

УДК 655.3.022+676.826+003.24

ВПЛИВ ПОЛІГРАФІЧНОЇ ФОЛЬГИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТАКТИЛЬНОГО СПРИЙНЯТТЯ ШРИФТУ БРАЙЛЯ ПРИ НАНЕСЕННІ ЙОГО КОНГРЕВНИМ ТИСНЕННЯМ

Д. А. Вакуліч, К. Ф. Базилюк, В. З. Маїк

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

Розглянуто проблему вдосконалення процесів нанесення інформації про навколишній світ на пакованні товарів фармацевтичної й харчової промисловості для включення незрячих людей у нормальне суспільне середовище (для самостійної ідентифікації продукту) та забезпечення повноцінного інформаційного обміну між ними. Досліджено особливості сприйняття незрячими шрифту Брайля, нанесеного конгревним тисненням та з використанням поліграфічної фольги на різні картони. Здійснено експертне оцінювання людьми з вадами зору написів рельєфно-крапковим шрифтом, отримані результати опрацьовано з застосуванням статистичного пакету Statistika для узагальнення думок експертів.

Ключові слова: шрифт Брайля, конгревне тиснення, поліграфічна фольга, тактильне сприйняття, експерти, читабельність.

Постановка проблеми. Адаптація людей з вадами зору в навколишньому середовищі вирішується великою мірою з використанням звукових носіїв інформації, тифлотехнічних засобів, виданням книг і посібників з крапково-рельєфним зображенням, нанесенням інформації шрифтом Брайля на поверхню пакувань харчових і лікарських продуктів. При нанесенні шрифту Брайля виробники зіткнулися з рядом проблем, передусім з поганим сприйняттям цього шрифту незрячими людьми, отож виникла потреба покращити якість друкованого продукту для незрячих і вдосконалити технологію виготовлення пакувань із цим шрифтом.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проведений аналіз існуючих технологій виготовлення шрифту Брайля надав можливість установити, що для нанесення рельєфно-крапкових зображень при виготовленні пакувальної продукції великими накладками найбільш економічно ефективно використання процесу тиснення. Водночас відсутні технологічні інструкції проведення процесу нанесення шрифту Брайля, технічні характеристики пакувальних картонів не містять рекомендацій щодо ефективності тактильного сприйняття їх поверхні незрячими людьми, низькі експлуатаційні властивості супроводжуються потребою вдосконалення технологічного процесу нанесення інформації шрифтом Брайля на пакування способом тиснення та підвищення якості рельєфно-крапкового зображення [1–9].

Мета статті. Важливою експлуатаційною характеристикою шрифту Брайля є тактильне сприйняття незрячими людьми, адже користувач виступає головним експертом у питаннях визначення якості написів. Відповідно, мета дослідження полягала в проведенні експертного оцінювання незрячими написів шрифтом Брайля, нанесених конгревним тисненням та з використанням

поліграфічної фольги, для встановлення впливу фольги на тактильне сприйняття та читабельність незрячими людьми.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дослідження проводились на картонах для нанесення шрифту Брайля марок Stromcard (Фінляндія), Arktika (Польща), Alaska (Польща), Hansol Hi-Q (Пд. Корея), Exprint (Болгарія): Stromcard, Arktika (GC1) — целюлозний картон з двошаровим покриттям лицевої сторони й слабокрейдованим зворотом; Alaska — целюлозний, з двошаровим крейдованим покриттям лицевої сторони та кремовим зворотом; Exprint, Hansol Hi-Q (GD2) — макулатурний картон двошарового крейдування лицевої сторони та з сірим зворотом. Це картони середньої пухкості, їх широко використовують на поліграфічних підприємствах України для виготовлення пакувальної продукції.

Відбитки з рельєфно-крапковим шрифтом отримували способом традиційного конгревного тиснення та з використанням прозорої поліграфічної фольги марки JGT PPO-000 шляхом її вибіркового нанесення на елементи символів шрифту Брайля. Оцінювання здійснювалось 30-ма незрячими експертами в умовах навчально-реабілітаційного центру «Левеня». Експертне дослідження полягало в тому, щоб кожний експерт — незалежно від інших, надав власну оцінку написам шрифту Брайля за шкалою від 1 до 4 балів: 1 — символи не читабельні; 2 — мало читабельні; 3 — символи читабельні; 4 — високочитабельні (читабельність максимальна).

Результати експертного оцінювання було опрацьовано з допомогою методів математичної статистики з використанням пакету Statistika [1, 4]. Використовуючи методики статистичного аналізу даних, обчислено основні статистичні параметри: максимального, мінімального й середнього арифметичного значення, стандартного відхилення від середнього, дисперсії, асиметрії, ексцесу.

У результаті проведених досліджень встановлено, що найнижчими балами експерти оцінили шрифт Брайля, нанесений конгревним тисненням на целюлозні картони Arktika, Stromcard і Alaska, а найвищими — конгревним тисненням з фольгою на макулатурних картонах Hansol і Exprint. Найбільший розкид значень експертних оцінок було зафіксовано для рельєфно-крапкового шрифту на картоні Alaska, а найменший — з фольгою на картоні Exprint.

Перш ніж провести узагальнення думок експертів, було перевірено їх на узгодженість, що виступає передумовою якості отриманих оцінок. Узгодженість думок експертів визначали з допомогою коефіцієнта рангової кореляції Кендела або Спірмена та коефіцієнта конкордації [5].

Опрацьовуючи матеріали колективної експертної оцінки, використовували метод рангової кореляції, для чого дані, попередньо одержані в балах, відповідним чином ранжирували в напрямку зменшення, отримуючи оцінки рангів. У підсумку застосування методу ранжирування отриманих експертних оцінок послужило основою для побудови матриць попарних порівнянь.

Коефіцієнт парної рангової кореляції розраховано за формулою:

$$\rho_{\alpha\beta} = 1 - \frac{\sum_{j=1}^n \psi_j^2}{\frac{1}{6}(n^3 - n) - \frac{1}{12}(T_\alpha + T_\beta)},$$

де Ψ — різниця за модулем рангів оцінок j -го фактора, поставлених експертами α і β , $\psi_j = |R_{\alpha j} + R_{\beta j}|$; T_α ; T_β , — показники зв'язаних оцінок експертів α і β , що визначаються аналогічно, як для коефіцієнта конкордації.

Коефіцієнт парної рангової кореляції змінюється $-1 \leq \rho \leq +1$. Якщо $\rho = 1$, це відображає повний збіг думок двох експертів; значення $\rho = -1$ свідчить, що думки експертів відносно ранжирування важливості факторів протилежні.

Із застосуванням модуля Nonparametric Statistics розраховано коефіцієнти рангової кореляції. З матриці рангової кореляції Спірмена виявлено, що зазвичай експерти мають узгоджену думку щодо питань дослідження, оскільки розраховані коефіцієнти є більшими від 0,65 і достовірні.

Подальші розрахунки проведено в тому ж модулі Nonparametric Statistics, використовуючи ранговий дисперсний аналіз Фрідмена та розрахунок коефіцієнта конкордації Кендела.

Коефіцієнт конкордації обчислено за формулою:

$$K_{\text{КОН}} = \frac{12 \sum_{j=1}^n d_j^2}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{i=1}^m T_i}$$

$$d_j = S_j - \frac{\sum_{j=1}^n S_j}{n}; \quad S_j = \sum_{i=1}^m R_{ij}; \quad T_i = \sum_{l=1}^L (t_l^3 - t_l),$$

де m — кількість експертів, залучених до участі в колективній експертній оцінці; 1, 2, 3, ...; m — можливі номери експертів; n — кількість досліджуваних об'єктів; 1, 2, 3, ... n — номер можливих об'єктів; R_{ij} — ранг, отриманий j -м об'єктом від i -го експерта; S_j — сума рангів; d_j — відхилення суми від середньої; l — кількість груп зв'язаних (однакових) рангів; t_l — кількість зв'язаних рангів у кожній групі.

Коефіцієнт конкордації змінюється в межах $0 \leq K_{\text{КОН}} \leq 1$. Зі збільшенням значення коефіцієнта конкордації підвищується ступінь узгодженості думок експертів.

Згідно з отриманими даними коефіцієнт конкордації Кендела для всієї кількості досліджуваних об'єктів за значенням є близьким до одиниці (0,84006), що вказує на наявність узгодженості думок експертів.

Статистичну значущість коефіцієнта конкордації перевірено за критерієм Пірсона (χ_p^2):

$$x_p^2 = \frac{12 \sum_{j=1}^n d_j^2}{mn(n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^m T_i},$$

де x_p^2 — розрахункове значення критерію Пірсона.

Розрахункове значення (x_p^2) зіставляється з табличними (x_t^2) для $n-1$ ступенів свободи та довірчої ймовірності ($P = 0,95$ або $P = 0,99$). Якщо $x_p^2 > x_t^2$, коефіцієнт конкордації істотний, якщо ж $x_p^2 < x_t^2$ — необхідно збільшити кількість експертів групи.

Обчислене значення критерію Пірсона ($p = 0,00000$) підтверджує достатню узгодженість думок експертів і є значимим, оскільки $p < 0,05$, а результати експертизи можуть бути використані для подальших розрахунків.

Із залученням методів математичної статистики потрібно було отримати узагальнену думку експертів стосовно рейтингу досліджуваного рельєфно-крапкового шрифту, утвореного різними способами на макулатурних та целюлозних картонах. Для цього застосовано адитивний метод, коли підсумковий рейтинг картону визначається за сумою всіх рангів, установлених для нього експертами (табл. 1).

Таблиця 1

**Ранжирувані дані тактильного сприйняття шрифту Брайля,
нанесеного конгревним тисненням та з використанням фольги
на досліджуваних картонах**

Число експерта	Arktika	Alaska	Strom-card	Hansol	Exprint	Arktika з фольгою	Alaska з фольгою	Strom-card з фольгою	Hansol з фольгою	Exprint з фольгою
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Експерт1	9	9	9	5,5	5,5	2	5,5	5,5	2	2
Експерт2	9,5	6,5	9,5	6,5	6,5	2,5	2,5	6,5	2,5	2,5
Експерт3	9	6	9	9	6	2,5	2,5	2,5	2,5	6
Експерт4	9	9	9	6	6	2,5	2,5	2,5	6	2,5
Експерт5	7	9,5	9,5	7	7	3	3	3	3	3
Експерт6	9,5	7	9,5	7	7	4,5	2	4,5	2	2
Експерт7	9,5	7	9,5	7	7	3	3	3	3	3
Експерт8	9	9	9	6,5	6,5	3	3	3	3	3
Експерт9	9	9	9	5,5	5,5	5,5	5,5	2	2	2
Експерт10	9,5	7	9,5	7	7	3	3	3	3	3
Експерт11	5,5	9,5	9,5	5,5	5,5	1,5	5,5	5,5	5,5	1,5
Експерт12	10	7,5	7,5	7,5	7,5	3	3	3	3	3
Експерт13	10	7,5	7,5	7,5	7,5	3	3	3	3	3

Продовження табл.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Експерт14	9	9	6,5	6,5	9	3	3	3	3	3
Експерт15	8	8	8	8	8	2,5	2,5	2,5	2,5	5
Експерт16	6,5	9,5	9,5	6,5	6,5	6,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Експерт17	7	7	9,5	9,5	7	3	3	3	3	3
Експерт18	9,5	7	9,5	7	7	3	3	3	3	3
Експерт19	9	9	9	5,5	5,5	5,5	5,5	2	2	2
Експерт20	9	9	9	6,5	6,5	3	3	3	3	3
Експерт21	9,5	9,5	7,5	4,5	7,5	1,5	4,5	4,5	4,5	1,5
Експерт22	9,5	7	9,5	7	7	3	3	3	3	3
Експерт23	9	6,5	6,5	9	9	3	3	3	3	3
Експерт24	9,5	9,5	7	7	7	3	3	3	3	3
Експерт27	9	9	9	6	6	2,5	2,5	2,5	2,5	6
Експерт28	9	9	9	6,5	6,5	3	3	3	3	3
Експерт29	8,5	8,5	8,5	8,5	5	5	2	2	5	2
Експерт30	10	7,5	7,5	7,5	7,5	3	3	3	3	3

Підсумковий рейтинг для кожного картону розраховано за формулою:

$$a_j = \frac{S_j}{\sum_{j=1}^n S_j}; \quad \bar{S}_j = \frac{\sum_{i=1}^m R_{ij}}{m},$$

де \bar{S}_j — середній ранг j-го картону; a_j — коефіцієнт значущості.

Результати розрахунків для досліджуваних написів з рельєфно-крапковим шрифтом згруповано в табл. 2.

Таблиця 2

Розрахункові дані рейтингової оцінки тактильного сприйняття шрифту Брайля

Параметри шрифту Брайля	Середній ранг, \bar{S}_j	Коефіцієнт значущості, a_j
Arktika	8,883333	0,161515
Alaska	8,050000	0,146364
Stromcar	8,716667	0,158485
Hansol	6,866667	0,124848
Exprint	6,750000	0,122727
Arktika з фольгою	3,150000	0,057273
Alaska з фольгою	3,316667	0,060303
Stromcard з фольгою	3,300000	0,060000
Hansol з фольгою	3,050000	0,055455
Exprint з фольгою	2,916667	0,053030

Отриманими результатами підтверджено, що найвищий рейтинг у шрифту Брайля, нанесеного з використанням фольги на макулатурних картонах Exprint і Hansol, трохи менший — з використанням фольги на целюлозних картонах Arktika, Stromcard, Alaska, а найменший рейтинг у шрифту, нанесеного конгревним тисненням на целюлозні картони (див. табл. 2).

Згідно з результатами експертного оцінювання написи шрифтом Брайля, нанесені конгревним тисненням та з використанням поліграфічної фольги на досліджувані картони, можна впорядкувати за зростанням рейтингу:

Arktika → Stromcard → Alaska → Hansol → Exprint → Alaska з фольгою → Stromcard з фольгою → Arktika з фольгою → Hansol з фольгою → Exprint з фольгою.

Висновки. Проведене експертне оцінювання написів шрифтом Брайля на різних картонах дало можливість установити, що найкраща читабельність та тактильне сприйняття досягається при нанесенні поліграфічної фольги на елементи символів рельєфно-крапкового зображення як на макулатурних, так і целюлозних картонах. Обробка отриманих результатів експертного оцінювання з використанням статистичного пакету Statistika підтвердила, що думки експертів є узгодженими й значимими, результати експертизи можуть бути використані для подальших розрахунків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Лабораторний практикум з навчальної дисципліни «Економетрика II» для студентів напряму підготовки «Прикладна статистика» денної форми навчання / [укл. Раєнева О. В., Горохова О. І., Чанкіна І. В.]. — Х. : ХНЕУ, 2011. — 52 с.
2. Моделі та методи соціально-економічного прогнозування : підруч. / [Геєць В. М., Клебанова Т. С., Черняк О. І. та ін.]. — Х. : ВД «ІНЖЕК», 2005. — 396 с.
3. Архипов А. Е. Применение кластерного анализа для структурирования данных экспертного опроса / Архипов А. Е., Архипова С. А., Носок С. А. // Адаптивні системи автоматичного управління : міжвідомч. наук.-техн. зб. — Дніпропетровськ : Системні технології, 2003. — № 6 (26). — С. 55–61.
4. Шашок А. В. Лабораторний практикум в системі «STATISTICA» : метод. указ. к виконанню лаб. работ по дисц. «Статистика» для студ. всех форм обучения спец. 080507 «Менеджмент організації» / А. В. Шашок. — Рубцовск, 2010. — 81 с.
5. Грабовецький Б. Є. Ідентифікація змісту та ранжування факторів, що обмежують розвиток венчурного бізнесу, на основі методу експертних оцінок Дельфі / Б. Є. Грабовецький, В. В. Зянько // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2013. — № 4. — С. 46–54.
6. Вакуліч Д. А. Експериментальні дослідження впливу використання поліграфічної фольги при формуванні шрифту Брайля конгревним тисненням на його експлуатаційні характеристики / Д. А. Вакуліч // Наукові записки [Українська академія друкарства] : наук.-техн. зб. — Львів : Укр. акад. друкарства, 2014. — № 3 (48). — С. 91–94.
7. Гавенко С. Ф. Поліграфічні технології маркування продукції шрифтом Брайля : моногр. / С. Ф. Гавенко, М. Т. Лабєцька. — Львів : Ліга-Прес, 2014. — 140 с.
8. Kibirkstis E. Investigation of geometrical and physical — mechanical parameters of Braille by assessing the different types of cardboard materials / Kibirkstis E., Venyte I., Mayik V., Vakulich D. // Mechanika. — 2011. — № 17 (6). — P. 656–660.
9. Маїк В. З. Стандарти для маркування упаковки (шрифт Брайля) / Маїк В. З., Голуб Г., Брацко С., Дудок Т. Г. // Упаковка. — 2014. — № 1. — С. 35–38.

REFERENCES

1. Rayenyeva O.V., Horokhova O.I. and Chankina I.V. (2011), Laboratory practice on the Econometrics II educational discipline for students of the Applied Statistics educational direction, KhNEU press, Kharkiv.
2. Hayets V.M., Klebanova T.S., Chernyak O.I. and others (2005), Models and methods of social-economic prognosis: a manual, Inzhek, Kharkiv.
3. Arkhipov A.E., Arkhipova S.A. and Nosok S.A. (2003), The use of cluster analysis for the expert inquest data structuring, Adapted systems of automated control, No.6 (26), System technologies, pp. 55–61.
4. Shashok A. V. (2010), Laboratory practice on the STATISTICA system, Rubtsovsk, 2010.
5. Hrabovets'kyi B.Ye. and Zyanko V.V.(2013), Identification of contents and ranging of factors limiting the venture business development based on the Delfi expert evaluation method, Herald of Vinnytsya Polytechnical institute, No. 4, pp. 46–54.
6. Vakulich D.A., Experimental research of the printing foil influence on the characteristics of the Braille type formation by congreve stamping on its characteristics, Scientific papers [Ukrainian Academy of Printing], No.3 (48), pp. 91–94.
7. Havenko S. F. and Labetska M.T. (2014), Printing technologies of the Braille type production marking, Liha-Press, Lviv.
8. Kibirkstis E., Venyte I., Mayik V. and Vakulich D. (2011), Investigation of geometrical and physical – mechanical parameters of Braille by assessing the different types of cardboard materials, ISSN 1392–1207, MECHANICS, No.17(6), pp. 656–660.
9. Mayik V.Z., Golob G., Bratsko S., Dudok T.H. (2014), Standards for wrap marking (Braille type), Wrapping, No.1, pp. 35–38.

**INFLUENCE OF PRINTING FOILS ON THE EFFECTIVENESS
OF THE BRAILLE TACTILE PERCEPTION IN
ITS APPLYING BY CONGREVE STAMPING**

D. A. Vakulich, K. F. Bazylyuk, V. Z. Mayik
*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pidholosko St., Lviv, 79020, Ukraine
diana_uad@i.ua*

The world important issue is an inclusion of the blind people into the ordinary social environment and ensuring the full formation exchange between them, so today the urgent issue is to improve the process of the information application about the surrounding world on the products packaging of pharmaceutical and food industries of everyday use to meet the needs of the blind people in the independent product identification. The paper researches the peculiarities of the Braille perception by the blind people applied by congreve stamping and using different printing foils on different cardboards. We have done the expert assessment of relief-dot inscriptions by the blind people, the received results have been processed using the Statistica statistical package for generalization of experts' opinion.

Keywords: *Braille typeface, congreve stamping, printing foil, tactile perception, experts, readability.*

Стаття надійшла до редакції 22.12.2014.

Received 22.12.2014.