

УДК 003.24:004.358

## ГЕНЕРУВАННЯ ПРОФІЛЮ КРАПКИ ШРИФТА БРАЙЛЯ

© М. М. Луцків, д.т.н., професор, Д. А. Вакуліч,  
УАД, Львів, Україна

**Предложена функция, которая описывает профиль точки шрифта Брайля, разработан симулятор для генерации точек разной формы и приведены результаты компьютерной симуляции.**

**It has been propounded a function, that describes a profile of dots of Braille type and it has been worked out a simulator for producing dots of different forms, as well as it has been realized the results of computer simulation.**

### Постановка проблеми

Шрифт Брайля — це рельєфно-крапковий шрифт для письма й читання людей з вадами зору. Саме завдяки Брайлівському шрифту незрячі успішно оволодівають знаннями, долучаються до світової культури, розширюють для себе інформаційний простір. І чим більше випускається видань (продукції) для незрячих — тим доступніша для них інформація і рівність зі зрячими людьми. Вдосконалення технології виготовлення друкованої продукції для незрячих має не тільки гуманітарне значення. Сучасний розвиток поліграфії сприяє заохоченню людей з вадами зору до виробничої і творчої діяльності [1, 2].

Потреба в недорогому, простому і високоякісному способі Брайлівського друку стала особливо зростати з того часу, коли Європейський Союз прийняв постанову ЄС 2004/27/ЄС, згідно якої на пакуваннях фармацевтичних товарів в обов'язковому порядку має паралельно із звичайним текстом друкуватися текст шрифтом Брайля [7].

Шрифт Брайля, розвинутий до повного ступеня Л. Брайлем, в основному складається з різної комбінації шести крапок — 2 крапок горизонтально і 3 вертикально (рис. 1). Кожному символу відповідає комірка з певним розміщенням у ній крапок. Всього в одній комірці можна відтворити 63 символи.

В багатьох країнах існує система шрифта Брайля з 8-ма крапками, яка використовується для спеціальних знаків типу процента, грецьке письмо і т.д. Комбінації з 8-ма крапками дають 255 різних комбінацій шрифта Брайля, але лише незначна частина незрячих читачів знає певні національні системи з 8-ма крапками і здатна зрозуміти складне крапкове письмо у конфігураціях з 8-ма крапками. Ця система головним чином використовується для комп'ютерної маніпуляції і не придатна для використання на продукції для незрячих [8].

Вирішальним фактором пізнання дотиком є форма знаку шрифта Брайля. Форма елемен-

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

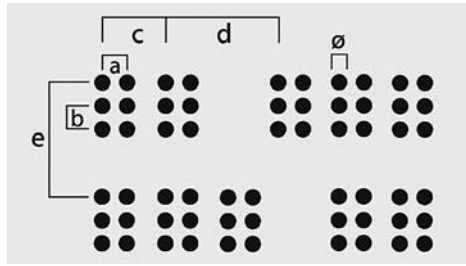
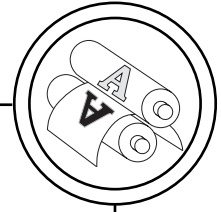


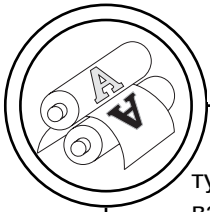
Рис. 1. Типове розміщення шрифту Брайля згідно Marburg Medium spacing convention: a = 2,5 мм, b = 2,5 мм, c = 6,0 мм, d = 12,0 мм, e = 10,0 мм + 0,0 мм—0,1 мм

Таблиця 1  
Геометричні параметри семиміліметрового шрифту Брайля

№ шрифту	Висота знаку, мм	Ширина знаку, мм	Діаметр крапки, мм	Висота крапки, мм	Відстань між крапками, мм	Довжина порогу дотику, мм	Відстань між знаками, мм	Відстань між рядками, мм
7	7	4,2	1,4	0,7—0,9	1,4	2,8	2,45	4,2

Таблиця 2  
Вимоги до висоти крапки Брайля

Європейський союз сліпих (EBU)	Національна рада сліпих (Ірландія)	Швеція	Франція	Міжнародний стандарт	Британія	Британія (для ярликів)	Королівський національний Інститут Сліпих (RNIB)
0,5 мм ± 5 %	0,5 мм ± 5 %	від 0,25 мм	до 1 мм	0,6—0,9 мм	від 0,12 мм	від 0,2 мм	від 0,46 мм



## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

ту шрифту Брайля значно впливає на його властивості. При заданих геометричних розмірах елементу шрифту Брайля від його форми залежить сприйняття шрифту Брайля, тому вона є важливою технічною характеристикою. На сприйняття дотиком також має вплив вид рельєфного шрифту, зміст тексту, технічне відтворення шрифту, характер поверхні основи рельєфного відбитка [1—3].

Основними геометричними параметрами шрифту Брайля заданого номеру шрифту є висота і ширина знаку, діаметр крапки і віддаль між крапками (табл. 1, 3 та рис. 1).

Між національними системами шрифту Брайля є деякі відмінності у розмірах висоти крапки Брайля (табл. 2).

Щоб уникнути проблем, у відповідності з постановою ЕС, рекомендується Середній стандартний шрифт Брайля, за яким Середнє погодження геометричних параметрів шрифту Брайля повинно виконуватися із точністю  $\pm 5\%$  [6].

Одними із найбільш важливих геометричних і технологічних параметрів шрифту Брайля є не тільки розміри діаметра та висоти крапки, але і її форма. Зауважимо, що виготовлення штампа, пуансона для друкування брайлівських текстів з відповід-

ним діаметром, висотою і формою крапки можуть змінюватися в залежності від умов друкування, матеріалу задрукування, тощо.

В процесі переходування і експлуатації точка піддається деформації та стиранню, що призводить до зміни висоти і ширини форми крапки.

Для визначення параметрів шрифту Брайля застосовують традиційні методи вимірювання і прилади. Для огляду поверхні і форми крапок застосовують лупи і мікроскопи із збільшенням  $30\div 400$  разів. В електронних мікроскопах за допомогою матриць CCD зображення крапок передається до комп'ютера. Відповідна програма обробляє зображення крапки і виводить різні параметри. Точність вимірювання складає  $5\div 10\%$ . Зауважимо, що електронні мікроскопи є дорогими і застосовуються у лабораторних умовах.

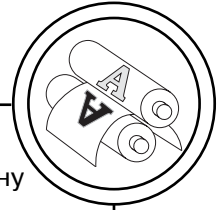
Зауважимо, що у даний час форма крапки найчастіше оцінюється візуально, а тому суб'єктивно.

Відсутність методів і спеціальних приладів для вимірювання технічних параметрів шрифту Брайля і об'єктивних методів математичного опису форми крапки унеможливорює математичний аналіз і оптимальний вибір параметрів шрифту Брай-

Таблиця 3  
Середнє погодження інтервалу для Шрифту Брайля

Діаметр крапки, мм	Відстань між крапками, мм	Відстань між знаками, мм	Відстань між словами, мм	Відстань між рядками, мм
1,6 мм	2,5 мм	6,0 мм	12,0 мм	10 мм

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



ля на стадії виготовлення голок принтера, при друкуванні текстів Брайля та при їх експлуатації, бо немає можливості здійснювати їх об'єктивний контроль. Для вирішення цієї проблеми у статті розв'язано ключову задачу математичного опису форми крапки шрифту Брайля, яка є зручна для аналізу і комп'ютерного симулювання.

### Мета роботи

Опрацювання функції, яка описує профіль крапки шрифту Брайля і визначення її параметрів, та розробка симулятора для генерування множини профілів крапок.

### Результати досліджень

Форму крапки шрифту Брайля можна інтерпретувати деякою тривимірною функцією, яку геометрично можна представити у вигляді поверхні. Математичний опис і порівняння форм крапок шрифту Брайля є складною проблемою з огляду на суб'єктивний характер поняття форми і різноманітності форм крапок.

Для спрощення поставленої задачі перейдемо від тривимірної до двовимірної задачі. Для математичного опису форми крапки шрифту Брайля пропонується функція (аналітичний вираз), який описує форму кривої осьового вертикального перетину поверхні крапки. Далі таку функцію називатимемо функцією профілю крапки шрифту Брайля. Функція профілю повинна базуватися на вище викладених геометричних параметрах шрифту Брайля і повинна

дозволяти генерувати множини профілів крапок.

На основі викладеного, шукаю функцію профілю крапки шрифту Брайля у загальному вигляді можна подати як функцію геометричних параметрів:

$$y = F(x, a, d, h), \quad (1)$$

де  $F(x, a, d, h)$  — деяка нелінійна функція, яку потрібно знайти,  $x$  — просторова змінна (ордината),  $a$  — відстань між крапками,  $d$  — ширина основи (діаметр крапки),  $h$  — висота крапки.

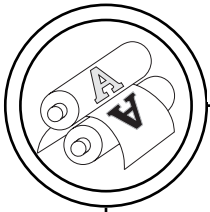
Особливістю профілю крапки шрифту Брайля є те, що вона має дзвоноподібну форму, близьку до півкола вершину, легко заокруглені боки (стрімки переходу від боків стінок до основи матеріалу. Інтерпретація профілю крапки шрифту Брайля, з огляду на особливість її форми, за допомогою відомих методів у теорії сигналів, як сума ортогональних функцій, того чи іншого виду [5] є складною і незручною для формування множини профілю і для комп'ютерного симулювання.

Для математичного опису профілю крапки шрифту Брайля запропоновано нелінійну функцію із своєрідним аргументом:

$$y = \left[ 1 - \frac{k}{\sqrt{1 + L^2 u^2}} \right] h, \quad (2)$$

де  $h$  — номінальна висота крапки,  $L$  — просторова стала крапки, яка задає форму крапки,  $k$  — коригуючий коефіцієнт.

Просторова змінна  $u$  має вигляд трикутника із обтятою основою, задається виразом:



## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

$$u(x) = \begin{cases} 0 & \text{для } 0 \leq x \leq p \\ A_x & \text{для } p \leq x \leq \frac{a}{2} \\ A\left(\frac{a}{2} - x\right) & \text{для } \frac{a}{2} \leq x \leq a - p \\ 0 & \text{для } a - p \leq x \leq a \end{cases}, \quad (3)$$

де  $x$  — просторова змінна (координата),  $A$  — максимальна амплітуда просторової змінної,  $p$  — поріг обтинання основи просторової змінної (основи трикутника).

Для генерування заданих параметрів і профілю крапки шрифта Брайля, прийнятих у різних країнах опрацьовано такі параметри функції профілю і просторової змінної:  $L = 0,3 \div 2$ , коригуючий коефіцієнт  $k = 1,1 \div 1,4$ , максимальна амплітуда просторової змінної  $A = 25$ , поріг обтинання  $p = 8 \div 12$ .

Основа просторової змінної  $u(x)$  (трикутник) дорівнює відстані між крапками, ширину основи крапки задає величина  $p$  обтинання основи трикутника. Форму профілю крапки можна змінювати шляхом задання просторової сталої  $L$ . При  $L = 0,3$  — вершина крапки буде загострена, а при  $L = 2$  — вершина буде більш плоска. Висота комірки задається окремо.

Звернемо увагу на те, що традиційний підхід до побудови

графіків функцій шляхом складання алгоритму і програми вимагає досвіду складання програм і її налагодження. Для спрощення задачі генерування функції профілю крапки шрифта Брайля пропонується генерувати профілі шляхом комп'ютерного симулювання у популярному пакеті MATLAB — Simulink [4], який широко використовується для моделювання динамічних систем і обробки сигналів.

На підставі запропонованих виразів (2) і (3) із операційних блоків Simulink розроблена схема моделі для генерування профілю крапок шрифта Брайля, яка приведена на рис. 2.

Із блоку генератора прямокутних сигналів Pulse Generator, блоку Constant суматора і передавальної функції Trans Fun побудовано схему, яка генерує просторову змінну  $u(x)$  (трикутний сигнал), а блок Zon обтинає основу трикутника. Для фільтрації створеного таким чином сигналу застосовано інерційну ланку Trans Fun. Далі, на підставі операційного блоку Math Function згідно виразу (1) складено програму обчислень профілю. Для візуалізації результатів обчислень і побудови графіків профілю крапки застосовано операційний блок Scope.

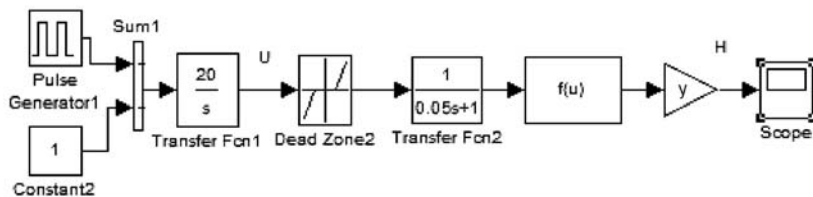
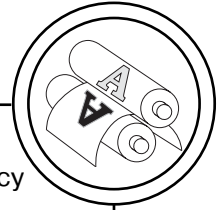


Рис. 2. Структурна схема моделі для генерування профілю крапок шрифта Брайля

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



Безпосередньо за рис. 2 із операційних блоків бібліотеки Simulink [4] за допомогою графічного редактора у вікні моделі розроблено симулятор для генерування і візуалізації профілів крапки Шрифта Брайля без складання жодної програми, що є перевагою цього способу симулювання. Симулятор паралельно генерує і здійснює візуалізацію трьох профілів крапки, що є зручним для аналізу і порівняння.

Метою комп'ютерного симулювання було ілюструвати запропонований підхід побудови профілів крапок і розроблений симулятор.

Для прикладу здійснювали комп'ютерне симулювання профілю шрифта Брайля дзвоноподібної форми із загостреною вершиною. Задавали такі параметри крапки: відстань між крапками  $a = 2,5$  мм, ширина основи  $d = 1,4$  мм.

При симулюванні задавали такі параметри моделі: ширину просторової змінної  $u(x) = 2,5$ , максимальну амплітуду  $A = 25$ , поріг обтинання  $p = 10$ , просто-

рова стала  $L = 0,3$ , стала часу фільтра  $0,02$ .

Результати комп'ютерного симулювання представлені у вигляді графіків функцій профілю крапки з висотою крапки  $0,9$ ,  $0,7$  і  $0,5$  мм представлені на рис. 3.

Щоб змінити форму крапки, наприклад, зменшити стрімкість вершини, потрібно збільшувати просторову сталу  $L$ , наприклад, задати  $L = 0,5$  чи  $1,0$ . Отже зменшуючи тільки один параметр моделі  $L$  можна змінювати форму крапки.

У другій серії симулювання здійснювали генерування профілів крапки шрифта Брайля із більш пологими вершинами, близькими за формою до півкола. Для прикладу задавали такі параметри крапки: відстань між крапками  $a = 2,5$  мм, висота крапки  $h = 0,7$  мм.

При симулюванні задавали такі параметри моделі: ширина основи просторової змінної  $u(x) = 2,5$ , максимальну амплітуду  $A = 25$ , поріг обтинання  $p = 12$ ,  $10$ ,  $8$ , просторова стала  $L = 1,0$ .

Результати комп'ютерного симулювання представлені на

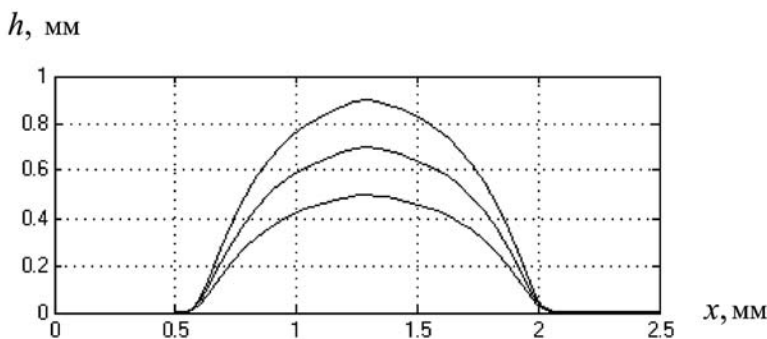
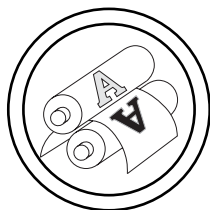


Рис. 3. Графіки профілів крапок шрифта Брайля із загостреною вершиною різної висоти



## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

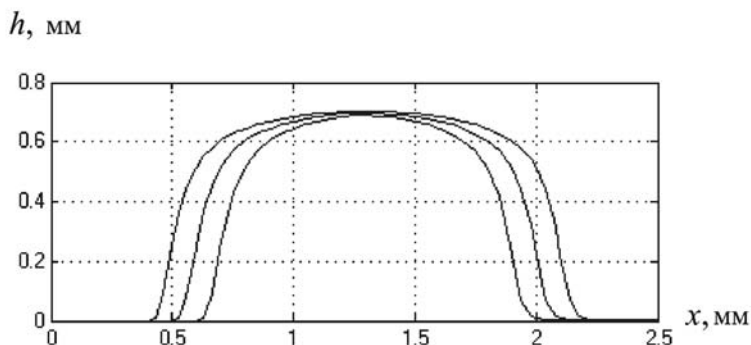


Рис. 4. Графіки профілів крапки шрифту Брайля із пологою вершиною

рис. 4 у вигляді графіків функції профілю крапки із різною шириною крапки при сталій висоті  $h = 0,7$  мм.

Щоб збільшувати ширину основи крапки потрібно зменшувати величину порога  $p$ . Отже, зменшуючи тільки один параметр, можна змінювати ширину основи крапки.

Результати комп'ютерного симулювання підтвердили, що за допомогою запропонованої функції і розробленого симулятора, відносно просто можна згенерувати множину різних профілів крапки шрифту Брайля і також можна здійснювати аналіз технологічних параметрів і здійснювати порівняння.

### Висновки

1. Відсутність методів і спеціальних приладів для вимірювання технічних параметрів шрифту Брайля і методів математичного описання форми крапки унеможливорює математичний аналіз і оптимальний вибір пара-

метрів шрифту Брайля на стадії виготовлення штампів (голок принтера) і при друкуванні текстів Брайля та при експлуатації, бо немає можливості здійснювати їх об'єктивний контроль.

2. Запропоновано функцію профілю для математичного описання форми кривої осьового вертикального перерізу крапки шрифту Брайля.

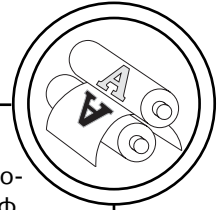
3. Опрацьовано параметри функції профілю для генерування крапок різної форми і геометричних параметрів, прийнятих у різних країнах.

4. Розроблено симулятор для генерування крапок різної форми і геометричних параметрів, який паралельно генерує три профілі крапок.

5. Результати комп'ютерного симулювання підтвердили достовірність запропонованої функції профілю крапки шрифту Брайля і здатність симулятора генерувати множину різних профілів крапки і можливість здійснювати аналіз.

1. Вакуліч Д., Маїк В. Допоможіть відкрити світ людям з обмеженням зору // Print Plus. — 2007. — № 2. — С. 62—65. 2. Вакуліч Д. Видання для незрячих: нотатки з Республіканського будинку звукозапису і друку // Print Plus — 2007. — № 4. — С. 66. 3. Бесков В. В. Исследование материалов и

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



основных факторов печатного процесса при изготовлении рельефно-точечных оттисков (по системе Брайля) трафаретным способом: Автореф. дис. канд. техн. наук / Моск. полиграф. ин-т. — М., 1969. — 20 с. 4. Гуляев А. К. MATLAB 5.2. Иммитационное моделирование в среде WINDOWS: Практическое пособие. — СПб: Корона принт, 1999. — 282 с. 5. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов. — СПб: Питер, 2005. — 604 с. 6. Golob G., Rotar B. Braille Legibility on the Pharmaceutical Packaging // VIII<sup>th</sup> Seminar In Graphic Arts. — 2007. — С. 98. 7. ЕС обязывает заботиться о людях со слабым зрением // Print Week. — 2007. — № 19. — С. 6. 8. Harper T. Touch to communicate, World Pharmaceutical Frontiers. — [www.worldpharmaceuticals.net](http://www.worldpharmaceuticals.net).

Рецензент — О. Ф. Розум, професор, к.т.н.,  
дійсний член Академії інженерних наук України

Надійшла до редакції 15.01.08