



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи
Національного університету
«Львівська політехніка»

д.т.н., проф.

Іван ДЕМИДОВ

« 05 » 2025 р.

Висновок

наукового семінару

кафедри мультимедійних технологій

Навчально-наукового інституту поліграфії та медійних технологій

Національного університету «Львівська політехніка»

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів
дисертації «Інформаційна технологія формування шрифту Брайля за
допомогою 3D-моделювання»**

здобувача наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю

126 Інформаційні системи та технології

(галузь знань 12 Інформаційні технології)

Нікіти ТАРАСОВА

1. Актуальність теми дисертації

Сьогодні можемо спостерігати зростаючий інтерес до покращення умов життя для осіб, котрі мають вади зору або є незрячими. Значна частина виробників орієнтується на створення 3D-моделей для широкого кола споживачів, але кількість моделей, адаптованих для людей з порушеннями зору, з використанням шрифту Брайля, все ще є вкрай обмеженою. Нестача пристосованих інструментів для роботи з 3D-моделями у незрячих осіб ускладнює доступ до інформації. Це стимулює активний розвиток 3D-моделювання з використанням аддитивних технологій. Питання інклюзивної освіти та соціальної інтеграції осіб з інвалідністю, особливо тих, хто має вади зору або є незрячим, потребує постійного вдосконалення методів подання інформації та створення інклюзивного середовища з широким доступом. Разом

з тим, впровадження сучасних підходів до формування шрифту Брайля часто стримується технічними та економічними факторами.

Актуальність цього дослідження має декілька підстав. Насамперед, цифрова модернізація соціуму спричинила передумови для інтеграції інноваційних технологій в освітній процес та процес соціальної адаптації. Далі, прогрес у 3D-моделюванні та 3D-друку відкриває небачені горизонти у створенні високоточних тактильних моделей, які здатні задовольнити потреби незрячих у якісній літературі, освітніх матеріалах та інформаційних ресурсах. І останнє, застосування цих технологій у виробництві шрифту Брайля не лише прискорює та покращує виготовлення тактильних матеріалів, а й сприяє розробці інноваційних рішень для освіти, що позитивно впливає на якість життя осіб із вадами зору.

2. Зв'язок теми дисертації з державними програмами, науковими напрямами університету та кафедри

Дисертаційна робота узгоджується з пріоритетними напрямами розвитку науки й техніки та відповідає чинному законодавству України, зокрема: Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» (№ 2623-III від 11 липня 2001 р.), Закону України «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні» (№ 433-IV від 16 січня 2003 р.), Закону України «Про національну програму інформатизації» (№ 74/98- ВР від 4 лютого 1998 р.), Закону України «Про основи соціальної захищеності осіб з інвалідністю в Україні» (№875-XII від 21 березня 1991 р.), Конвенції про права осіб з інвалідністю (ратифіковано Законом України № 1767-VI від 16 грудня 2009 р.), Розпорядженню Кабінету Міністрів України «Про схвалення Національної стратегії із створення безбар'єрного простору в Україні на період до 2030 року», напрям 2: «Інформаційна безбар'єрність» (№ 366-р від 14 квітня 2021 р.), пріоритетним тематичним напрямом наукових досліджень Інституту поліграфії та медійних технологій Національного університету «Львівська політехніка».

3. Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів

Усі наукові результати, викладені в дисертації, автором отримано особисто. З наукових праць, що опубліковані в співавторстві, у дисертації

використано тільки ті ідеї і положення, які є результатом особистої роботи дисертанта.

4. Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій

Дисертація Тарасова Н. А. містить теоретичні та експериментальні дослідження, а також практичні пропозиції щодо розробки інформаційної технології формування шрифту Брайля за допомогою 3D-моделювання.

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертації, висвітлені в публікаціях, мають достатній рівень обґрунтування як з теоретичних, так і методичних позицій. Для досягнення поставленої мети у дисертаційній роботі використані сучасні наукові методи. Методи аналізу та інтеграції були використані для вивчення наявних інформаційних технологій та їхнього практичного застосування. Системний підхід дав змогу визначити оптимальну технологію реалізації та формування шрифту Брайля, а порівняльний метод - провести ретельну оцінку наявних рішень і технологій. Для тестування розроблених прототипів використовувалися емпіричні методи, а результати тестування оброблялися за допомогою математичної статистики. Методи моделювання стали основою для створення прототипу застосунку реалізації шрифту Брайля за допомогою 3D-моделювання, а експериментальні методи дали змогу перевірити його працездатність. Для формулювання висновків дослідження використовувалися методи узагальнення. Комплексне застосування цих методів дало змогу всебічно вивчити проблему та розробити ефективне рішення для інтеграції запропонованої інформаційної технології у виробництво та потреби поліграфії у формуванні шрифту Брайля.

Правомірність основних висновків і практичних рекомендацій автора підтверджено апробацією на науково-практичних конференціях та публікаціями у відкритому друці.

Дослідженням та висновкам, які представлені в дисертації Тарасова Н. А., властива повнота та логічність викладення, системність подання, достатній рівень обґрунтованості та достовірності, наукова новизна та практичне значення.

5. Ступінь новизни основних результатів дисертації порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру

У дисертації розв'язано науково-прикладне завдання розроблення інформаційної технології формування шрифту Брайля за допомогою 3D-моделювання.

На основі проведеної роботи було досягнуто наступних вагомих результатів:

вперше:

- формалізовано зв'язки між факторами якості формування шрифту Брайля у процесах адитивного виробництва та параметрами якості формування шрифту Брайля на основі семантичних мереж і мови логіки предикатів, що дозволило забезпечити теоретичне підґрунтя для подальших досліджень;
- синтезовано багаторівневі моделі пріоритетності для виокремлених факторів впливу і процесів формування шрифту Брайля, визначено оптимальний варіант реалізації цих процесів на основі методів математичного моделювання ієрархій, ранжування та лінійного згортання критеріїв, внаслідок чого отримано структуровану інформаційну базу даних;
- розроблено структурно-функціональну модель інформаційної технології оцінювання пріоритетності факторів і процесів, що впливають на якість формування шрифту Брайля на 3D-моделях, призначених для незрячих людей;
- виконано генерування тривимірних моделей із текстом Брайля на основі параметрів за замовчування або встановлених користувачем параметрів; здійснено конвертацію зображень у тривимірну модель з подальшим розширенням цього функціоналу; оцінювання відповідності розмірів крапок шрифту Брайля нормативним стандартам; виконано прогностичне оцінювання якості тривимірних моделей із врахуванням тексту, типу технологій 3D-друку та інших параметрів;

удосконалено:

- процес визначення пріоритетних факторів впливу на якість формування шрифту Брайля та рекомендації щодо використання

технологій 3D-друку і тривимірного моделювання;
отримало подальший розвиток:

- концепція формування й обґрунтування пріоритетних чинників, які впливають на якість формування шрифту Брайля; застосування сучасних інформаційних технологій у процесах адитивного виробництва; вдосконалення функціоналу програмних забезпечень програмного забезпечення для 3D-моделювання моделей Брайля; використання штучного інтелекту з встановленими рекомендаціями щодо його інтеграції для підвищення якості створення брайлівських моделей Брайля; оцінювання якості та розпізнавання тривимірних об'єктів за допомогою комп'ютерного зору й нейронних мереж.

6. Перелік наукових праць, які відображають основні результати дисертації

Публікації у наукових виданнях, включених до наукометричної бази Scopus:

1. Tymchenko O., Khamula O., Vasiuta S., Tarasov N., Sosnovska O. Identification of Factors Influencing the Design Processes in Startups. *Proceedings of the 4rd International Workshop on Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security*. Khmelnytsky, Ukraine. March 23–24, 2023. CEUR Workshop Proceedings, 2023. P. 271–281. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85154064361&origin=recordpage>.

2. Tarasov N., Khamula O. Factors influencing the creation of Braille 3d models in additive manufacturing. *1-st International Workshop on Intelligent & CyberPhysical Systems (ICyberPhyS-2024)*. Khmelnytskyi, Ukraine, June 28, 2024. CEUR Workshop Proceedings, 2024. P. 129–141. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85200694226&origin=recordpage>.

Публікації в іноземних закордонних виданнях

3. Tarasov N., Khamula O. Integrating artificial intelligence into additive manufacturing for the development of braille models. *VI International*

Scientific and Practical Conference «scientific trends and trends in the context of globalization». April 19–20. Umeå, Sweden, 2024. Vol. 44, №. 197. P. 528–535. [doi:10.51582/interconf.19-20.04.2024.053](https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.04.2024.053).

4. Tarasov N., Khamula O. Prospects for integrating ai into inclusion for people with visual impairments. *VIII International Scientific and Practical Conference «International scientific discussion: problems, tasks and prospects»*. May, 19–20. Brighton, United Kingdom, 2024. Vol. 45, № 201. P. 580–588. [doi:10.51582/interconf.19-20.2024.059](https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.2024.059).

5. Tarasov. N., Khamula O. Predictive mathematical modeling to enhance additive manufacturing processes. *VI International scientific and practical conference «Grundlagen der modernen wissenschaftlichen forschung»*. Mai, 2024. Zürich–Vinnytsia: Boleswa Publishers & Ukrlogos Group LLC, 2024. P. 199–206. [doi:10.36074/logos-24.05.2024.046](https://doi.org/10.36074/logos-24.05.2024.046).

6. Tarasov N., Khamula O. Integrating artificial intelligence into 3d modeling software for optimized additive manufacturing. *VII International scientific and practical conference «Globalization of scientific knowledge: international cooperation and integration of sciences»* (10.05.2024; Vinnytsia, Ukraine – Vienna, Austria). № 39. P. 348–352. [doi:10.36074/grall-of-science.10.05.2024.052](https://doi.org/10.36074/grall-of-science.10.05.2024.052).

Публікації у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз даних (Index Copernicus) та є науковими фаховими виданнями України:

7. Tarasov N.A., Khamula O.G., Influence of additive technologies and selection of materials on the quality of 3D printed braille models. / Поліграфія і видавнича справа. 2023. Vol. 2, no. 86. pp. 135-142. doi: 10.32403/0554-4866-2023-2-86-135-142.

8. Tarasov N.A., Khamula O.G. Optimizing 3D printing parameters and additive manufacturing techniques for braille production: a comparative analysis. *Наукові записки УАД*. 2023. Vol. 2, no. 67. pp.. 187-196. doi:10.32403/1998-6912-2023-2-67-187-196.

9. Tarasov N., Khamula O., Soroka N. ANALYSIS OF 3D-PRINTING TECHNOLOGIES AND THEIR IMPACT ON ADDITIVE MANUFACTURING

PROCESSES, Наукові записки УАД. 2024. Vol. 1 no. 68. pp. 198-206. doi:10.32403/1998-6912-2024-1-68-198-206.

10. Tarasov N., Khamula O., Soroka N. ANALYSIS OF 3D MODELING SOFTWARE IN ADDITIVE MANUFACTURING FOR CREATING BRAILLE MODELS, Комп'ютерні технології друкарства. 2024. Vol. 1. no. 51. pp.8-18. doi:10.32403/2411-9210-2024-1-51-8-18.

11. Tarasov N., Khamula O., Soroka N. ANALYSIS OF FACTORS OF 3D PRINTERS FOR THE CREATION OF 3D MODELS OF BRAILLE. Поліграфія та видавнича справа, 2024. Vol. 1. no. 87. pp. 115-124. doi:[10.32403/0554-4866-2024-1-87-115-124](https://doi.org/10.32403/0554-4866-2024-1-87-115-124).

Публікації у виданнях, що є науковими фаховими виданнями України:

12. Tarasov N., Khamula O., QUALITY CONTROL OF 3D BRAILLE MODELS IN ADDITIVE MANUFACTURING USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY, Квалілогія книги. 2024. №1 (45). с. 58-66. doi:10.32403/2411-3611-2024-1-45-58-66.

7. Апробація основних результатів дослідження на конференціях, симпозіумах, семінарах тощо

1. Тарасов Н.А., Хамула О.Г. Порівняльний аналіз інформаційних технологій 3D-моделювання. Тези доповідей наук.-техн конференції професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів (07.02.-11.02.2022р.). Львів: УАД. 2022. С.70.

2. Тарасов Н. А., Хамула О. Г., Васюта С. П. / Інформаційні технології 3д моделювання / VII Міжнародній науково — технічній конференції “Поліграфічні, мультимедійні та web-технології” (PMW-2022) / (17-21 травня 2022), м. Харків: ХНУРЕ, 2022. ТІ. С.115.

3. Тарасов Н. А., Хамула О. Г. / Аналіз використання адитивних технологій / Тези доповідей наук.-техн. конференції професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів (06.02.-10.02.2023р.). Львів: УАД. 2023. С.70.

4. Тарасов Н. А., Хамула О. Г. / Аналіз матеріалів для 3d-друку / Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: тези доп. VIII Міжнародна. наук.-техн. конф. (16-20 травня 2023, м. Харків) Харків: ТОВ «Друкарня Мадрид», 2023. Т1. С. 56-57.

5. Tarasov N.A., Khamula O.G., USING OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN 3D PRINTING TECHNOLOGIES / VI International scientific and practical conference "MODERN RESEARCH IN SCIENCE AND EDUCATION", 8-10 February. 2024, Chicago, USA. p. 125-130.

6. Тарасов Н. А., Хамула О. Г., Технології адитивного виробництва в інклюзії (для людей з вадами зору), Тези доповідей наук.-техн конференції професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів (05.02.-09.02.2024 р.). Львів: УАД. 2024. С. 209.

7. Tarasov N., Khamula O. PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF ADDITIVE MANUFACTURING / IX Міжнародній науково — технічній конференції “Поліграфічні, мультимедійні та web-технології” (PMW-2024) / (14-17 травня 2024), м. Харків: ХНУРЕ, 2024. ТІ. с. 30-33.

8. Наукове значення виконаного дослідження із зазначенням можливих наукових галузей та розділів програм навчальних курсів, де можуть бути застосовані отримані результати

Результати досліджень також впроваджено у навчальний процес підготовки студентів спеціальності 186 *Видавництво та поліграфія* першого (бакалаврського) рівня освіти, ОПП «*Мультимедійні видавничо-поліграфічні технології*», та другого (магістерського) рівня вищої освіти, ОПП «*Технологія електронних мультимедійних видань*», для дисциплін «Організація веборієнтованих баз даних», «Електронний документообіг», «Технологія електронних мультимедійних видань» та «Управління проектами».

9. Практична цінність результатів дослідження із зазначенням конкретного підприємства або галузі народного господарства, де вони можуть бути застосовані

Практичне значення одержаних наукових результатів спрямоване низки значущих результатів:

- описано основні принципи роботи технологій, які використовують для створення тактильних 3D-моделей, обґрунтовано переваги застосування 3D-друку, а також подано рекомендації та вимоги щодо формування шрифту Брайля;
- обґрунтовано рекомендації щодо формування шрифту Брайля, які охоплюють комплекс факторів і процесів, що впливають на якість тактильної моделі;
- розроблено інформаційну концепцію дослідження процесів і факторів формування шрифту Брайля;
- здійснено формалізоване відображення відношень між факторами, що впливають на формування шрифту Брайля;
- розроблено моделі впливу факторів на якість формування шрифту Брайля із застосуванням широкого спектра методів; визначено оптимальні параметри його формування;
- створено структурно-функціональну модель інформаційної технології покращення якості процесів формування шрифту Брайля;
- запропоновано програмний продукт для перетворення брайлівської 3D-моделі, а також для аналізу стандартним розмірам і прогнозування якості майбутньої 3D-моделі.

10. Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення

Дисертація складається з анотацій, вступу, п'ятих розділів, висновків, списку використаних літературних джерел. Дисертація за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам МОН України.

У ході обговорення дисертаційної роботи до неї не було висунуто жодних зауважень щодо самої суті роботи.

11. З урахуванням зазначеного, на кафедральному науковому семінарі кафедри мультимедійних технологій Навчально-наукового інституту поліграфії та медійних технологій ухвалили:

11.1. Дисертація Тарасова Нікити Андрійовича «Інформаційна технологія формування шрифту Брайля за допомогою 3D-моделювання» є завершеною науковою працею, у якій розв'язано актуальну науково-прикладну задачу з розробки інформаційної технології формування шрифту Брайля за допомогою 3D-моделювання шляхом створення класифікаційної моделі факторів впливу на вибір технології створення 3D-моделей і формування шрифту Брайля; їх виведення на друк за допомогою 3D-принтера, що забезпечило виконання подальших досліджень; оптимізації багаторівневої моделі пріоритетності впливу факторів на процес створення та якість шрифту Брайля на 3D-моделях на основі розрахунку і упорядкування їх вагових значень за допомогою методу ранжування та аналізу ієрархій, що уможливило обрати оптимальну технологію реалізації інформаційної технології формування шрифту Брайля за допомогою 3D-моделювання.

11.2. Основні наукові положення, розробки, висновки та практичні рекомендації, викладені у дисертаційній роботі, логічні, послідовні, аргументовані, достовірні, достатньо обґрунтовані. Дисертація характеризується єдністю змісту.

11.3. У 19 наукових публікаціях повністю відображені основні результати дисертації, з них: 2 статті, які індексуються в базі SciVerse SCOPUS; 4 статті в іноземних закордонних виданнях; 6 статей у наукових фахових виданнях України категорії «Б» і 7 публікацій у збірниках за матеріалами конференцій, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації.

11.4. Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, зі змінами).

11.5. Дисертація є результатом самостійних досліджень, не містить елементів фальсифікації, компіляції, плагіату та запозичень, що констатує відсутність порушення академічної доброчесності. Використання текстів інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела.

11.6. З урахуванням наукової зрілості та професійних якостей Тарасова Нікити Андрійовича дисертація «Інформаційна технологія формування шрифту Брайля за допомогою 3D-моделювання» рекомендується для подання до розгляду та захисту у спеціалізованій вченій раді.

За затвердження висновку проголосували:

за -	28
проти -	0
утримались -	0

**Головуючий на науковому семінарі
кафедри мультимедійних технологій
ІПМТ НУ «Львівська політехніка»,
професор кафедри мультимедійних
технологій**

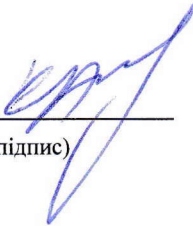
д.т.н., професор


(підпис)

Богдан КОВАЛЬСЬКИЙ
(прізвище та ініціали)

Рецензенти:

д.т.н., доцент,
доцент кафедри систем
віртуальної реальності ІКНІ


(підпис)

Альона КУДРЯШОВА
(прізвище та ініціали)

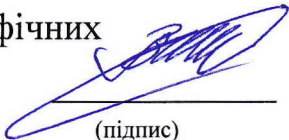
к.т.н., доцент,
доцент кафедри поліграфічних
технологій та пакування


(підпис)

Роксоляна ЗАЦЕРКОВНА
(прізвище та ініціали)

Відповідальний у ІПМТ за атестацію PhD

к.т.н., доцент
доцент кафедри поліграфічних
технологій та пакування


(підпис)

Валерій ЖИДЕЦЬКИЙ
(прізвище та ініціали)

«08» травня 2025 р.