

МИЦА ВІКТОРІЯ

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0002-5453-9787>e-mail: [mitsa\\_vv@ukr.net](mailto:mitsa_vv@ukr.net)

## ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ FASHION-ІНДУСТРІЇ: КЛЮЧОВІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ТРЕНДИ ТА ІННОВАЦІЇ

Цифрові технології стають невід'ємною частиною процесів проектування, виробництва та просування модних товарів, відкриваючи нові можливості для підвищення ефективності, персоналізації та взаємодії зі споживачами. Тому в роботі виконано аналіз ключових технологій цифрової трансформації у fashion-індустрії. З урахуванням ключових аспектів цифрової трансформації у сегментах fashion-індустрії розроблені рекомендації ефективного впровадження цифрових технологій. Рекомендований підхід до цифрової трансформації, орієнтований на вирішення конкретних проблем, підкреслює необхідність гнучкості і адаптивності та дозволяє забезпечити максимальну ефективність впровадження інновацій.

Ключові слова: fashion-індустрія, цифрова трансформація, персоналізація, блокчейн, штучний інтелект.

MYTSA VIKTORIYA  
Khmelnitsky National University

## DIGITAL TRANSFORMATION OF THE FASHION INDUSTRY: KEY TECHNOLOGICAL TRENDS AND INNOVATIONS

The modern fashion industry is undergoing radical changes under the influence of digital transformation, which is revolutionizing the fashion industry. Digital technologies open up new opportunities for creators, brands and consumers. And to remain competitive, it is necessary to adapt to them. The implementation of digital innovations will transform every element of this system.

The paper analyzes the key aspects of the digital transformation of the fashion industry. Art in the context of digital transformation acquires new forms of expression thanks to the introduction of virtual (VR) and augmented reality (AR), creation of NFT collections of clothes and accessories. Fashion design is being transformed through the use of 3D modeling and digital design tools. Production in the era of digitalization is characterized by the introduction of Industry 4.0 technologies. Branding in the digital age is being transformed by big data and AI technologies that enable personalized marketing strategies and improved customer interactions. Retail trade is undergoing the most visible changes under the influence of digitalization. E-commerce, mobile apps and omnichannel sales strategies are becoming the norm.

Since digital transformation is a continuous process, after solving one problem, companies must move on to the next, constantly adapting to new challenges and market opportunities. The proposed recommendations for the implementation of digital technologies take into account the specifics of fashion business segments and are aimed at increasing the competitiveness, efficiency and innovation of companies in the conditions of digital transformation in the fashion industry. The recommended approach to digital transformation, focused on solving specific problems, emphasizes the need for flexibility and adaptability and allows to ensure the maximum efficiency of innovation implementation.

Keywords: fashion industry, digital transformation, personalization, blockchain, artificial intelligence.

### Постановка проблеми у загальному вигляді

Fashion-індустрія, протягом своєї історії, завжди динамічно розвивалася та адаптувалася до нових технологічних трендів та інновацій. В наш час, цифрові технології кардинально змінюють всі аспекти життя, і fashion-індустрія не є винятком. Цифрова трансформація стає ключовим фактором успіху для бренду, який прагне залишатися конкурентоспроможним та відповідати очікуванням сучасних споживачів.

Однак, цифрові технології не лише відкривають нові можливості, але й створюють нові виклики як для fashion-брендів, так і для наукової спільноти [1]. Основна проблема полягає у необхідності комплексного розуміння ключових технологічних трендів, їх потенційного впливу на виробничі процеси та бізнес-моделі у fashion-індустрії, а також визначення оптимальних стратегій цифрової трансформації для різних сегментів галузі. Це вимагає глибокого аналізу не лише технологічних аспектів, але й економічних, соціальних та екологічних факторів, що впливають на розвиток fashion-індустрії в цифрову епоху.

Крім того, важливим аспектом проблеми є оцінка готовності різних учасників fashion-індустрії до цифрової трансформації, виявлення потенційних ризиків та бар'єрів на шляху впровадження різних видів інновацій, а також розробка рекомендацій щодо їх подолання. Особливої уваги потребує питання балансу між технологічними інноваціями і збереженням креативності та унікальності, які завжди були ключовими цінностями fashion-індустрії.

Таким чином, комплексне дослідження процесів цифрової трансформації у fashion-індустрії, аналіз ключових технологічних трендів та їх вплив на виробництво є актуальним науковим завданням, вирішення якого має важливе теоретичне та практичне значення для розвитку галузі в умовах цифрової економіки.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій

Цифрова трансформація текстильної промисловості та індустрії створення одягу є предметом численних досліджень як у країнах, що розвиваються [2], так і у розвинутих країнах світу [3]. Основними висновками подібних досліджень є: стрімке розширення інтернет-магазинів та електронної комерції в сфері моди; впровадження нових технологій для удосконалення процесів дизайну та виробництва; трансформація методів маркетингу та продажу відповідно до цифрових тенденцій. Однак, варто зазначити, що ці

дослідження часто не враховують регіональні особливості ринків та специфіку локальних брендів, що може обмежувати універсальність їхніх висновків.

Автори дослідження [4] підкреслюють, що компанії в індустрії моди стикаються з низкою викликів у процесі цифрової трансформації. Важливими питань конфіденційності даних клієнтів, мінімізація негативного впливу на навколишнє середовище, адаптація до стрімкого технологічного прогресу, подолання проблем інфраструктури, ресурсів і кібербезпеки. Проте, в подібних дослідженнях приділена недостатня увага соціальним аспектам цифрової трансформації, зокрема, питанням перекваліфікації працівників та етичних аспектів впровадження штучного інтелекту в індустрію моди.

Розвиток безконтактного суспільства, особливо в умовах глобальних викликів, таких як пандемія COVID-19, війна в Україні, створює попит на нові цифрові рішення для подальшої трансформації індустрії моди. Це відкриває нові напрямки для досліджень, зокрема у сфері віртуальних примірювальних та цифрових показів мод. Автори дослідження [5] зазначають, що зіштовхнувшись з необхідністю зростання та скорочення витрат, багато брендів реалізують цифрові ініціативи для збільшення швидкості виходу на ринок, впровадження стійких інновацій у процесах розробки продукту, оптимізації виробництва та ланцюга постачання. Потенційним ризикам швидкого впровадження інновацій уваги приділено не достатньо.

Дослідження [6] пропонує ітеративний підхід для прискорення трансформації Індустрії 4.0 у секторі моди. Автори фокусуються на виявленні бар'єрів і можливостей для цифрової трансформації, а також кодифікації зразкових прикладів керування стійким і цифровим переходом з наукових кіл і промисловості. Дане дослідження може бути обмеженим у своєму практичному застосуванні, оскільки не враховує специфіку малого та середнього бізнесу у fashion-індустрії, які часто мають обмежені ресурси для впровадження масштабних цифрових інновацій.

Загалом, аналіз останніх досліджень та публікацій свідчить про активний інтерес наукової спільноти до питань цифрової трансформації у fashion-індустрії. Проте, існує потреба в більш комплексних дослідженнях, які б враховували не лише технологічні аспекти, але й соціальні, етичні та екологічні наслідки цифровізації модної індустрії.

**Метою дослідження є:** комплексний аналіз ключових технологічних трендів та інновацій у процесі цифрової трансформації fashion-індустрії з урахуванням технологічних, соціальних та екологічних аспектів, а також розробка рекомендацій щодо ефективного впровадження цифрових технологій для різних сегментів модного бізнесу.

#### Виклад основного матеріалу

Сучасна fashion-індустрія переживає радикальні зміни під впливом цифрової трансформації, яка революціонує систему моди - комплекс взаємопов'язаних соціальних, культурних та економічних аспектів. Ця система являє собою потужний механізм впливу, що охоплює широкий спектр галузей та дисциплін, включаючи мистецтво, дизайн, виробництво, брендинг і роздрібну торгівлю. Впровадження цифрових інновацій трансформують кожен елемент даної системи.

Мистецтво у контексті цифрової трансформації набуває нових форм вираження. Цифрові технології, такі як віртуальна (VR) та доповнена реальність (AR), відкривають нові горизонти для художнього самовираження. Цифрове мистецтво, NFT-колекції та віртуальні покази стають невід'ємною частиною модної індустрії, створюючи нові платформи для творчої взаємодії з аудиторією.

Дизайн одягу трансформується завдяки використанню 3D моделювання та цифрових інструментів проєктування. Технології штучного інтелекту (ШІ) та машинного навчання дозволяють створювати інноваційні дизайни, оптимізувати процеси та передбачати тренди [7]. Цифрові аватари та віртуальні примірювальні революціонізують процес створення та презентації колекції, зменшуючи потребу у фізичних прототипах.

Виробництво в епоху цифровізації характеризується впровадженням технологій Індустрії 4.0. Інтернет речей (IoT), роботизація та адитивне виробництво [8] оптимізують виробничі процеси, підвищують ефективність та сприяють персоналізації продукції. Блокчейн-технології забезпечують прозорість ланцюгових поставок, сприяючи сталому розвитку та етичному виробництву.

Брендинг у цифрову епоху трансформується завдяки технологіям великих даних та ШІ, які дозволяють створювати персоналізовані маркетингові стратегії та покращувати взаємодію з клієнтами. Соціальні медіа та інфлюенсер-маркетинг стають ключовими каналами комунікації, а віртуальні інфлюенсери та цифрові аватари з'являються як нові форми представлення модних брендів.

Роздрібна торгівля зазнає найбільш помітних змін під впливом цифровізації. Електронна комерція, мобільні додатки та омніканальні стратегії продажів стають нормою. Технології AR дозволяють створювати інноваційні віртуальні примірювальні, а AI чат-боти та рекомендаційні системи персоналізують шопінг-досвід.

Взаємодія цих цифрово-трансформованих компонентів створює нову динаміку в системі моди. Цифрові інновації не лише змінюють кожен окремий елемент, але й трансформують зв'язки між ними, створюючи більш інтегровану, гнучку та інноваційну екосистему (рис. 1).

Для прикладу, цифрові технології дозволяють тісніше поєднати дизайн та виробництво через системи швидкого прототипування, а також забезпечують миттєвий зворотній зв'язок від споживачів до

дизайнерів через аналіз даних соціальних мереж та онлайн-продажів. Це призводить до скорочення циклу розробки продукту та продукція більш точно відповідає потребам ринку.



Рис. 1. Ключові аспекти цифрової трансформації у сегментах fashion-індустрії

Таким чином, цифрова трансформація радикально змінює систему моди, створюючи нові можливості для інновацій, персоналізації та сталого розвитку [9, 10]. Розуміння цих змін та адаптація до них стають ключовими факторами успіху для всіх учасників fashion-індустрії в епоху цифрових технологій.

До цифрової трансформації та цифрового дизайну слід підходити шляхом визначення проблеми, яку потрібно вирішити. Такий підхід є критично важливим для ефективного впровадження цифрових технологій та забезпечення їх відповідності реальним потребам бізнесу та споживачів. Цифрові інновації повинні органічно вписуватися в існуючі бізнес-процеси та доповнювати їх. З урахуванням ключових аспектів цифрової трансформації у сегментах fashion-індустрії розроблені рекомендації ефективного впровадження цифрових технологій, які наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

**Рекомендації щодо впровадження цифрових технологій у fashion-індустрії**

Сегмент	Компонент	Рекомендації
Мистецтво	VR/AR мистецтво	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Інвестувати у розробку VR-платформ для створення мерсивних показів</li> <li>✓ Використовувати AR для інтерактивних інсталяцій у фізичних просторах</li> </ul>
	NFT колекції	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Створювати цифрові версії фізичних виробів для NFT-колекціонерів</li> <li>✓ Розробляти ексклюзивні цифрові аксесуари для віртуальних світів</li> </ul>
	Цифрові покази	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Організувати презентації колекцій з можливістю віртуальної взаємодії</li> <li>✓ Використовувати технології 3D сканування для створення цифрових копій модних артефактів</li> </ul>
Дизайн	3D моделювання	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Впроваджувати програмне забезпечення для 3D моделювання одягу</li> <li>✓ Навчати дизайнерів роботи з цифровими інструментами</li> </ul>
	ШІ генеративний дизайн	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Використовувати ШІ для генерації паттернів, ідей, концепцій</li> <li>✓ Інтегрувати ШІ системи для аналізу трендів та прогнозування майбутніх дизайнерських рішень</li> </ul>
	Цифрові аватари	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Розробляти персоналізовані цифрові аватари для віртуальних примірок</li> <li>✓ Створювати віртуальні подіуми з цифровими моделями для презентацій</li> </ul>
Виробництво	IoT у виробництві	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Впроваджувати смарт-датчики для моніторингу виробничих процесів у реальному часі</li> <li>✓ Використовувати IoT платформи для оптимізації ланцюга поставок та управління запасами</li> </ul>
	3D друк	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Інвестувати у технології 3D друку для створення прототипів та кастомізованих елементів одягу</li> <li>✓ Розробляти матеріали, сумісні з 3D друком, для інноваційного дизайну</li> </ul>
	Блокчейн для прозорості	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Впроваджувати блокчейн-системи для відстеження походження матеріалів та етапів виробництва</li> <li>✓ Використовувати смарт-контракти для автоматизації процесів закупівлі та оплати в ланцюгу поставок</li> </ul>

## Продовження таблиці 1

Брендинг	ШІ персоналізація	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Впроваджувати системи машинного навчання для створення персоналізованих маркетингових кампаній</li> <li>✓ Використовувати ШІ для аналізу поведінки користувачів</li> </ul>
	Віртуальні інфлюенсери	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Створювати власних віртуальних амбасадорів бренду для залучення молоді аудиторії</li> <li>✓ Колаборувати з існуючими віртуальними інфлюенсерами</li> </ul>
	Соціальні медіа-стратегії	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Розробляти інтерактивний контент для різних соціальних платформ</li> <li>✓ Використовувати технології AR для створення фільтрів та масок у соціальних мережах, що презентують продукцію бренду</li> </ul>
Роздрібна торгівля	AR віртуальні примарочні	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Впроваджувати AR технології в мобільні додатки та веб-сайти для віртуальної примірки одягу та аксесуарів</li> <li>✓ Створювати інтерактивні AR-дзеркала для фізичних магазинів</li> </ul>
	ШІ рекомендаційні системи	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Розробляти алгоритми машинного навчання для персоналізованих рекомендацій товарів на основі історії покупок та переваг клієнтів</li> <li>✓ Впроваджувати ШІ чат-боти для надання стилістичних порад</li> </ul>
	Оmnіканальні продажі	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Інтегрувати онлайн та офлайн канали продажу</li> <li>✓ Впроваджувати системи «click-and-collect» для безконтактної доставки</li> </ul>

Для кожного впровадженого цифрового рішення доцільно розробити чіткі метрики успіху, які безпосередньо пов'язані з вирішенням ідентифікованої проблеми. Це дозволить оцінити ефективність цифрової трансформації та вносити необхідні корективи. Оскільки цифрова трансформація – це безперервний процес, після вирішення однієї проблеми компанії повинні переходити до наступної, постійно адаптуючись до нових викликів та можливостей ринку. Крім того, важливо залучати всіх ключових стейкхолдерів – від дизайнерів та виробників до маркетологів та клієнтів – до процесу визначення проблем та розробки рішень, що забезпечить всебічне розуміння потреб та очікувань на всіх етапах цифрової трансформації.

### Висновки

Цифрові технології відкривають нові можливості для творців, брендів та споживачів. І щоб залишатися конкурентоспроможним, необхідно адаптуватися до них. Запропоновані рекомендації впровадження цифрових технологій враховують специфіку сегментів модного бізнесу і спрямовані на підвищення ефективності, конкурентоспроможності та інноваційності компаній. Рекомендований підхід до цифрової трансформації, орієнтований на вирішення конкретних проблем, підкреслює необхідність гнучкості і адаптивності та дозволяє забезпечити максимальну ефективність впровадження інновацій.

### Література

1. Рябчиков М. Цифрові компетентності як обов'язкова складова підготовки студентів спеціальності «Технології легкої промисловості» / М. Рябчиков, В. Мица, О. Литвин // *Адаптивне управління: теорія і практика. Серія Педагогіка*, 17(33). 2023. [https://doi.org/10.33296/2707-0255-17\(33\)-02](https://doi.org/10.33296/2707-0255-17(33)-02).
2. Ogunyemi, A.A. et al. (2023). Digital Transformation of the Textile and Fashion Design Industry in the Global South. *AFRICOMM 2022. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering*, 499, Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-34896-9\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-031-34896-9_24).
3. Elkady, M (2024). Digital Transformation in the Fashion Industry in the United Kingdom – A Review. *International Journal of Research and Scientific Innovation*, XI, 947-958. <https://doi.org/10.51244/IJRSI.2024.1105060>.
4. Akhtar, W.H. et al. (2022). New Perspective on the Textile and Apparel Industry in the Digital Transformation Era. *Textiles*, 2, 633-656. <https://doi.org/10.3390/textiles2040037>.
5. Thadepalli, S. & Choudhary, U. (2024). Synergy of Real and Digital Worlds - Promising Insights for the Future Generations of Fashion. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 13, 22-26. <https://doi.org/10.35940/ijrte.A8054.13010524>.
6. Casciani, D. & D'Itria, E. (2024). Fostering Directions for Digital Technology Adoption in Sustainable and Circular Fashion: Toward the Circular Fashion-Tech Lab. *Systems*, 12, 190. <https://doi.org/10.3390/systems12060190>.
7. Рябчиков М. Формування концепції дизайну одягу за допомогою штучного інтелекту / М. Рябчиков, В. Мица, А. Мовчанюк // *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. – 2023. – № 4 (323). – С. 298-302. <https://www.doi.org/10.31891/2307-5732-2023-323-4>.
8. Polishchuk, A., Slavinska, A., Polishchuk, O., Mytsa, V. (2023). Production of details of difficult designs of footwear and clothes with use of technologies of additive production. *AIP Conference Proceedings*, 2023; 2889 (1): 040009. <https://doi.org/10.1063/5.0172971>.
9. Riabchykov M. & Mytsa V. (2023). Provision of new models of organization in the fashion industry with the use of electronic labels. *Creativitate. Tehnologie. Marketing. CTM 2023: AI V-lea Simpozion International*,

215-220. <https://fd.utm.md/wp-content/uploads/sites/37/2023/11/Simpozion-CTM-2023.pdf>.

10. Мица В. Стала мода як стратегія сталого виробництва в галузі моди / В. Мица, Л. Романенко // Ресурсозберігаючі технології легкої, текстильної і харчової промисловості: збірник тез доповідей Міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції, 22 листопада 2023 р. – Хмельницький: ХНУ, 2023, 106-107.

### References

1. Riabchykov, M., Mytsa, V., Litvin, O. Digital Competences as a Mandatory Component of the Training of Students in the Specialty "Technology of Light Industry". *Adaptyvne upravlinnia: teoriia i praktyka. Seriya Pedahohika*. 17(33). 2023. [https://doi.org/10.33296/2707-0255-17\(33\)-02](https://doi.org/10.33296/2707-0255-17(33)-02).
2. Ogunyemi, A.A. et al. (2023). Digital Transformation of the Textile and Fashion Design Industry in the Global South. *AFRICOMM 2022. Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering*, 499, Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-34896-9\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-031-34896-9_24).
3. Elkady, M (2024). Digital Transformation in the Fashion Industry in the United Kingdom – A Review. *International Journal of Research and Scientific Innovation*, XI, 947-958. <https://doi.org/10.51244/IJRSI.2024.1105060>.
4. Akhtar, W.H. et al. (2022). New Perspective on the Textile and Apparel Industry in the Digital Transformation Era. *Textiles*, 2, 633-656. <https://doi.org/10.3390/textiles2040037>.
5. Thadepalli, S. & Choudhary, U. (2024). Synergy of Real and Digital Worlds - Promising Insights for the Future Generations of Fashion. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 13, 22-26. <https://doi.org/10.35940/ijrte.A8054.13010524>.
6. Casciani, D. & D'Itria, E. (2024). Fostering Directions for Digital Technology Adoption in Sustainable and Circular Fashion: Toward the Circular Fashion-Tech Lab. *Systems*, 12, 190. <https://doi.org/10.3390/systems12060190>.
7. Riabchykov M. Formuvannia kontseptsii dyzainu odiahu za dopomohoiu shtuchnoho intelektu / M. Riabchykov, V. Mytsa, A. Movchaniuk // *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky*. – 2023. – № 4 (323). – S. 298-302. <https://www.doi.org/10.31891/2307-5732-2023-323-4>.
8. Polishchuk, A., Slavinska, A., Polishchuk, O., Mytsa, V. (2023). Production of details of difficult designs of footwear and clothes with use of technologies of additive production. *AIP Conference Proceedings*, 2023; 2889 (1): 040009. <https://doi.org/10.1063/5.0172971>.
9. Riabchykov M. & Mytsa V. (2023). Provision of new models of organization in the fashion industry with the use of electronic labels. *Creativitate. Tehnologie. Marketing. CTM 2023: Al V-lea Simpozion International*, 215-220. <https://fd.utm.md/wp-content/uploads/sites/37/2023/11/Simpozion-CTM-2023.pdf>.
10. Mytsa V. Stala moda yak stratehiia staloho vyrobnytstva v haluzi mody / V. Mytsa, L. Romanenko // *Resursozberihaiuchi tekhnologii lehkoї, tekstylnoi i kharchovoi promyslovosti: zbirnyk tez dopovidei Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi Internet-konferentsii molodykh vchenykh ta studentiv*, 22 lystopada 2023 r. – Khmelnytskyi: KhNU, 2023. – S. 106-107.