



М. М. Гавенко¹, М. Т. Лабецька², В. О. Коротка³

¹ КНП ЛОР «Львівська обласна клінічна лікарня»

² Українська академія друкарства

³ КЗВО ЛОР «Львівська медична академія імені Андрея Крупинського»

Класифікація та ранжування чинників, що впливають на якість тактильного сприйняття шрифту Л. Брайля незрячими людьми

Вступ. Як відомо, майже 80,0 % інформації про навколишній світ мозкові передають очі. У людей із вадами зору пізнавальна діяльність заміщується переважно шкірно-руховим аналізатором – дотиком, що допомагає їм сформувати уявлення про предмети й явища довкілля (за формою, розмірами, фактурою тощо). Завдяки шрифту Л. Брайля люди з вадами зору спроможні навчатись у школі, здобувати професійну освіту, долучатися до світової культури, розширювати для себе інформаційний простір [1, 9]. Реалізації цих завдань сприяють досягнення сучасних поліграфічних технологій, які відтворюють інформацію шрифтом Л. Брайля.

Рельєфні зображення, призначені для зчитування пальцями, можуть бути відтворені за допомогою різних технологій (контактні (трафаретний і лазерний друк, тиснення) та безконтактні (краплинно-струминний друк) способи друку; термографічний друк; технологія використання матеріалів зі спеціальними властивостями; комп'ютерні системи) та методів (утворення крапки Л. Брайля способом деформації матеріалу (паперу, картону, плівки чи полімеру) завдяки тисненню або термоформуванню (вакуумний метод) чи нанесенням спеціальних композицій на основу трафаретним і краплинно-струминним друком). Вибір технології відтворення шрифту Л. Брайля також залежить від галузі застосування, призначення, категорії користувачів і наявних ресурсів [11, 13].

Згідно з проведеними аналітичними дослідженнями, на поліграфічному ринку сьогодні переважають два способи відтворення інформації для незрячих людей. Перший спосіб, що полягає у формуванні рельєфних елементів тисненням, поширеніший у європейських країнах завдяки низці переваг стосовно вартості замовлення і швидкості його реалізації. Але ця технологія має суттєві недоліки: низьку механічну міцність рельєфної крапки під час експлуатації незря-

чими людьми та зменшення рельєфності за підвищення вологості повітря у приміщенні. Другий спосіб трафаретний – друкування швидковисихаючими, ультрафіолетовими (УФ) або термочутливими фарбами – може бути реалізований на різних матеріалах (папері, картоні, плівці). Останнім часом для нанесення рельєфно-крапкової інформації набув популярності струминний друк (Inkjet) УФ-лаками, які не містять розчинників і забезпечують достатню висоту шрифту.

Кожен із описаних вище способів отримання тактильного зображення має певні недоліки та переваги. Тому під час виготовлення друкованої продукції для незрячих людей потрібно обирати оптимальну технологію з урахуванням її функційного призначення [4]. Сьогодні проблеми розвитку і впровадження сучасних тифлоінформаційних технологій привертають увагу багатьох дослідників. Проте відкритим залишається питання наукових досліджень із оптимізації технологій друкування шрифтом Л. Брайля та забезпечення якості тактильного сприйняття інформації незрячими людьми.

Мета дослідження. Класифікувати й ранжувати чинники, що впливають на проєктування та відтворення шрифту Л. Брайля для забезпечення якості тактильного сприйняття інформації незрячими людьми.

Матеріали й методи дослідження. Як об'єкти дослідження обрано фармацевтичні пакування з маркуванням шрифтом Л. Брайля, що його нанесено тисненням із використанням модуля AccuBraille GT на машині BobstExpertfold 110, трафаретним і краплинно-струминним друком (Inkjet). Пакування виготовлено з картону AlaskaPlus граматурою 280,0 г/м². Якість шрифту Л. Брайля оцінювали за допомогою приладу AniCamTroika 3D, на якому отримували й аналізували 3D-моделі рельєфно-крапкових зображень і профіль їхньої поверхні (рис. 1).

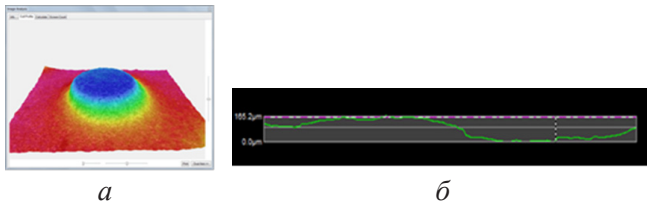


Рис. 1. Тривимірна модель крапки шрифту Л. Брайля (а) і профіль поверхні (б).

Шрифт Л. Брайля, утворений тисненням, має достатню висоту крапки (188,2 μm), проте порушення мікроструктури поверхні матеріалу-основи утруднює читання. Якість шрифту Л. Брайля, відтвореного трафаретним друком, низька через малу висоту крапки (178,6 μm) та значні спотворення діаметра рельєфного елемента, що утруднює ідентифікацію написів під час читання. Технологія Inkjet забезпечує найвищу висоту крапки (231,8 μm) та чіткий діаметр поверхні рельєфного елемента, без викривлень і мікропор. Експертне оцінювання якості написів шрифтом Л. Брайля на зразках фармацевтичних паковань показало, що найліпше читабельне сприйняття рельєфно-крапкової інформації досягається використанням технології цифрового друку (Inkjet).

Результати дослідження та їхнє обговорення. Відомо, що використання шрифту Л. Брайля є обов'язковим для маркування безпосередньо на етикетках чи пакуваннях товарів фармацевтичної промисловості, оскільки цього вимагають міжнародні стандарти, що дає змогу незрячим і людям із вадами зору самостійно користуватися лікарськими засобами [8, 12]. Читабельність шрифту Л. Брайля часто ускладнюється через недотримання технічних норм його відтворення. Для ефективного сприйняття тактильного продукту до шрифту Л. Брайля, згідно з Марбурзькою конвенцією (Marburg Medium spacing convention for Braille), визначаються діапазони геометричних характеристик: відстань між знаками – 6,0 мм, між словами – 12,0 мм, між рядками – 10,0 мм; вертикальна відстань між крапками – 2,5 мм; діаметр рельєфних крапок – 1,6 мм. Зауважмо, що завдяки невеликим розмірам знаків і вдалому співвідношенню ширини та висоти (3/5) можна повністю вміщувати знак під пальцем, розрізняючи символи і забезпечуючи цілісне й одномоментне сприймання, внаслідок виникнення сильних подразнень у шкірних рецепторах.

Довговічність використання й ефективність сприйняття незрячими людьми рельєфно-крапкових зображень залежать від характеру когнітивної взаємодії їхніх органів чуття і тактильної поверхні. Тому максимальне врахування потреб незрячих осіб на стадії проектування та виготовлення тактильного продукту є визначальною умовою забезпечення його якості.

Як відомо, для кожного виду відчуттів існує власний абсолютний поріг. Чутливість основних аналізаторів до дії фізичних подразників досить значна. Існує нижній і верхній абсолютний поріг чутливості. Це максимальна сила подразника, що викликає адекват-

не йому відчуття. Сприйняття і відчуття слід розглядати як дії, що становлять пізнавальну чи практичну діяльність суб'єкта. Такі дії, названі перцептивними, забезпечують орієнтування в конкретній ситуації, здійснюють обробку інформації від органів чуття, яка спонукає до побудови образу, адекватного предмету. До перцептивних дій належать рухи руки незрячої чи слабозрячої людини, що з тією чи іншою метою обстежує предмет, виокремлюючи найсуттєвіші його ознаки. З анатомічних досліджень відомо, що якщо дотик стає інтенсивнішим, то відчуття починає стимулювати тільця Ф. Пачіні в нервових закінченнях на кінчиках пальців руки, що сприймають тиск. На відміну від тактильних рецепторів, розташованих на поверхні шкіри, органи сприйняття тиску локалізовані в підшкірній тканині. Між цими нервовими закінченнями й навколишнім середовищем міститься досить товстий шар тканини, і вплив має бути сильнішим, щоб подолати тиск у пучках пальців. Якщо ж дотик триває досить довго, то нервові закінчення тактильних рецепторів стають менш чутливими і зрештою перестають реагувати на дотик. Абсолютний нижній поріг тактильної чутливості для долоні й пальців рук становить 8,0 mg/mm^2 .

Для чутливості шкіри існують визначені просторові пороги. Мінімальний просторовий поріг розрізнення (два дотики сприймалися як роздільні) для кінчиків пальців рук 2,2 мм. Тому у шрифті Л. Брайля вертикальна і горизонтальна відстані між точками, згідно з технічними нормами, становлять 2,5 мм. Чутливість до дотику у різних людей різна. У незрячих людей вона дуже розвинена. Це відчуття, що виникає під час дії на поверхню різних механічних подразників (дотик, тиск), що викликають деформацію шкіри. Характерна особливість тактильного аналізатора – швидка адаптація, тобто зникнення відчуття дотику або тиску. Час адаптації залежить від сили подразника і для різних ділянок тіла може змінюватися в межах 2–20 с. Кожен ритмічний послідовний дотик до шкіри сприймається як окремий, поки не досягнуто критичної частоти, за наявності якої відчуття послідовності дотиків переходить у специфічне відчуття вібрації.

Серед шести типів тактильних рецепторів для читання за допомогою шрифту Л. Брайля мають значення високочутливі дотикальні тільця Г. Мейсснера, яких особливо багато в кінчиках пальців рук, тому у людини дуже розвинена здатність до просторового розрізнення. Тільця Г. Мейсснера адаптуються за частку секунди від початку стимуляції, тому вони особливо чутливі до руху об'єктів по поверхні шкіри, а також до вібрації низької частоти. Важливими є також рецептори – диски Ф. Меркеля, значна кількість яких акумулюється в кінчиках пальців рук та інших позбавлених волоссяного покриву ділянках шкіри, що містять велику кількість тілець Г. Мейсснера. Диски Ф. Меркеля відрізняються від тілець Г. Мейсснера характером адаптації: спочатку в них виникає сильний сигнал, який частково адаптується, потім у рецепторі тривалий час зберігається слабший і повільно адапто-

ваний сигнал. Завдяки цим рецепторам незрячі люди відчують безперервний контакт об'єктів зі шкірою, визначають характер поверхневої структури рельєфно-крапкових елементів шрифту Л. Брайля. Для передавання інформації про безперервну деформацію поверхні, що виникає від інтенсивного тривалого дотику й тиску під час читання, незрячі люди задіюють рецептори А. Руффіні. А для сприйняття вібрації предметів унаслідок зміни їхнього механічного стану вони задіюють тількия Ф. Пачіні – рецептори, здатні до адаптації протягом декількох сотих часток секунди. Тому для правильного сприйняття інформації, утвореної шрифтом Л. Брайля на пакуваннях, важливо дотримуватись його геометричних параметрів [3].

Для систематизації забезпечення якості шрифту Л. Брайля здійснено класифікацію чинників впливу. За критерій класифікації прийнято приналежність чинника до певного контексту створення тактильної продукції. Тому проектування тактильного продукту розглянемо стосовно такого контексту: геометричні розміри, технологічні чинники створення шрифту Л. Брайля, чинники користувача.

Стосовно геометричних розмірів виокремлено такі чинники-характеристики шрифту Л. Брайля: висота й діаметр крапки, щільність знаків (узагальнений показник, що включає відстань між знаками, словами та рядками). Узагальнені користувацькі чинники включали вік читача, різновид тактильної продукції, її призначення і завдання, досвід читання (рис. 2).



Рис. 2. Модель чинників впливу на вибір проектування та виготовлення тактильного продукту з використанням шрифту Л. Брайля.

Технологічні чинники включають спосіб відтворення шрифту Л. Брайля, матеріал для нанесення тактильної інформації. Експертне опитування [5] та експериментальні дослідження технологій відтворення інформації шрифтом Л. Брайля уможливили виокремлення множини визначальних чинників, що впливають на забезпечення якості тактильного сприйняття інформації незрячими людьми.

Виокремлені чинники впливу різні за змістом. Серед них є такі, значення яких визначається на дискретній

чи неперервній множині, а також такі, що мають лінгвістичну суть і описуються природною мовою людини. Вплив окремого чинника характеризується масою, яку слід брати до уваги для оцінювання процесу проектування і створення тактильної продукції.

Аналіз впливу виокремлених чинників проектування тактильної продукції вказує на суттєвий взаємовплив між ними. Наприклад, спосіб друку впливає на щільність знаків та їхні геометричні параметри (діаметр і висоту крапки Л. Брайля), а від захисного покриття, матеріалу-основи для нанесення та матеріалу для утворення рельєфної крапки залежать різновид тактильної продукції та досвід читання [2, 7, 10].

За результатами проведених досліджень здійснено моделювання тактильного розпізнавання зображень знаків, виконаних шрифтом Л. Брайля для незрячих людей. Когнітивна модель сприйняття тактильного продукту уможливує визначення сукупності чинників проектування на основі аналізу багаторівневої системи «тактильний продукт – незряча людина», яка забезпечує виконання всіх основних когнітивних функцій. Розв'язання завдання якісного сприйняття тактильної продукції незрячими людьми тісно асоціюється з осмисленням процесу читання. Взяти за основу відому модель сприйняття інформації з залученням чутливих рецепторів і образів мислення, запропоновану М. В. Гамезо та І. А. Домашенко [6], важливо змоделювати розумовий процес читання – когнітивної взаємодії незрячої людини зі шрифтом Л. Брайля, щоб визначити характеристики складових компонент взаємодії для ухвалення рішень щодо оцінки якості сприйняття інформації (рис. 3).

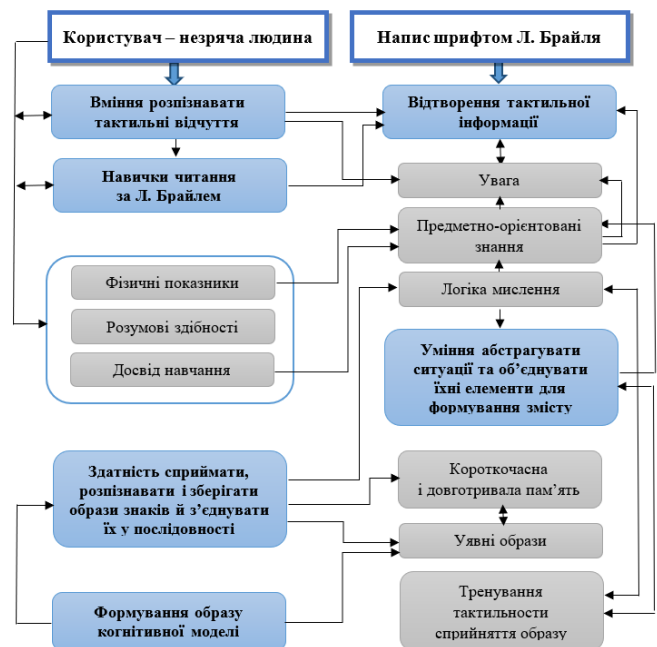


Рис. 3. Формування когнітивної моделі сприйняття написів шрифтом Л. Брайля незрячими людьми.

Чинники, які формують сприйняття шрифту Л. Брайля, мають в основі фізичні та інтелектуальні характеристики, що розкривають окремі компетенції незрячих людей стосовно параметрів тактильного продукту. Аналіз пізнавальної діяльності людей із вадами зору показує, що сліпота заміщується переважно шкірно-руховим аналізатором – дотиком, за допомогою якого незрячі люди формують уявлення про предмети довкілля за формою, фактурою, розмірами тощо.

Сигнали інтерпретуються за допомогою різних структур нервової системи, яка перетворює все, що сприймають органи чуття, на образи та їхнє сприйняття. Сигнали, які надходять від центральної нервової системи, аналізуються, підлягають обробці, внаслідок чого виникає суб'єктивне відображення зовнішнього світу. Фізична здатність сприйняття незрячої людини зумовлюється сенсорними властивостями пальців рук. Чутливість сприйняття залежить від віку. У старших людей чутливість пальців рук з віком послаблюється. Експериментально виявлено, що читабельність написів у незрячих людей із віком (від 65 до 80 років) знижується до 40,0 відсотків [5]. Здатність виявляти й інтерпретувати тактильні знаки, вміння виокремлювати певні тактильні

відчуття й ігнорувати інші уможливлене ідентифікування знаків шрифту Л. Брайля – усе це характеризує чинник «досвід читання». Важливим чинником, що зумовлює абстрагування ситуації та об'єднання елементів тактильної поверхні для формування змісту, є інтелект. Водночас осмислення суті й логіки тактильного продукту забезпечує врахування значення чинника «вид тактильного продукту».

Відтворення тактильної інформації задається такими чинниками геометричних параметрів шрифту Л. Брайля, як висота й діаметр крапки, а також щільність знаків. Значення цих характеристик мають відповідати чинним стандартам для створення написів шрифтом Л. Брайля.

Висновки. Для проектування визначають три технологічні чинники виготовлення тактильної продукції: спосіб відтворення рельєфно-крапкового шрифту; матеріал-основу для нанесення; матеріал для утворення крапки Л. Брайля. Усі вони безпосередньо генерують тактильний продукт, на підставі чого формуються ефективність сприйняття поверхні, довговічність використання продукту, ціна виробу, ступінь відповідності вимогам.

Список літератури

1. Войтюк Т. Побачити світ на дотик. Як шрифт Брайля змінив світ людей з вадами зору [Інтернет]. Доступно на: <https://suspilne.media/93260-pobaciti-svit-na-dotik-ak-srift-brajla-zminiv-svit-ludej-z-vadami-zoru/2021> (Voytyuk T. See the world by touch. How braille changed the world of the visually impaired [Internet]. Available from: <https://suspilne.media/93260-pobaciti-svit-na-dotik-ak-srift-brajla-zminiv-svit-ludej-z-vadami-zoru/2021>)
2. Гавенко ММ. Визначення функцій належності лінгвістичних змінних процесу сприйняття тактильної інформації. Квалілогія книги. 2017;2(32):88–93 (Havenko MM. Determination of the belonging functions of linguistic variables in the process of perception of tactile information. Book Qualilogy. 2017;2(32):88-93).
3. Гавенко ММ, Гілета ІВ, Гавенко СФ, Лабетська МТ, Сеньківський ВМ. Удосконалення технологій друкування та забезпечення якості тактильного сприйняття шрифту Брайля: монографія. Львів: УАД; 2019. 279 с. (Havenko MM, Hileta IV, Havenko SF, Labetska MT, Senkivskiyi VM. Improvement of printing technologies and ensuring the quality of tactile perception of the Braille font: Monogr. Lviv: UAP; 2019. 279 p.)
4. Гавенко СФ, Лабетська МТ. Поліграфічні технології маркування продукції шрифтом Брайля: монографія. Львів: Ліга-Прес; 2014. 140 с. (Havenko SF, Labetska MT. Printing technologies of marking products in Braille: Monogr. Lviv: Liga-Press; 2014. 140 p.)
5. Гавенко СФ, Лабетська МТ, Гавенко ММ, Юревич ВР. Вплив читабельності шрифту Брайля на ефективність тактильного сприйняття інформації незрячими людьми. Український медичний часопис. 2013;3:69–74 (Havenko SF, Labetska MT, Havenko MM, Yurevych VR. The influence of Braille readability on the effectiveness of tactile perception of information by blind people. Ukrainian Medical Journal. 2013;3:69-74).
6. Гамезо МВ, Домашенко ІА. Атлас по психології: Інформ.-метод. посіб. курсу Г18 «Психологія людини». М.; 2004. 176 с. [Інтернет]. Доступно на: <http://um.co.ua/2/2-4/2-48010.html> (Hamezo MV, Domashenko IA. Atlas of psychology: Informative method, course manual G18 "Human psychology". М.; 2004. 176 p. [Internet]. Available from: <http://um.co.ua/2/2-4/2-48010.html>).
7. Гілета ІВ, Гавенко ММ, Сеньківський ВМ. Модель факторів впливу на процес проектування тактильної продукції. Поліграфія і видавнича справа. 2017;1(73):87–96 (Hileta IV, Havenko MM, Senkivskiyi VM. Model of influencing factors on the design process of tactile products. Printing and Publishing. 2017;1(73):87-96).
8. Закон України «Про внесення зміни до статті 12 Закону України «Про лікарські засоби» щодо маркування лікарських засобів шрифтом Брайля» № 2165-VI від 11 травня 2010 р. Відомості Верховної Ради України. 2010;31:415 (Law of Ukraine CO n Amendments to Article 12 of the Law of Ukraine "On Medicinal Products" regarding labeling of medicinal products in Braille" No. 2165-VI of May 11, 2010. Bulletin of the Verkhovna Rada of Ukraine. 2010;31:415).
9. Лопатіна АА. Шрифт Брайля: минуле та його актуальність сьогодні. Матеріали конф. з міжнар. участю «Мультимедійні технології в освіті та інших сферах діяльності» (2021 Лист 2). К.: НАУ; 2022. 74–76 (Lopatina AA. Braille: the past and its relevance today. Materials of the conference with international participation "Multimedia technologies in education and other spheres of activity" (2021 Nov 2). Kyiv: NAU; 2022. 74-76).
10. Havenko S, Havenko M, Labetska M. Simulation of durability the evaluation of relief-dot Braille images. JGED-Journal of graphic engineering and design. 2016; 7:27-30. <https://doi.org/10.24867/JGED-2016-1-027>
11. Havenko S, Labetska M, Khadzhyanova S. Poligraficzne metody wykonywania nadruku alfabetem Braille'a. Swiat druku. 2013;7-8:74-76 (Havenko S, Labetska M, Khadzhyanova S. Methods of printing in Braille. World of Printing. 2013;7-8:74-76) (Polish).

12. Standard LST EN 15823:2010. Packaging - Braille on packaging for medicinal products. Available from: <http://shop.bsigroup.com/en/ProductDetail/?pid=000000000030180500>
13. Stepień K. Drukowanie pisma Braille'a na opakowaniach. Przegląd papierniczy. 2013;8:412-418 (Stepień K. Printing Braille on packaging. Paper Review. 2013;8:412-418) (Polish).

Стаття надійшла до редакції журналу 04.01.2023 р.

Конфлікт інтересів

Автори цієї статті стверджують, що конфлікту інтересів немає.

Класифікація та ранжування чинників, що впливають на якість тактильного сприйняття шрифту Л. Брайля незрячими людьми

М. М. Гавенко, М. Т. Лабецька, В. О. Коротка

Вступ. У навчальній і трудовій діяльності незрячі люди здебільшого використовують дотикову чутливість для сприйняття інформації, подання якої переважно реалізується у шестикрапковому форматі за відомою системою Л. Брайля. Ефективність сприйняття і довговічність використання зображень шрифту Л. Брайля залежать від характеру когнітивної взаємодії органів чуття людини і тактильної поверхні. Із огляду на це важливо забезпечити якість відтворення шрифту Брайля на стадії проектування і виготовлення тактильного продукту.

Мета. Класифікувати й ранжувати чинники, що впливають на проектування та відтворення шрифту Л. Брайля для забезпечення якості тактильного сприйняття інформації незрячими людьми.

Матеріали й методи. Зразки фармацевтичних картонних паковань, що їх марковано шрифтом Л. Брайля тисненням, трафаретним і краплинно-струминним друком. Для досліджень використовували методи електронної мікроскопії, моделювання та математичної статистики.

Результати. Між виокремленими чинниками проектування тактильної продукції існує суттєвий взаємовплив. Наприклад, спосіб друку впливає на щільність знаків та їхні геометричні параметри, зокрема, діаметр і висоту крапки Л. Брайля, а від захисного покриття та матеріалу-основи залежать різновид тактильної продукції і досвід читання. З'ясовано, що оптимальна читабельність рельєфного тексту досягається завдяки технологіям цифрового друку (Inkjet).

Висновки. Оцінювання якості сприйняття рельєфних написів незрячими людьми – складне технологічне завдання. Для оптимального вибору матеріалів і технології відтворення написів Л. Брайля потрібно враховувати велику кількість чинників сприйняття тактильної інформації.

Ключові слова: шрифт Л. Брайля, незрячі люди, тактильна продукція, якість сприйняття, чинники впливу, когнітивна модель.

Classification and Ranking of Factors Affecting the Quality of Tactile Perception of L. Braille Font by Blind People

M. Havenko, M. Labetska, V. Korotka

Introduction. In the process of cognitive and professional activities, blind people mostly use tactile sensitivity to perceive information, presentation of which is mainly realized in a six-dot format according to the well-known L. Braille system. The effectivity of perception and the durability of the use of L. Braille images depend on the nature of cognitive interaction of human senses and the tactile surface. The overall result of qualitative perception of information by blind people will ultimately depend on the accuracy of determining the geometric and tactile characteristics of printed products.

The aim of the study. To classify and rank the factors affecting the process of designing and reproducing L. Braille font to ensure optimal quality of tactile perception by the blind people.

Materials and methods. Samples of pharmaceutical cardboard packages, marked with L. Braille font by embossing, screen printing and Inkjet printing, were studied by means of electron microscopy, modelling and mathematical statistics methods.

Results. The analysis of selected factors influence on tactile products design indicates a significant interaction between them. Namely, the printing method affects the density of signs and their geometric parameters, in particular, the diameter and height of the L. Braille dot; the type of tactile products and the reading experience depend on the protective coating and the base material used. This is confirmed by the results of expert evaluations of the quality of L. Braille inscriptions, reproduced using various methods (embossing, screen printing, and ink-jet printing), on the samples of pharmaceutical product packages. It was revealed a significant influence of the chosen method of manufacturing printed products for the blind on the quality of its tactile perception. In our hands the best readability of relief text was achieved while using digital Ink-jet printing technology.

Conclusions. Assessment the quality of relief perception by the blind people is rather sophisticated technological task. For optimal selection of materials and technologies used for the reproduction of L. Braille inscriptions, a large number of factors influencing the tactile information perception should be taken into consideration. The constructed cognitive model of a tactile product perception by people with visual impairments allows determining the set of factors of the design process based on the analysis of the multi-level system "tactile product - blind person", which ensures the performance of all basic cognitive functions for the assessment of quality of L. Braille font.

Keywords: L. Braille, blind people, tactile products, quality of perception, influencing factors, cognitive model.

Відомості про авторів

1. Гавенко Микола Миколайович; КНП ЛОР «Львівська обласна клінічна лікарня», офтальмологічний відділ (79010, м. Львів, вул. Юрія Руфа, 35; +38(032)236-82-45); доктор PhD, лікар-офтальмолог; 79020, м. Львів, вул. Варшавська, 68; +38(067)-754-32-52; mhavenko@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8276-3655>
2. Лабецька Марта Тарасівна; Українська академія друкарства, кафедра поліграфічних медійних технологій і паковань (79000, м. Львів, вул. Коцюбинського, 21; +38(032)260-03-43); кандидатка технічних наук, доцентка; 81054, м. Новояворівськ, вул. Вербицького, 16; +38(097)671-13-28; martalabetska@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-2818-051X>
3. Коротка Вікторія Олегівна; КЗВО ЛОР «Львівська медична академія імені Андрея Крупинського», кафедра фундаментальних дисциплін (79000, м. Львів, вул. Петра Дорошенка, 70; +38(032)261-50-48); кандидатка технічних наук, викладачка; 79040, м. Львів, вул. Дозвільна, 1; +38(098)114-00-34; viktorija.korotka@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-7562-2136>