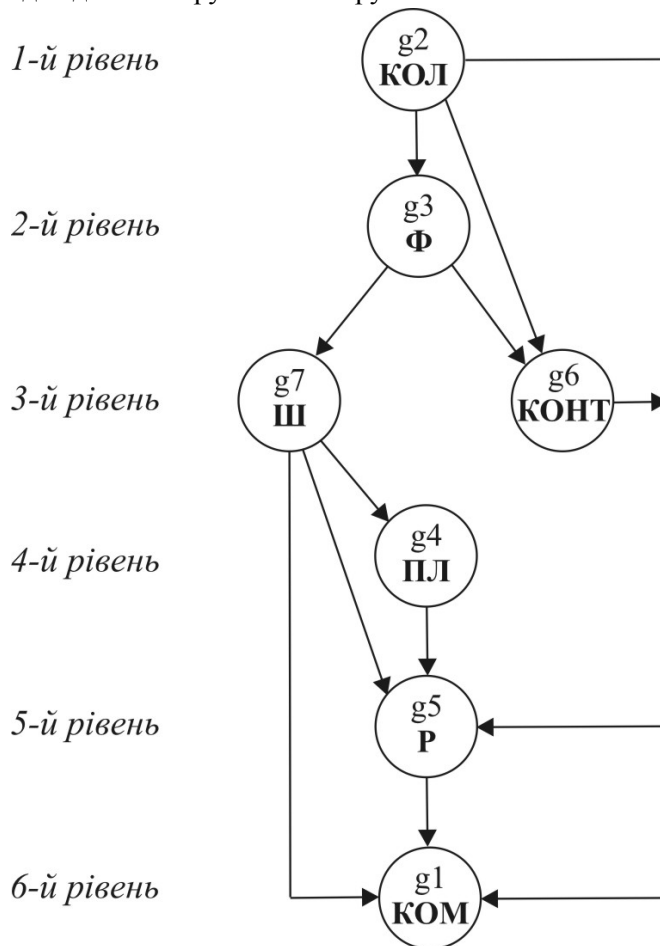


Рис. 2. Модель ієрархії факторів впливу на проектування електронного видання для дітей з вадами зору

Висновки. Отже, аналіз факторів, які впливають на якість проектування електронних видань для дітей з вадами зору, дав можливість побудувати структуровану модель ієрархії з виявленням пріоритетності їх впливу на процес розробки. Отримана модель показує, що найважливішим фактором є композиція електронного видання: вона ключовий елемент у побудові користувацького інтерфейсу. Цей показник забезпечує візуальний контакт користувача — а ми не можемо забувати, що це діти з вадами зору, з наповненням самого електронного видання. Не менш важливими є й ритм і пластика електронного видання, які дозволяють побудувати ієрархію всіх ключових компонентів електронного видання. На найнижчому рівні фактор кольору електронного видання, що слу-

жить підсиленням фактора контрасту, який впливає на сприйняття інформації в електронних виданнях.

Результати дослідження надають можливість провести подальшу оптимізацію моделі пріоритетності дії факторів, що дозволить на початковому етапі проектування електронного видання виділити головні фактори за ступенем їх впливу на процес розробки видання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Серветник О. В. Підвищення ефективності навчально-виховного процесу шляхом упровадження інноваційних освітніх технологій / О. В. Серветник // Журнал для вчителів. — 2013. — № 23–24 (119–120). — С. 32–36.
2. Гавлішина А. А. Комп'ютер — сучасний засіб діяльності старших дошкільників [Електронний ресурс] / А. А. Гавлішина // Освітній навігатор : [Медіа-світ] — [09.06.2011]. — Режим доступу : http://navigator.rv.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=2482.
3. Хамула О. Г. Построение математической модели иерархии критериев влияния на качество восприятия информации в электронных изданиях для детей с нарушением зрения [Электронный ресурс] / Хамула О. Г., Васюта С. П., Яцив М. Р. // Наукоедение (ИГУПИТ) : Интернет-журнал. — 2014. — № 6 (25). — Режим доступа : <http://naukovedenie.ru/PDF/34EVN614.pdf>.
4. Хамула О. Г. Оптимізація математичної моделі ієрархії критеріїв якості сприйняття інформації в електронних виданнях дітьми з вадами зору / Хамула О. Г., Васюта С. П., Яцив М. Р. // Технологія і техніка друкарства (КПД). — 2014. — № 4 (46). — С. 14–20.
5. Сорока К. О. Основи теорії систем і системного аналізу : навч. посіб. / К. О. Сорока, А. М. Тимченко. — [2-ге вид., перероб. і випр.]. — Харків : 2005. — 286 с.
6. Лямець В. И. Системный анализ. Вступительный курс / В. И. Лямець, А. Д. Тевяшев. — [2-ое изд., переработ. та допол.]. — Харьков : ХНУРЕ, 2004. — 448 с.

REFERENCES

1. Servetnyk O. V. (2013), The efficiency in the education system improved by the implementation of innovative technologies, Journal for Teachers, Vol.119–120, No.23–24, pp. 32–36.
2. Havlishyna A. A., Computer as a senior preschoolers' modern way of their activity, available at: http://navigator.rv.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=2482&catid=86&Itemid=41 (accessed 09 June 2011).
3. Khamula O. H., Vasiuta, S. P. and Yatsiv M. R. (2014), The mathematical model optimization of hierarchical standards influencing quality perception of information in electronic editions for children with paropsis, Journal of Computer – Science Transaction, Vol.25, No. 6, available at: <http://naukovedenie.ru/PDF/34EVN614.pdf>
4. Khamula O. H., Vasiuta, S. P. and Yatsiv M. R. (2014), The mathematical model optimization of hierarchical standards which influence quality perception of information in electronic editions for children with paropsis, Journal of Technology and Printing Technics, No. 4 (46), pp. 14–20.
5. Soroka K. O. and Tymchenko A. M. (2005), The basic theory of systems and system analysis, Kharkiv.
6. Liamets V. I. and Tevjashev A. D. (2004), System analysis. Introductory course, KhNURE, Kharkiv.

**MATHEMATICAL MODEL STRUCTURE OF HIERARCHICAL
STANDARDS INFLUENCING THE DESIGN QUALITY
OF ELECTRONIC EDITIONS FOR CHILDREN WITH PAROPSIS**

O. H. Khamula, S. P. Vasiuta, M. R. Yatsiv

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pidholosko St., Lviv, 79020, Ukraine
khog@yandex.ru*

The article considers the possibility of using of multimedia resources in inclusive education, the applied computer technology of certain conditions and rules. The impact factors which influence the design quality of electronic edition have been analyzed. The graph of interconnections between factors which are hierarchically organized by priority of impacts on modelling process of the electronic edition phase development has been elaborated for the first time. The conclusion made from the results has been applied to significant values at electronic multimedia resources creating compositions of publication. The results have confirmed that it has been this definite factor which affects the other ones considered by the authors; at the lowest level it is a colour that has been used in addition creating. The results can be valuable for the following researchers who will create the similar program resources for inclusive education.

Keywords: *electronic edition, matrix, graph theory, methods of system analysis.*

Стаття надійшла до редакції 16.12.2014.

Received 16.12.2014.