

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ШРИФТА БРАЙЛЯ

*У статті представлено математичне моделювання рельєфного елемента символу шрифту Брайля.*

*Mathematic simulation of the relief element of Braille character and font has been presented in the article*

### 1. ВСТУП

У сучасному суспільстві визначальним чинником є знання, тому життєво необхідним для кожної людини є доступ до інформації, а також уміння працювати з нею. Для людей, які мають обмеження зору, ця проблема стає дуже важливою, тому що фізичний недолік обмежує їм доступ до культурних цінностей і джерел інформації, до виробничої і творчої діяльності [1].

Згідно ГОСТ Р 50917-96 основними параметрами елемента символу (крапки шрифту Брайля) є – висота елемента символу, основний діаметр елемента символу (діаметр основи символу на поверхні носія даних, висота елемента символу (підвищення зображення елемента символу над поверхнею носія даних)). Основними параметрами символу є висота символу, ширина символу і крок друку [2].

Шрифт Брайля складається із різних комбінацій шести елементів символу – два елементи горизонтально і три вертикально. Кожному символу відповідає комірка з певним розміщенням у ній елементів.

У різних країнах існують національні системи шрифту Брайля, які мають деякі розбіжності у розмірах, що викликає певні проблеми, наприклад, висота елемента від 0,1 до 1,0 мм [3].

### 2. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

Вирішальним фактором сприйняття і пізнання дотиком шрифту Брайля є форма рельєфного елемента символу.

При заданих номінальних геометричних розмірах елемента символу його форма може бути різною і створювати різні відчуття і сприйняття символу, слова і тексту у цілому. Форма елемента повинна створювати приємне відчуття і сприйняття у процесі читання тексту Брайля. Тоді умови сприйняття і пізнання дотиком та швидкість читання збільшуватимуться. Наприклад, коли поверхня елемента є загострена, тоді

---

<sup>11</sup> Українська академія друкарства

збільшується подразнення пальця, що викликає неприємне відчуття і втому людини і як наслідок зменшується темп читання текстів Брайля. Отже, форма поверхні елемента символу є важливим технічним і експлуатаційним параметром шрифту Брайля.

У доступних офіційних джерелах (ГОСТ Р 50917-96) у примітках наводиться означення: за елемент символу прийнято випукле округле зображення на носії даних з геометричними розмірами, які визначаються пороговими значеннями тактильного сприйняття зображення.

Відсутність методів і приладів для вимірювання параметрів шрифту Брайля і методів математичного опису форми елемента символу унеможливує математичний аналіз і оптимальний вибір параметрів шрифту Брайля на стадії його проектування, виробництва й при експлуатації. Для вирішення цієї проблеми розв'язано задачу математичного моделювання рельєфного елемента символу і шрифту Брайля.

Згідно з офіційним означенням (ГОСТ Р 50917-96) за елемент символу прийнято випукле округле зображення на носії даних з відповідними геометричними розмірами, тому його можна математично описати деякою тривимірною функцією, яку у загальному вигляді можна подати так:

$$F(z, y, x), \quad (1)$$

де  $F(z, y, x)$  – деяка нелінійна функція, яку потрібно знайти,  $z, y, x$  – просторові координати (осі).

Тривимірну функцію (1) можна інтерпретувати у вигляді випуклої поверхні, яка відповідає випуклому зображенню рельєфного елемента символу шрифту Брайля.

Для більшої прозорості функцію (1) можна подати як функцію геометричних розмірів елемента

$$F(z, y, x, d, h), \quad (2)$$

де  $d$  – основний діаметр елемента символу (діаметр зображення елемента символу на рівні місцевої поверхні носія даних),  $h$  – висота елемента символу (підвищення зображення елемента символу над поверхнею носія даних).

Зауважимо, що функція (2) при заданих номінальних даних діаметра елемента символу і висоти повинна давати можливість описувати різну ступінь випуклості елемента, бути зручною для аналізу і комп'ютерного симулювання.

Функція профілю елемента символу шрифту Брайля

Математичний опис форми випуклої поверхні рельєфного елемента символу шрифту Брайля є складною задачею з огляду на суб'єктивний характер поняття форми і її різноманітності. Зауважимо, що поверхня елемента символу є симетричною, тому для спрощення

поставленої задачі перейдемо від тривимірної до двовимірної задачі. Для математичного описання форми поверхні елемента символу Брайля пропонується функція (аналітичний вираз), який описує форму кривої осьового вертикального перетину елемента символу. Далі таку функцію називатимемо функцією профілю елемента символу шрифту Брайля. Функція профілю базується на вищеподаній функції (2) і геометричних параметрах елемента символу й повинна дозволяти генерувати множину профілів [4, 5].

На основі викладеного, шукану функцію профілю елемента символу у загальному вигляді як функцію геометричних параметрів

$$Y(x) = F(x, d, h, a), \quad (3)$$

де  $F(x, d, h, a)$  – деяка нелінійна функція, яку потрібно знайти,  $x$  – просторова змінна (ордината),  $a$  – ширина символу – віддаль по горизонталі між центрами зображень двох елементів одного символу, розміщених у вертикальних сусідніх колонках,  $d$  – ширина основи (діаметр крапки),  $h$  – висота крапки.

Форма профілю осьового перетину елемента символу у значній мірі залежить від технології і пристрою для друкування шрифтом Брайля. Особливістю профілю елемента символу є те, що він має дзвоноподібну форму. Множину форм профілю елемента символу можна умовно розділити на два види: колоподібні форми з близькою до півкола вершиною елемента і легко заокругленими боками; U-подібні форми з плоскою вершиною елемента, більш стрімкими переходами від боків стінок до основи матеріалу. Тому математичний опис форми елемента символу за допомогою широко відомої функції розподілу Гауса є неможливе.

У теорії сигналів [6, 7, 8] форму сигналів описують як суму ортогональних функцій або рядів того чи іншого виду. Але застосування цих методів для описання U-подібних форм елемента символу із плоскою вершиною і стрімкими боками є складним, неточним і незручним для формування множини профілю і для комп'ютерного симулювання.

Запропоновано математичну модель елемента шрифту Брайля у вигляді функції профілю, яка описує форму його вертикального осьового перетину:

$$Y(x) = \left[ 1 - \frac{1}{\sqrt{1+v^2x^2}} \right] h, \quad (4)$$

де  $h$  – номінальна висота елемента символу,  $v$  – просторова стала елемента (просторова частота), яка задає форму елемента,  $r$  – показник степені, ціле число.

Просторова змінна  $u$  має вигляд трикутника й задається виразом:

$$u(x) = \begin{cases} 0 & \text{для } 0 \leq x \leq P \\ Ax & \text{для } P \leq x \leq P/a \\ A(a/2 - x) & \text{для } a/2 \leq x \leq a - P \\ 0 & \text{для } (a - P) \leq x \leq a. \end{cases} \quad (5)$$

де  $x$  – просторова змінна,  $A$  – максимальна амплітуда просторової змінної,  $P$  – поріг обтинання основи просторової змінної (основи трикутника).

На рис. 1 подано приклад графіка просторової змінної і геометричні параметри елемента символу шрифту Брайля.

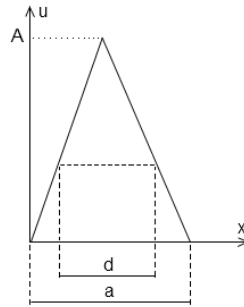


Рис. 1. Приклад графіка просторової змінної

Зауважимо, що просторова змінна  $u$  має обмежений просторовий інтервал  $[0-a]$  і є симетрична відносно вертикальної осі елемента символу.

Можна легко встановити основні властивості функції профілю. Вона задовольняє наступні початкові і кінцеві умови:

$$\begin{aligned} \lim_{u \rightarrow 0} Y(x) &= \lim_{u \rightarrow 0} \left[ 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + v^r u^r}} \right] h = 0 \\ \lim_{u \rightarrow a/2} Y(x) &= \lim_{u \rightarrow a/2} \left[ 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + v^r u^r}} \right] h = h \\ \lim_{u \rightarrow a} Y(x) &= \lim_{u \rightarrow a} \left[ 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + v^r u^r}} \right] h = 0. \end{aligned}$$

Ці умови є основою для визначення адекватності побудованої моделі при комп'ютерному симулюванні елемента символу шрифту Брайля.

Опрацьовано параметри функції профілю елемента символу шрифту Брайля. Для U-подібних профілів амплітуда просторової змінної  $A=15-20$ , показник степені  $v=4-8$ . При збільшенні  $v$  бокові стінки еле-

мента стають більш стрімкими. Змінюючи просторову сталу в межах  $0,3 \leq v \leq 0,7$ , можна одержати множини U-подібних профілів. Для колоподібного профілю  $A=15-20$ ,  $r=3-4$ . Задаючи просторову сталу в межах  $0,3 \leq v \leq 0,7$ , можна одержувати множини колоподібних профілів.

Якщо задані номінальні розміри елемента символу, то, надаючи різні значення сталій просторовій у заданих межах, можна одержати множини профілів елемента різної форми.

### 3. ВИСНОВОК

Відсутність спеціальних приладів для вимірювання технічних параметрів шрифту Брайля і методів математичного моделювання рельєфного елемента символу унеможливило аналіз і оптимальний вибір параметрів шрифту Брайля на стадії проектування і виготовлення друкувальних елементів і при друкуванні брайлівських текстів.

Таким чином, запропоновано математичну модель елемента символу шрифту Брайля, яка описує форму осевого вертикального перетину його поверхні, яка є основою для розв'язання різних завдань (задач).

1. Вакуліч Д. А. *Допоможіть відкрити світ людям з обмеженням зору* / Вакуліч Д. А., Маїк В. З. // *Print Plus* – 2007. - №4. – С. 62-65. 2. *Устройства, печатающие шрифтом Брайля. Общие технические условия. ГОСТ Р 50917-96 – [Действующий от 20.06.1996]. – Всероссийский науч.-исслед. ин-т стандартизации (ВНИИСтандарт) Госстандарта России и Республ. центр компьютерных технологий Всерос. общества слепых. – М.: Госстандарт России, 1996. – 19 с.* 3. Golob G., *Braille Legibility on the Pharmaceutical Packaging* / G. Golob, Rotar B. // *VIII<sup>th</sup> Seminar In Graphic Arts.* – 2007. – S. 98–104. 4. Луцків М.М., Вакуліч Д.А. *Генерування профілю крапки шрифту Брайля* // *Технологія і техніка друкарства.* – 2008. - №1(19). – С. 34-41. 5. Луцків М.М. *Генерування профілю крапки шрифту Брайля* / Луцків М.М., Маїк В.З., Вакуліч Д. А. // *Тези доповідей звітної науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів УАД, Львів.-2008.- С. 65.* 6. Сергиенко А.Б. *Цифровая обработка сигналов.* – Санкт-Петербург: Питер, 2005. – 604 с. 7. Мандзій Б.А. *Підручник Основи теорії сигналів.* / Мандзій Б.А., Желяк Р.І. // – Львів: Видавничий дім «Ініціатива», 2008. – 240 с. 8. Юцик О.В. *Основи цифрової обробки зображень: Навчальний посібник.* – Львів: УАД, 2005. – 180 с.