

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ В МУЗЕЯХ НІМЕЧЧИНИ: АНАЛІЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

MODERN TECHNOLOGIES IN GERMAN MUSEUMS: ANALYSIS OF IMPLEMENTATION AND DEVELOPMENT PROSPECTS

У статті досліджено вплив цифрових технологій на трансформацію музейного простору в Німеччині. Проаналізовано ефективність використання VR/AR, 3D-моделювання, голограм, інтерактивних інсталяцій, аудіогідів зі штучним інтелектом. Доведено, що технології сприяють зростанню відвідуваності музеїв, збереженню культурної спадщини та підвищенню рівня інклюзивності. Виокремлено ключові проблеми цифровізації: дефіцит фінансування, кадрів і складнощі адаптації традиційних структур. У таблиці систематизовано успішні приклади технологічного оновлення провідних музеїв Німеччини. Визначено напрями розвитку музейної справи: стратегічне планування цифрових проєктів, навчання персоналу, міжнародна співпраця. Зроблено висновок, що німецький досвід є зразком ефективної гармонізації інновацій і культурної автентичності.

Ключові слова: туризм, турист, музейні інновації, цифрові технології, Німеччина, культурна спадщина, VR/AR, інтерактивність, 3D, музейна справа.

This article presents a comprehensive interdisciplinary analysis of the scientific, technological, and managerial foundations for implementing modern digital solutions in the museum sector of Germany. The research demonstrates that in the era of rapid digital transformation, museums are evolving beyond their traditional roles as repositories of material culture and becoming dynamic centers of interaction, education, and multisensory engagement. The paper substantiates the effectiveness of using virtual reality (VR), augmented reality (AR), holography, artificial intelligence (AI), 3D modeling and printing, interactive panels, and gamified tools in enhancing the cognitive experience of museum visitors. Such technologies not only expand access to cultural content but also foster inclusivity by adapting exhibitions to various age groups, language preferences, and physical abilities. Particular emphasis is placed on the immersive potential of digital tools, which enable visitors to interact with exhibits in real time, explore reconstructions of historical sites, and engage in personalized learning experiences. The article reveals that technological innovations play a dual role: on the one hand, they preserve authentic objects through digitization and on the other hand, they ensure global online accessibility of collections, contributing to the promotion of cultural heritage beyond national borders. The research also outlines institutional barriers, including insufficient funding, lack of digital competencies among staff, and resistance to structural transformation. A tabulated summary illustrates successful digital projects in leading German museums, highlighting best practices in implementation and audience engagement. The article concludes with recommendations for strategic development: prioritizing long-term digital strategies, fostering inter-museum collaboration, attracting investment in training, and integrating digital technologies into national cultural policy. Germany's experience serves as a valuable model of balancing technological innovation with cultural authenticity and can inform international approaches to museum modernization.

Keywords: tourism, tourist, museum innovations, digital technologies, Germany, cultural heritage, VR/AR, interactivity, 3D, museology.

УДК 069(430):004.67

DOI: <https://doi.org/10.32782/infrastruct84-32>

Тюріна Д.М.

к.пед.н., доцент,
доцент кафедри менеджменту,
Національний університет цивільного
захисту України

Дем'янова С.М.

здобувачка вищої освіти,
Харківський національний університет
імені В.Н. Каразіна

Turina Dina

National University of Civil Defence
of Ukraine

Demianova Sofia

V.N. Karazin Kharkiv National University

Постановка проблеми. Німеччина посідає провідні позиції у застосуванні інноваційних технологічних рішень у культурній сфері, зокрема в музейній галузі. Сучасні німецькі музеї виходять за рамки традиційної функції зберігання артефактів, трансформуючись у інтерактивні культурні центри. Впровадження цифрових технологій дозволяє цим установам ефективно реагувати на виклики сучасності, зокрема: залучення нових категорій відвідувачів, особливо молодіжної аудиторії; створення інтерактивних та візуально привабливих форматів експозицій; забезпечення цифрової консервації культурних об'єктів; розширення доступу до музейних колекцій на глобальному рівні.

Сучасні технологічні рішення передбачають використання віртуальної та доповненої реальності, 3D-моделювання, інтерактивних інсталяцій та штучного інтелекту. Такі інновації кардинально змінюють традиційне розуміння музейної діяльності, трансформуючи її у: освітній простір нової формації; платформу для креативної комунікації; інструмент популяризації культурної спадщини.

Німецький досвід демонструє ефективність інтеграції технологій у музейну практику, що сприяє підвищенню міжнародного авторитету культурних інституцій країни. Це створює важливий прецедент для розвитку музейної справи в умовах цифрової трансформації суспільства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Дослідженню теми технологічні інновації в музеях Німеччини присвячені наукові праці таких вчених, як Банакс В. М. [1], Simon D., Felix T., Thomas P. K. [7], Hartmut S., Joachim W. [3] та інших. Їхні дослідження глибоко аналізують основні аспекти впровадження технологічних інновацій у музеях Німеччини, акцентуючи увагу на ключових викликах, що стоять перед культурними установами. Серед найбільших перешкод виділяють хронічний брак фінансування, що обмежує можливості музеїв у реалізації масштабних цифрових проєктів, а також нестачу кваліфікованих фахівців у сфері цифровізації, які здатні ефективно працювати з новими технологіями. Крім того, значною проблемою залишається складність

інтеграції інновацій у традиційні музейні структури, що часто супроводжується організаційними та технічними труднощами, а також необхідністю адаптації як експозицій, так і методів взаємодії з відвідувачами. Водночас, у сучасних умовах необхідний подальший аналіз ефективності застосування інноваційних технологій у німецьких музеях.

Метою статті є дослідження впливу цифрових технологій на трансформацію музейної справи в Німеччині, аналіз ефективності їх впровадження у провідних культурних інституціях країни, а також визначення перспектив розвитку музеїв у контексті цифрової трансформації суспільства.

Виклад основного матеріалу дослідження. Сучасні технології, зокрема віртуальна реальність, інтерактивні екрани, голограми та цифрові рішення, відкривають нові можливості для залучення публіки, підвищення доступності експозицій та формування унікального культурного досвіду.

У таблиці 1 представлено основні технологічні нововведення, їхній вплив на музейну сферу Німеччини, а також приклади музеїв, які успішно впровадили ці рішення. Це дозволяє краще усвідомити, як інновації змінюють музейний простір, роблячи його більш привабливим і змістовним для відвідувачів.

Сучасні технології кардинально трансформують музейний досвід, поглиблюючи емоційне сприйняття експозицій. Завдяки VR-візуалізаціям відвідувачі можуть опинитися в центрі історичних подій – прогулятися античним храмом або стати свідками давньої битви. Голографічні проекції повертають до життя видатних особистостей і зниклі об'єкти. Інтерактивні екрани заохочують самостійно досліджувати матеріали, що особливо приваблює молодь, а цифрові архіви та онлайн-доступ до колекцій роблять знання доступними поза межами музею. Мультимовні інтерфейси та персоналізовані аудіогіди розширюють доступність для міжнародної аудиторії. Технологічні

Таблиця 1

Технологічні інновації в музеях Німеччини

Технологічна інновація	Опис	Приклади музеїв у Німеччині	Переваги
VR/AR технології	Віртуальна та доповнена реальність для занурення у події та експозиції.	Німецький музей у Мюнхені	Занурення у минуле, ефект присутності.
Інтерактивні екрани	Сенсорні екрани з мультимедійним контентом.	Пергамський музей у Берліні	Інтерактивне пізнання, доступність інформації.
Голографічні проекції	Голограми історичних постатей, подій, експонатів.	Німецький історичний музей у Берліні	Відтворення недоступних або зниклих об'єктів.
Аудіогіди зі штучним інтелектом	Персоналізовані аудіоекскурсії з використанням ШІ.	Музей сучасного мистецтва у Франкфурті	Індивідуалізація досвіду, багатомовність.
Діджиталізація колекцій	Оцифрування колекцій для збереження й онлайн-доступу.	Дрезденська картинна галерея	Збереження оригіналів, глобальний доступ.
Інтерактивні кімнати	Проекції, що реагують на рухи відвідувачів.	Центр мистецтв ZKM у Карлсруе	Взаємодія з мистецтвом, креативність.
Big Data та аналітика	Аналіз поведінки відвідувачів для оптимізації експозицій.	Німецький музей у Мюнхені	Покращення сервісу та управління потоками.
Роботи-гості	Роботи, що взаємодіють із відвідувачами та проводять екскурсії.	Музей науки у Вольфсбурзі	Мотивація молоді, сучасна подача.
Енергозберігаючі технології	Енергоефективні рішення та матеріали в музейних будівлях.	Музей Mercedes-Benz у Штутгарті	Зниження витрат, екологічність.
Кіоски з доповненою інформацією	Інтерактивні інформаційні станції замість друкованих матеріалів.	Музей природознавства в Берліні	Швидкий доступ до додаткової інформації.
3D-друк реконструкцій	Відтворення втрачених або пошкоджених експонатів за допомогою 3D-друку.	Музей Роман-Германський у Кельні	Відновлення артефактів, доступність для вивчення і дотику.
Мобільні додатки для відвідувачів	Навігація, інтерактивні завдання, додатковий контент через додаток.	Музей історії Бундесверу у Дрездені	Зручність, гейміфікація, підтримка самостійного вивчення.
Музей у смартфоні (360° тури)	Повноцінні віртуальні тури по музею для дистанційного перегляду.	Музей Середньовіччя у Шпейєрі	Доступність для віддалених користувачів, промоція музею.
Інтерактивні навчальні ігри	Ігрові технології для пояснення складних історичних або наукових тем.	Deutsches Museum Verkehrszentrum у Мюнхені	Залучення дітей та підлітків, навчання через гру.
Світлові інсталяції	Використання світла для створення художнього чи інформаційного ефекту.	Музей світла та електрики у Берліні	Емоційне занурення, креативне подання інформації.

Джерело: розроблено на основі [2; 4; 6; 8; 9; 10; 11]

новації не лише викликають захоплення, а й підвищують інтерес до науки й культури, сприяючи інтерактивній взаємодії та формуючи новий формат пізнання культурної спадщини.

У 2023 році музеї Дрездена прийняли близько 226 000 відвідувачів, що стало новим рекордом для міста. З десяти музеїв, які входять до мережі, вісім зафіксували зростання кількості відвідувачів. Особливо помітні показники демонструють Технічні колекції, які досягли найвищого від початку свого існування рівня відвідуваності – 118 000 осіб. Значне збільшення кількості відвідувачів спостерігалося також у Муніципальній галереї (на 56%), Міському музеї (на 23%) та Кюгельгенхаусі (на 48%). Найменше відвідувань зафіксовано в Будинку Шиллера – 1139 осіб [5].

Становлення цифрових технологій у музейній справі Німеччини не є одномоментним явищем, а результатом багаторічної інституційної політики, міжгалузевої співпраці та державної підтримки інновацій. Так, вже з 2014 року Федеральний уряд Німеччини реалізовує програму Kultur Digital, яка передбачає не лише технічне оснащення музеїв, а й фінансування дослідницьких проєктів із цифрової експозиційної практики. Значну роль у просуванні цифрової культури відіграє Німецький музей у Мюнхені, де відвідувачі мають змогу не лише бачити, а й взаємодіяти з експонатами через доповнену реальність та сенсорні панелі.

Цікавою є ініціатива “Museum4punkt0”, в межах якої об'єднано десятки музеїв по всій Німеччині задля колективної розробки цифрових рішень: від мобільних застосунків і платформ для віртуальних турів до чат-ботів і II-помічників для незрячих та іноземців. Такі системи суттєво знижують бар'єри сприйняття інформації, адаптуючи експозицію під потреби конкретного користувача.

Крім того, активно розвиваються партнерства між музеями та технічними університетами, що забезпечує високий рівень науково-технічної експертизи впроваджених рішень. Наприклад, у співпраці з Технічним університетом Берліна розроблено AR-гід для Єгипетського музею, який дозволяє у режимі реального часу бачити реконструкції давніх споруд.

Важливим аспектом є також екологічний і соціальний вимір інновацій. Завдяки цифровізації знижується потреба у перевезенні фізичних експонатів, а також зменшується енергоспоживання в рамках виставкових заходів. Водночас, інтерактивні рішення сприяють інклюзивності: наприклад, у Берлінському музеї сучасного мистецтва запроваджено «тихі години» з адаптивним візуальним контентом для людей з аутизмом.

Таким чином, досвід Німеччини демонструє, що успішна цифровізація музейної справи передбачає не лише технічне оновлення, а й стратегічне переосмислення місії музею як відкритого, інклюзивного та інтерактивного культурного середовища.

Досвід функціонування технологічно обладнаних музеїв у Німеччині свідчить про високу ефективність інтерактивних інновацій у процесі комунікації з відвідувачами. Застосування мультимедійних рішень, сенсорних панелей, VR-окулярів та інсталяцій з ефектом повного занурення створює сприятливі умови для формування глибшого емоційного зв'язку з експонатами. У таких просторах відвідувачі мають змогу не лише отримати інформацію в традиційному вигляді, а й активно взаємодіяти з матеріалом, що сприяє кращому засвоєнню змісту, формуванню стійкого інтересу до історії та культури, а також розвитку нових підходів до музейної освіти.

Висновки. Технологічні інновації суттєво трансформують роль музеїв, змінюючи їх з традиційних зібрань артефактів на живі простори інтерактивного пізнання. Завдяки впровадженню сучасних цифрових рішень музеї перетворюються на платформи, де мистецтво, наука та історія оживають, залучаючи широку аудиторію та стимулюючи інтерес до культурної спадщини.

Подальший розвиток музеїв у Німеччині значною мірою залежить від уміння інтегрувати інновації, не втрачаючи при цьому зв'язку з історичним контекстом і традиційними цінностями. Збалансоване поєднання технологічного прогресу з культурною автентичністю дозволяє не лише урізноманітнювати форми подачі матеріалу, але й зберігати глибоку змістовність експозицій.

Сьогодні німецькі музеї є прикладом успішної синергії між інноваціями та культурною місією. Вони демонструють, як сучасні технології можуть слугувати засобом залучення відвідувачів, створення нових форматів взаємодії та популяризації культури. Такий підхід стає зразком для інших країн, доводячи, що майбутнє музеїв – у гармонії між інноваційністю, відкритістю та глибокою повагою до культурного надбання.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Банах В. М. Музейні інновації та інтерактивність у теорії та практиці музейної справи. *Historical and cultural studies*. 2016. Vol. 3, Num. 1. С. 1–5.
2. Тюріна Д. М. Технологічні інновації в музеях Німеччини: приклади та тенденції. *Теорія і практика розвитку туризму: досвід, проблеми, інновації: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції*, м. Черкаси, 20 лютого 2025 року / за заг. ред. С. М. Домбровської. Черкаси : НУЦЗ України, 2025. С. 214–216.
3. Hartmut S., Joachim W. 3D Technologies for Museums in Berlin. 2014. P. 255–261. URL: <https://scienceopen.com/hosted-document?doi=10.14236/ewic/EVA2014.61> (дата звернення: 26.03.2025).
4. Deutscher Museums Bund. Digitalisierung im Museum. 2018. S. 12–15. URL: <https://museumsbund.de/wp-content/uploads/2018/12/bulletin-2018-3-online.pdf> (дата звернення: 26.03.2025).

5. Die Sachsen. Рекордна кількість відвідувачів музеїв міста Дрезден. 2024. URL: https://diesachsen.de/uk/mystetstva-ta-kultur/ekordna-kilkist-vidviduvachiv-muzeviv-mista-rezd-2909265?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 26.03.2025).

6. National Museums in Berlin. URL: <https://www.preussischer-kulturbesitz.de/en/about-us/spk-institutions/national-museums-in-berlin.html> (дата звернення: 26.03.2025).

7. Simon D., Felix T., Thomas P. K. The Development of a Virtual Museum in Germany – An Interactive 4D Reconstruction of a Historic Building in Virtual Reality. *GIM International*. 2017. P. 27–29. URL: https://www.researchgate.net/publication/316635068_The_Development_of_a_Virtual_Museum_in_Germany_-_An_Interactive_4D_Reconstruction_of_a_Historic_Building_in_Virtual_Reality (дата звернення: 26.03.2025).

8. Staatliche Museen zu Berlin, Preußischer Kulturbesitz. museum4punkt0: Digital Technologies Open New Experiential Worlds in Museums. 2018. URL: https://smb.museum/en/whats-new/detail/museum4punkt0-digital-technologies-open-new-experiential-worlds-in-museums/?utm_source=chatgpt.com (дата звернення: 26.03.2025).

9. Staatliche Museen zu Berlin. URL: <https://www.smb.museum/en/whats-new/detail/museum4punkt0-digital-technologies-open-new-experiential-worlds-in-museums/> (дата звернення: 26.03.2025).

10. Staatliche Museen zu Berlin. URL: <https://www.preussischer-kulturbesitz.de/ueber-uns/einrichtungen/staatliche-museen-zu-berlin.html> (дата звернення: 26.03.2025).

11. The Development of a Virtual Museum in Germany. URL: <https://www.gim-international.com/content/article/the-development-of-a-virtual-museum-in-germany> (дата звернення: 26.03.2025).

REFERENCES:

1. Banakh V.M. (2016) Muzeini innovatsii ta interaktyvnist u teorii ta praktytsi muzeinoi spravy [Museum innovations and interactivity in the theory and practice of museology]. *Historical and cultural studies*, vol. 3, no. 1, pp. 1–5.

2. Turiina D.M. (2025), "Tekhnolohichni innovatsii v muzeiakh Nimechchyny: pryklady ta tendentsii" [Technological innovations in German museums: examples and trends], *Teoriia i praktyka rozvytku turyzmu: dosvid, problemy, innovatsii: materialy III Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii* [Theory and

practice of tourism development: experience, problems, innovations: Proceedings of the 3rd All-Ukrainian Scientific and Practical Internet Conference], Cherkasy, Ukraine, February 20, 2025, pp. 214–216.

3. Hartmut S., Joachim W. (2014) *3D Technologies for Museums in Berlin*. Available at: <https://scienceopen.com/hosted-document?doi=10.14236/ewic/EVA2014.61> (accessed March 26, 2025).

4. Deutscher Museums Bund. (2018) *Digitalisierung im Museum*, pp. 12–15. Available at: <https://museumbund.de/wp-content/uploads/2018/12/bulletin-2018-3-online.pdf> (accessed March 26, 2025).

5. Die Sachsen. (2024) *Rekordna kilnist vidviduvachiv muzeiv mista Drezden* [Record number of museum visitors in Dresden]. Available at: https://diesachsen.de/uk/mystetstva-ta-kultur/ekordna-kilkist-vidviduvachiv-muzeviv-mista-rezd-2909265?utm_source=chatgpt.com (accessed March 26, 2025).

6. National Museums in Berlin. Available at: <https://www.preussischer-kulturbesitz.de/en/about-us/spk-institutions/national-museums-in-berlin.html> (accessed March 26, 2025).

7. Simon D., Felix T., Thomas P. K. (2017) *The Development of a Virtual Museum in Germany – An Interactive 4D Reconstruction of a Historic Building in Virtual Reality*. *GIM International*, pp. 27–29. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/316635068> (accessed March 26, 2025).

8. Staatliche Museen zu Berlin, Preußischer Kulturbesitz. (2018) museum4punkt0: Digital Technologies Open New Experiential Worlds in Museums. Available at: https://www.smb.museum/en/whats-new/detail/museum4punkt0-digital-technologies-open-new-experiential-worlds-in-museums/?utm_source=chatgpt.com (accessed March 26, 2025).

9. Staatliche Museen zu Berlin. *museum4punkt0: Digital Technologies Open New Experiential Worlds in Museums*. Available at: <https://www.smb.museum/en/whats-new/detail/museum4punkt0-digital-technologies-open-new-experiential-worlds-in-museums/> (accessed March 26, 2025).

10. Staatliche Museen zu Berlin. Available at: <https://www.preussischer-kulturbesitz.de/ueber-uns/einrichtungen/staatliche-museen-zu-berlin.html> (accessed March 26, 2025).

11. The Development of a Virtual Museum in Germany. Available at: <https://www.gim-international.com/content/article/the-development-of-a-virtual-museum-in-germany> (accessed March 26, 2025).