

ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНІСТЬ ТА ЦИФРОВА ІНКЛЮЗІЯ ОСВІТНІХ ЕКОСИСТЕМ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ: НОРМАТИВНІ ЗАСАДИ, БАР'ЄРИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

©2026 ПОЛЯНСЬКИЙ В. О., ЧАГОВЕЦЬ Л. О., ГВОЗДИЦЬКИЙ В. С.

УДК 378:004
JEL: I23; O33

Полянський В. О., Чаговець Л. О., Гвоздицький В. С. Інтероперабельність та цифрова інклюзія освітніх екосистем закладів вищої освіти: нормативні засади, бар'єри та перспективи розвитку

У статті досліджено проблеми інтероперабельності та цифрової інклюзії освітніх екосистем закладів вищої освіти в умовах активної цифрової трансформації та кризових викликів. Визначено, що сучасне освітнє середовище формується як складна багатокomпонентна система цифрових платформ, сервісів та інформаційних ресурсів, до складу якої входять LMS-платформи, системи відеоконференцій, адміністративні сервіси, хмарні середовища та цифрові інструменти комунікації. Встановлено, що ключовою проблемою цифровізації освіти є недостатній рівень інтероперабельності між різними платформами, що ускладнює автоматичний обмін даними, спричиняє дублювання інформації та негативно впливає на ефективність освітнього процесу. У роботі проаналізовано нормативно-правові засади цифровізації освіти в Україні та Європейському Союзі. Досліджено особливості реалізації Digital Education Action Plan 2021–2027, розвитку цифрових компетентностей, академічної мобільності та інтеграції цифрових сервісів у межах European Student Card Initiative, Erasmus Without Paper та eduGAIN. Визначено, що країни Європейського Союзу активно впроваджують стандарти цифрової доступності та інклюзії відповідно до WCAG 2.1, European Accessibility Act та принципів Universal Design for Learning. Окрему увагу приділено особливостям цифрової трансформації системи вищої освіти України в умовах війни. Проаналізовано вплив Стратегії розвитку вищої освіти України на 2022–2032 роки, механізмів дистанційної акредитації освітніх програм та розвитку інтегрованих цифрових платформ. Досліджено функціональні можливості проєкту DigiUni та DigiPlatform як прикладів формування відкритої цифрової освітньої екосистеми. У статті систематизовано основні бар'єри цифрової екосистеми, серед яких виділено: технічні, організаційні, нормативні, інфраструктурні, архітектурні, безпекові, когнітивні та інклюзивні. Проаналізовано проблеми інтеграції LMS-платформ, відсутності API, LTI та xAPI, використання застарілих архітектурних рішень, функціонування ізольованих сховищ даних і недостатнього рівня цифрових компетентностей. Встановлено, що значна частина освітніх платформ не відповідає міжнародним вимогам цифрової доступності, що створює додаткові труднощі для користувачів із порушеннями зору, слуху та моторики. За результатами дослідження обґрунтовано необхідність переходу до відкритих стандартів інтеграції, впровадження API-орієнтованої архітектури, розвитку інклюзивного дизайну, модернізації цифрової інфраструктури та підвищення рівня цифрових компетентностей учасників освітнього процесу. Визначено перспективні напрями розвитку стійкої, безпечної та інтероперабельної цифрової освітньої екосистеми закладів вищої освіти.

Ключові слова: цифрова освіта; цифрова екосистема; інтероперабельність; LMS-платформи; цифрова інклюзія; дистанційне навчання; API-інтеграція; цифрова трансформація.

Табл.: 4. Бібл.: 31.

Полянський Владислав Олександрович – доктор філософії, викладач кафедри економічної кібернетики і системного аналізу, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця (просп. Науки, 9а, Харків, 61165, Україна)

E-mail: vladislav.polya94@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7178-2132>

Чаговець Любов Олексіївна – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики і системного аналізу, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця (просп. Науки, 9а, Харків, 61165, Україна)

E-mail: liubov.chahovets@hneu.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4064-9712>

Гвоздицький Віталій Сергійович – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри економічної кібернетики і системного аналізу, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця (просп. Науки, 9а, Харків, 61165, Україна)

E-mail: gvozdiakram@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4686-267X>

UDC 378:004
JEL: I23; O33

Polianskyi V. O., Chagovets L. O., Gvozdytskyi V. S. Interoperability and Digital Inclusion of Educational Ecosystems of Higher Education Institutions: Regulatory Frameworks, Barriers and Development Prospects

The article examines the problems of interoperability and digital inclusion of educational ecosystems of higher education institutions in the context of active digital transformation and crisis challenges. It is determined that the modern educational environment is formed as a complex multi-component system of digital platforms, services and information resources, which includes LMS platforms, video conferencing systems, administrative services, cloud environments and digital communication tools. It is found that the key problem of digitalization of education is the insufficient level of interoperability between different platforms, which complicates automatic data exchange, causes duplication of information and negatively affects the efficiency of the educational process. The article analyzes the regulatory and legal framework for the digitalization of education in Ukraine and the European Union. The features of the implementation of the Digital Education Action Plan 2021–2027, the development of digital competencies, academic mobility and the integration of digital services within the European Student Card Initiative, Erasmus Without Paper and eduGAIN are examined. It was determined that the countries of the European Union are actively implementing digital

accessibility and inclusion standards in accordance with WCAG 2.1, the European Accessibility Act and the principles of Universal Design for Learning. Special attention is paid to the features of the digital transformation of the higher education system of Ukraine in wartime conditions. The impact of the Strategy for the Development of Higher Education of Ukraine for 2022–2032, mechanisms for distance accreditation of educational programs and the development of integrated digital platforms is analyzed. The functional capabilities of the DigiUni and DigiPlatform projects as examples of the formation of an open digital educational ecosystem are studied. The article systematizes the main barriers of the digital ecosystem, among which technical, organizational, regulatory, infrastructure, architectural, security, cognitive and inclusive barriers are highlighted. The problems of integrating LMS platforms, the lack of API, LTI and xAPI, the use of outdated architectural solutions, the functioning of isolated data repositories and an insufficient level of digital competencies are analyzed. It was found that a significant part of educational platforms does not meet international requirements for digital accessibility, which creates additional difficulties for users with visual, hearing and motor impairments. The results of the study substantiate the need to transition to open integration standards, implement API-oriented architecture, develop inclusive design, modernize digital infrastructure and increase the level of digital competencies of participants in the educational process. Promising directions for the development of a sustainable, safe and interoperable digital educational ecosystem of higher education institutions are identified.

Keywords: digital education; digital ecosystem; interoperability; LMS platforms; digital inclusion; distance learning; API integration; digital transformation.

Tabl.: 4. Bibl.: 31.

Polianskyi Vladyslav O. – PhD, Lecturer of the Department of Economic Cybernetics and System Analysis, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (9a Nauky Ave., Kharkiv, 61165, Ukraine)

E-mail: vladislav.polya94@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7178-2132>

Chagovets Liubov O. – PhD (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics and System Analysis, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (9a Nauky Ave., Kharkiv, 61165, Ukraine)

E-mail: liubov.chagovets@hneu.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4064-9712>

Gvozdytskyi Vitalii S. – PhD (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Economic Cybernetics and System Analysis, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (9a Nauky Ave., Kharkiv, 61165, Ukraine)

E-mail: gvozdkramm@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4686-267X>

Ефективність цифрової трансформації прямо залежить від здатності законодавства адаптуватися до нових технологічних реалій, включно із забезпеченням інтероперабельності множини інформаційних систем та формуванням необхідних стартових умов доступу до інклюзивних ресурсів [1–4]. Цифровізація освіти перестала бути лише інструментом модернізації освіти. Вона отримала стратегічне значення через можливість реалізації безперервності навчання, мобільності та доступності для вразливих груп населення з подальшим підключенням та інтеграцією до міжнародного наукового простору.

Аналіз нормативно-правового забезпечення показує, що Україна та ЄС рухаються в напрямку гармонізації стандартів. Цим системам також властиві суттєві відмінності, які можна ідентифікувати завдяки різним рівням розвитку цифрової зрілості населення та впливу зовнішніх факторів з кризовими особливостями. Для України ключову роль відіграє фактор необхідності трансформації освітньої системи, яка пов'язана із викликами. Йдеться про воєнні дії, наростання міграційних процесів, знищення та часткове руйнування традиційної освітньої інфраструктури, а також прискорений, оперативний перехід на дистанційні та змішані моделі ведення освітнього процесу [5–7].

Попри суттєвий прогрес у нормативно-правовому забезпеченні цифровізації освіти, залишається низка невирішених і нерегульованих питань. Вони

пов'язані з фрагментарністю цифрового навчання, нерівномірністю поширення інклюзивних підходів та відсутністю єдиних архітектурних рішень з боку навчальних закладів та екосистем. Це зумовлює необхідність дослідження механізмів поширення цифрових сервісів та освіти з пошуком стандартизованих шляхів обміну інформацією через реалізацію європейських підходів цифрової інклюзії.

Сучасне освітнє середовище, за своєю суттю, є складною та багатокомпонентною системою пов'язаних сервісів та інформаційних ресурсів. Університети використовують цілий спектр допоміжних платформ – системи відеоконференцій, сервіси тестування, хмарні середовища, LMS-платформи, цифрові інструменти комунікації [8–10]. Проте названі елементи слабо інтегровані між собою та розвиваються асинхронно. Це створює суттєві бар'єри для обміну даних, що значно знижують ефективність освітнього процесу та обмежують доступ до цифрової освіти для різних груп користувачів.

Головною проблемою процесу цифровізації є недостатній рівень інтероперабельності між різними платформами. Дані системи використовують різний формат обробки даних, різні внутрішні механізми та по-різному взаємодіють між собою. Навіть технічно потужні інструменти складно інтегрувати в одну цифрову екосистему та налаштувати автоматичний обмін інформацією. Особливо

проблема інтероперабельності проявляється в дистанційному навчанні, коли учасники освітнього процесу використовують декілька платформ для синхронної та асинхронної роботи [11].

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Європейський Союз реалізує послідовну політику формування єдиного освітнього простору для країн-учасниць. Йдеться про створення екосистеми, де навчальні заклади, дослідницькі установи, студенти та працівники освіти можуть взаємодіяти через інтегровану цифрову інфраструктуру [12]. При цьому ключовим стратегічним документом цього напрямку вважається Digital Education Action Plan 2021-2027 (DEAP) [13; 14], в якому зазначені основні стратегічні особливості розвитку цифровізації у країнах Європейського Союзу.

Метою цього плану є формування високоефективної цифрової та освітньої екосистеми, яка дозволяє забезпечити ключові елементи освітнього процесу, що відповідають доступності, стійкості та інноваційності. DEAP прогнозує *розвиток цифрової інфраструктури освітніх закладів* через забезпечення швидкісним інтернетом, розгортання хмарних технологій та систем сертифікації освітнього контенту з урахуванням категорій безпечно-го наукового середовища та кібербезпеки.

Другою основною вісю застосування DEAP є *можливість розвитку цифрових компетентностей*. Завдяки попереднім крокам ЄС ініціює перехід від концепту базової цифрової грамотності на новий рівень формування вузькоспеціалізованих компетентностей, що стосуються сфер розвитку штучного інтелекту, аналізу великих даних і кібербезпеки. Проведення сертифікації та готовності педагогічного персоналу до використання цифрових технологій перевіряється за допомогою інструмента SELFIE for Teachers. Останній заснований на основі європейської рамки цифрових компетентностей педагогів DigCompEdu [15–17].

У Європейському Союзі важливим пунктом інтеграції цифри в освітній процес виділяється можливість академічної мобільності та взаємного визнання отриманих результатів. Для реалізації даного напрямку в ЄС функціонує European Student Card Initiative (ESCI), яка виконує функціонал уніфікованої екосистеми обліку академічної мобільності [18]. Проект містить інші взаємопов'язані проекти, що мають різноспрямований функціонал.

Так, проект Erasmus Without Paper (EWP) забезпечує цифровий документообіг між університетами та є цифровим аналогом стандартних па-

перових документів та угод про навчання Learning Agreements [19]. Другий вхідний проект European Student Identifier (ESI) відповідає за цифрову ідентифікацію здобувача освіти. Така опція надає можливість доступу до цифрових сервісів європейських університетів через вхід до системи eduGAIN [20]. ESI та його використання формує основу для єдиного цифрового освітнього простору, в якому здобувач може підключатись та користуватись сервісами різних університетів без потреби створення додаткових облікових записів. Це суттєво спрощує обмін даними та організаційні витрати на академічну мобільність. А третім, єдиним додатком для доступу студентів до всіх сервісів мобільності, є Erasmus+ [21].

Додатково у країнах Європейського Союзу сформована нормативно-правова база для цифрової доступності освітніх сервісів для всіх можливих категорій населення. Такими можна вважати міжнародні стандарти та документи: WCAG 2.1, European Accessibility Act EN 301 549, принципи Universal Design for Learning (UDL) [22–24].

МЕТА ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою статті є комплексний аналіз інтероперабельності та цифрової інклюзії освітніх екосистем закладів вищої освіти в умовах цифрової трансформації та кризових викликів, а також визначення ключових бар'єрів інтеграції цифрових платформ і перспектив розвитку стійкого, безпечного та доступного цифрового освітнього середовища. Реалізація поставленої мети передбачає дослідження нормативно-правових засад цифровізації освіти в Україні та Європейському Союзі, аналіз сучасних проблем інтеграції LMS-платформ, адміністративних систем і хмарних сервісів, а також визначення механізмів забезпечення цифрової доступності та інклюзивності освітнього середовища.

Для досягнення поставленої мети у статті сформульовано *ключові завдання*:

- ✦ розкрити нормативно-правові засади цифровізації освіти в Україні та Європейському Союзі;
- ✦ визначити особливості розвитку інтегрованих цифрових освітніх екосистем у закладах вищої освіти;
- ✦ проаналізувати сучасні підходи до забезпечення інтероперабельності цифрових платформ та освітніх сервісів;
- ✦ визначити основні технічні, організаційні, нормативні, інфраструктурні та безпекові бар'єри цифрової екосистеми;
- ✦ дослідити проблеми інтеграції LMS-платформ, систем відеоконференцій та адміністративних сервісів;

- ✦ оцінити вплив цифрової інклюзії та доступності освітніх платформ на ефективність цифрового освітнього середовища;
- ✦ проаналізувати проблеми впровадження міжнародних стандартів цифрової доступності у вітчизняних освітніх платформах;
- ✦ визначити перспективні напрями розвитку стійкої, безпечної та інтероперабельної цифрової освітньої екосистеми.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У сучасних умовах Україна показує достатньо високий рівень адаптивності нормативно-правової системи, яка стосується сфери освіти, з урахуванням умов масштабних кризових викликів. Старт повномасштабного вторгнення РФ у 2022 році надав суттєве прискорення процесам цифровізації в освіті та вивів на новий рівень потребу у формуванні сильних цифрових механізмів, які можуть забезпечити безперервність освітнього процесу.

На території України з 2022 р. діє базовий, структурний документ під назвою Стратегія розвитку вищої освіти (2022–2032). Він визначає ключові пріоритети цифрової трансформації університетів, можливості інтеграції до європейської площини вищої освіти, а також дозволяє розвиватися цифровій інфраструктурі навчальних закладів. Такий план розрахований на 10 років, документ передбачає впровадження концепції цифрового університету, яка дозволяє провести автоматизацію процесів управління. Це має покращити розвиток дистанційного навчання, ініціювати цифровізацію документообігу та створити умови для формування інтегрованих інформаційних систем.

Вагомою зміною в навчальному процесі України стала реформа, яка дозволила розглядати впровадження механізму індивідуальних освітніх траєкторій – Закон № 10177. Такі зміни стали особливо важливими та влучними в умовах функціонування режиму воєнного стану, коли велика кількість здобувачів освіти знаходиться у Збройних Силах України, поєднуючи службу із навчанням, або веде волонтерську діяльність, або перебуває за кордоном.

Суттєвих змін зазнали механізми забезпечення якості освіти. Національне агентство із забезпечення якості освіти (НАЗЯВО) суттєво реалізувало продуману процедуру дистанційної акредитації освітніх програм. Це запровадження дозволило втілити безперервність процедур оцінювання якості освіти, навіть за умови обмеженого, фактичного доступу до університетів. Нові положення про акредитацію враховують питання роботи з інформацією з обмеженим доступом і систему кри-

теріїв оцінювання цифрової інфраструктури освітніх програм [25].

Відбулися зміни в системі фінансування вищої освіти. Ключовим вектором цифрової трансформації варто вказати модернізацію системи фінансування освіти через інструмент державних грантів. Перехід до такої моделі дає можливість підвищити конкуренцію між закладами освіти та створює передумови для розвитку цифрової прозорості всіх освітніх процесів.

Також в Україні здійснена гармонізація освітньої статистики та класифікацій згідно з європейськими стандартами ISCED-F 2013. Це реалізує можливість порівняння освітньої інформації між країнами ЄС та України та формує передумови для інтеграції вітчизняних університетів у міжнародні освітні системи.

Дану тематику важливо додатково розглядати через успішні практичні кейси розвитку інтегрованих цифрових інфраструктур вищої освіти України. Для нашої держави таким проектом став DigiUni (*Digital University – Open Ukrainian Initiative*), який реалізується за підтримки Erasmus+.

Зазначена ініціатива спрямована на формування відкритої цифрової освітньої екосистеми, яка дозволяє інтегрувати університетські цифрові сервіси, реалізовувати спільний доступ до навчальних ресурсів та тримати міжуніверситетську взаємодію на високому рівні. Ця ініціатива передбачає створення мережі DigiCenters в університетах-партнерах для функціонування центрів цифрових компетентностей, розробки цифрового контенту та підтримки дистанційного формату навчання [26].

Інтегрована цифрова платформа DigiPlatform є ключовим компонентом даного проекту, оскільки забезпечує доступ до онлайн-курсів, віртуальних лабораторій та інструментарію спільної роботи. Основна перевага DigiPlatform включає принципи масштабованості, інтероперабельності та відкритості.

Функціонування проекту DigiUni формує резервну цифрову інфраструктуру, яка підтримує освітній процес незалежно від фізичного стану університетів. Таким чином, втілюється процес безперервності освіти в умовах війни. Додаткова адаптація проекту дозволяє українській системі вищої освіти наблизитись до європейських стандартів освітнього середовища та цифрового управління.

Загальна бар'єрність цифрової екосистеми має комплексний характер і охоплює різноманітні аспекти. Вони доволі сильно пов'язані між собою та несуть суттєвий вплив на ефективність цифрової освіти.

До головних бар'єрів варто віднести технічні, оскільки вони пов'язані з несумісністю платформ і використання різних стандартів обміну даними (табл. 1).

Таблиця 1

Основні категорії бар'єрів цифрової екосистеми

Категорія	Сутність
Технічні	Несумісність платформ і сервісів
Організаційні	Відсутність координації та цифрової стратегії
Нормативні	Неврегульованість стандартів
Інклюзивні	Недоступність цифрових інтерфейсів
Інфраструктурні	Блекаути, нестабільний інтернет
Архітектурні	Застарілі системи
Дані	Сховища даних
Безпекові	Захист персональних даних і кіберризиків
Когнітивні	Складність інтерфейсів та перевантаження

Джерело: авторська розробка.

Найпоширенішими бар'єрами є технічні, які пов'язані з відсутністю безшовної інтеграції між освітніми платформами та адміністративними системами. Така проблема призводить до дублювання інформації та сприяє ручній роботі з даними.

До основних технічних проблем варто віднести:

- ✦ ізольоване функціонування хмарних сервісів (Zoom, Google, Teams та інші);
- ✦ відсутність єдиного обміну даними;
- ✦ дублювання даних про студентів, структурні підрозділи;
- ✦ ручне перенесення інформації, в тому числі оцінок;
- ✦ проблеми синхронізації між платформами.

Однією з найбільших проблем є функціонування сховищ даних як ізольованого зберігання інформації в різних системах. Дані про діяльність студента та роботу університету можуть зберігатися в різних цифрових середовищах без наявності спільної ідентифікації. Така ситуація призводить до втрати можливості мати цілісну аналітичну інформацію про навчальний процес.

Похідним бар'єром також можна виділити відсутність єдиного Single Sign-On (SSO). Учасники освітнього процесу зазвичай використовують велику кількість акаунтів (облікових записів) та паролів для доступу до різних сервісів, що робить роботу менш динамічною та непродуктивною. У краї-

нах Європейського Союзу така проблема частково вирішується через eduGAIN та MyAcademicID, проте для України така централізована система поки на етапі розробки та становлення.

Критичним для українського освітнього середовища є відсутність сучасних інтеграційних стандартів. Безліч вітчизняних закладів вищої освіти використовують старі версії Moodle, які не мають підтримки LTI 1.3 Advantage (Learning Tools Interoperability) або xAPI [27]. Через це інтеграція з LMS-платформами не може бути повноцінною та високоєфективною [28].

Дистанційне навчання породило ще один важливий бар'єр, що пов'язаний з обмеженістю серверної інфраструктури. ІТ-відділи навчальних закладів не завжди можуть забезпечити якісну та стабільну роботу навчальних платформ під час пікових навантажень. Така ситуація стимулює перехід до хмарних технологій, але додатково формує нові ризики щодо захисту персональних даних, високої вартості ліцензій та зростання витрат на покупку додаткового функціоналу.

При деталізації організаційних та управлінських бар'єрів окремою проблемою виділяється недостатній рівень цифрових компетентностей [29]. Деякі із викладачів чи адміністративного персоналу слабо володіють необхідними навичками роботи із сучасними ІТ-продуктами, що ускладнює впровадження нових сервісів.

До основних організаційних бар'єрів варто віднести такі:

- ✦ відсутність єдиної цифрової політики;
- ✦ некоординоване впровадження платформ;
- ✦ дефіцит ІТ-фахівців;
- ✦ недостатня цифрова грамотність;
- ✦ слабка технічна підтримка.

Деякі із досвідчених працівників намагаються чинити опір цифровим змінам. Вони орієнтуються на традиційні форми організації освіти, на власний досвід та не готові до впровадження цифрових інструментів.

Наявність цифрової інфраструктури також чітко пов'язана з фінансовими факторами. Поточна модернізація цифрової інфраструктури та придбання ліцензій потребують значних інвестицій, які далеко не всі заклади освіти можуть забезпечити повною мірою.

Перехід до хмарних технологій підвищує ризики витоку інформації та потребує впровадження сучасних систем захисту та контролю (табл. 2).

Після описаних вище бар'єрів варто зупинитися на окремій, специфічній категорії проблем, яка стосується **інклюзії в цифровій освіті**. Цифрова інклюзія стала одним із клю-

чових сучасних принципів освіти. Вона дозволяє створити доступне цифрове середовище для всіх категорій користувачів незалежно від їх особливостей [30].

Таблиця 2

Основні кіберзагрози цифрового освітнього середовища

Загроза	Потенційний ризик
DDoS-атаки	Недоступність освітніх сервісів
Витік даних	Порушення конфіденційності
Слабка автентифікація	Несанкціонований доступ
Програми-вимагачі	Блокування цифрової інфраструктури

Джерело: авторська розробка.

Проте технічна оснащеність сучасних вітчизняних цифрових платформ не відповідає міжнародним стандартам, наприклад WCAG 2.1. Серед найпоширеніших проблем варто зазначити, що особливо гостро ці проблеми проявляються для користувачів із порушеннями зору, слуху або моторики:

- ✦ низький контраст;
- ✦ недоступні форми;
- ✦ складна навігація;
- ✦ відсутність підписів і субтитрів;
- ✦ несумісність зі зчитувачами екрана [31].

Важливим аспектом є також когнітивні та UX бар'єри. Складність сучасних інтерфейсів та перевантаженість цифровими деталями утворюють когнітивне перевантаження для студентів, що призводить до ускладненого сприйняття інформації при роботі з освітньою платформою.

Війна внесла додаткову проблему в цифрову інклюзію, оскільки до традиційних груп користувачів з інвалідністю додаються ветерани з ампутаціями, люди з ПТСР і ВПО (табл. 3).

Таблиця 3

Основні інклюзивні бар'єри

Тип бар'єра	Прояв
Технологічний	Недотримання WCAG 2.1
Когнітивний	Надмірна складність інтерфейсів
Інфраструктурний	Відсутність стабільного інтернету
Фінансовий	Висока вартість допоміжних технологій

Джерело: авторська розробка.

Позитивним прикладом із Європейського Союзу є досвід Masaryk University (проект DigiUni, центр Teiresias), де реалізовано підтримку доступних DOCX, PDF і PPTX, інтеграцію допоміжних технологій у LMS і сурдопереклад відеоматеріалів.

Для України проблемою щодо цифрової інклюзії також залишається цифровий розрив. Студенти із сіл та окупованих територій часто не мають стабільного доступу до швидкісного інтернету. Рішенням такого питання є розвиток асинхронного навчання та навчальних хабів.

Аналіз сучасних цифрових платформ демонструє наявність типових проблем інтеграції, безпеки та доступності (табл. 4).

Таблиця 4

Основні проблеми інтероперабельності та інклюзивності цифрових платформ

Система	Проблема	Наслідок	Можливе рішення
Moodle	Слабка інтеграція	Дублювання даних	API/LTI
Zoom	Відсутність потоку даних	Втрата аналітики	xAPI
Teams	Прогалини в доступності	Проблеми інклюзії	WCAG адаптація
Деканат	Застаріла архітектура	Ручне введення	Міграція даних
Google Workspace	Сховища даних	Розпоширення даних	Уніфікована інтеграція

Джерело: авторська розробка.

ВИСНОВКИ

Для реалізації стійкої цифрової екосистеми необхідними є:

- ✦ перехід до відкритих стандартів;
- ✦ впровадження архітектури, що орієнтована на API;
- ✦ інтеграція LMS з адміністративними системами;
- ✦ розвиток інклюзивного дизайну;
- ✦ підвищення цифрових компетентностей;
- ✦ модернізація інфраструктури.

Проведений огляд ключових бар'єрів на шляху до інтероперабельності та інклюзії в наявних системах дозволив встановити, що лише комплексний підхід і бачення може створити ефективне, безпечне та доступне цифрове освітнє середовище. Цифрова екосистема має враховувати потреби всіх категорій користувачів, бути стійкою в періоди

кризи та забезпечувати безперервне навчання за умов обмеженої інфраструктури та екзистенціальних загроз. ■

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Digital Education Action Plan 2021–2027. *European Education Area*. URL: <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/actions>
2. Digital education action plan 2021–2027: resetting education and training for the digital age. *European School Education Platform*. URL: <https://school-education.ec.europa.eu/en/insights/publications/digital-education-action-plan-2021-2027-resetting-education-and-training>
3. OECD Digital Education Outlook 2023: Towards an Effective Digital Education Ecosystem. Interoperability: unifying and maximising data reuse within digital education ecosystems. *OECD Publishing*. DOI: <https://doi.org/10.1787/c74f03de-en>
4. Alenezi M. Digital Learning and Digital Institution in Higher Education. *Education Sciences*. Vol. 13. Iss. 1. Art. 88. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci13010088>
5. Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2022–2032 роки. *Міністерство освіти і науки України*. URL: <https://mon.gov.ua/osvita-2/vishcha-osvita-ta-osvita-doroslikh/strategiya-rozvitku-vishchoi-osviti-v-ukraini-na-2022-2032-roki>
6. How Digitalization, New Tech Are Transforming Ukraine's Universities. *World Bank Group*. URL: <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2025/11/06/how-digitalization-new-tech-are-transforming-ukraines-universities>
7. Digital Shift in Ukrainian Education: Preparedness, Technologies, AI, and Hurdles. *BDO Ukraine*. URL: <https://www.bdo.ua/en-gb/insights-1/information-materials/2025/digital-shift-in-ukrainian-education-preparedness-technologies-ai-and-hurdles>
8. Moodle Learning Platform. URL: <https://moodle.org>
9. Microsoft Teams for Education. *Microsoft*. URL: <https://www.microsoft.com/en-us/education/products/teams>
10. Zoom for Education. *Zoom*. URL: <https://explore.zoom.us/en/industry/education>
11. Belenkova L. Y., Skudnyakova Y. V., Bosov D. V. Digital pedagogy in the system of inclusive higher education. *InterAccion y Perspectiva*. 2022. Vol. 12. No. 1. P. 27–42. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.6555348>
12. Molchanova E. Core EU Principles for Digital Transformation in Higher Education Institutions: Governance, Trust, and Interoperability. *Pedagogy and Education Management Review*. 2025. Iss. 4. P. 4–16. DOI: <https://doi.org/10.36690/2733-2039-2025-4-4-16>
13. Factsheet – Digital Education Action Plan (2021–2027). *European Education Area*. URL: <https://education.ec.europa.eu/document/factsheet-digital-education-action-plan-2021-2027>
14. Digital Education Action Plan: policy background. *European Education Area*. URL: <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/plan>
15. Digital Competence Framework for Educators (DigCompEdu). *European Commission*. URL: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcompedu_en
16. Update of the DigCompEdu framework underway. *European School Education Platform*. URL: <https://school-education.ec.europa.eu/en/discover/news/update-digcompedu-framework-underway>
17. Digital Teaching Competence and Educational Inclusion in Higher Education. A Systematic Review. *ERIC*. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1425460.pdf>
18. European Student Card Initiative (ESCI). *Erasmus+*. URL: <https://erasmus-plus.ec.europa.eu/european-student-card-initiative>
19. Erasmus Without Paper. *European University Foundation*. URL: <https://uni-foundation.eu/erasmus-without-paper>
20. eduGAIN inter federation service. *GEANT*. URL: <https://edugain.org>
21. Benzinger B., Castro Zamora J. I., Lapuente J., Knoth A. From theory to practice: Making interoperability become reality in European University Alliances. *EPIc Series in Computing*. 2025. Vol. 107. P. 98–107. URL: <https://easychair.org/publications/paper/rxFx/open>
22. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. W3C. URL: <https://www.w3.org/TR/WCAG21>
23. European Accessibility Act (EAA). *European Commission*. URL: <https://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=1202>
24. Universal Design for Learning Guidelines. CAST. URL: <https://udlguidelines.cast.org>
25. Національне агентство із забезпечення якості вищої освіти. URL: <https://naqa.gov.ua>
26. An analysis of the state of interoperability across higher education systems in Europe (synthesis report). *Publications Office of the European Union*. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/63648104-19a3-11f0-b1a3-01aa75ed71a1/language-en>
27. Learning Tools Interoperability (LTI). *1EdTech Consortium*. URL: <https://www.1edtech.org/standards/lti>
28. Moodle Docs – Learning Tools Interoperability. URL: <https://docs.moodle.org>
29. Bong W. K., Chen W. Increasing faculty's competence in digital accessibility for inclusive education: a systematic literature review. *International Journal of Inclusive Education*. 2024. Vol. 28. Iss. 2. P. 197–213. DOI: <https://doi.org/10.1080/13603116.2021.1937344>
30. Moriña A. Inclusive education in higher education: challenges and opportunities. *European Journal of Special Needs Education*. 2017. Vol. 32. Iss. 1. P. 3–17. DOI: <https://doi.org/10.1080/08856257.2016.1254964>

31. Al Husain A. H., Blanes R. Inclusive Digital Communication in Higher Education: Information Accessibility for Low Vision Students in Bandung Raya. *Lontar*. 2025. Vol. 13. No. 2. P. 519–532.
DOI: <https://doi.org/10.30656/lontar.v13.i2.11389>

REFERENCES

- 1edtech.org. *Learning Tools Interoperability (LTI)*. <https://www.1edtech.org/standards/lti>
- Al Husain A. H. & Blanes R. (2025). Inclusive Digital Communication in Higher Education: Information Accessibility for Low Vision Students in Bandung Raya. *Lontar*, 2(13), 519–532.
<https://doi.org/10.30656/lontar.v13.i2.11389>
- Alenezi M. Digital Learning and Digital Institution in Higher Education. *Education Sciences*, 1(13).
<https://doi.org/10.3390/educsci13010088>
- bdo.ua. (2025). *Digital Shift in Ukrainian Education: Preparedness, Technologies, AI, and Hurdles*. <https://www.bdo.ua/en-gb/insights-1/information-materials/2025/digital-shift-in-ukrainian-education-preparedness-technologies-ai-and-hurdles>
- Belenkova1 L. Y., Skudnyakova Y. V. & Bosov D. V. (2022). Digital pedagogy in the system of inclusive higher education. *InterAccion y Perspectiva*, 1(12), 27–42.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.6555348>
- Benzinger B., Castro Zamora J. I., Lapuente J. & Knoth A. (2025). From theory to practice: Making interoperability become reality in European University Alliances. *EPIC Series in Computing* (p. 98–107). <https://easychair.org/publications/paper/rXfX/open>
- Bong W. K. & Chen W. (2024). Increasing faculty's competence in digital accessibility for inclusive education: a systematic literature review. *International Journal of Inclusive Education*, 2(28), 197–213.
<https://doi.org/10.1080/13603116.2021.1937344>
- docs.moodle.org. *Moodle Docs – Learning Tools Interoperability*. <https://docs.moodle.org>
- ec.europa.eu. *European Accessibility Act (EAA)*. <https://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=1202>
- education.ec.europa.eu. *Digital Education Action Plan 2021–2027*. <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/actions>
- education.ec.europa.eu. *Digital Education Action Plan: policy background*. <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/plan>
- education.ec.europa.eu. *Factsheet – Digital Education Action Plan (2021–2027)*. <https://education.ec.europa.eu/document/factsheet-digital-education-action-plan-2021-2027>
- edugain.org. *eduGAIN interfederation service*. <https://edugain.org>
- erasmus-plus.ec.europa.eu. *European Student Card Initiative (ESCI)*. <https://erasmus-plus.ec.europa.eu/european-student-card-initiative>
- explore.zoom.us. *Zoom for Education*. <https://explore.zoom.us/en/industry/education>
- files.eric.ed.gov. *Digital Teaching Competence and Educational Inclusion in Higher Education. A Systematic Review*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1425460.pdf>
- joint-research-centre.ec.europa.eu. *Digital Competence Framework for Educators (DigCompEdu)*. https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcompedu_en
- microsoft.com. *Microsoft Teams for Education*. <https://www.microsoft.com/en-us/education/products/teams>
- Molchanova E. (2025). Core EU Principles for Digital Transformation in Higher Education Institutions: Governance, Trust, and Interoperability. *Pedagogy and Education Management Review*, 4, 4–16.
<https://doi.org/10.36690/2733-2039-2025-4-4-16>
- mon.gov.ua. *Strategiia rozvytku vyshchoi osvity v Ukraini na 2022–2032 roky* [Higher Education Development Strategy in Ukraine for 2022–2032]. <https://mon.gov.ua/osvita-2/vishcha-osvita-ta-osvita-doroslikh-strategiya-rozvitku-vishchoi-osviti-v-ukraini-na-2022-2032-roki>
- moodle.org. *Moodle Learning Platform*. <https://moodle.org>
- Moriña A. (2017). Inclusive education in higher education: challenges and opportunities. *European Journal of Special Needs Education*, 1(32), 3–17.
<https://doi.org/10.1080/08856257.2016.1254964>
- naqa.gov.ua. *Natsionalne ahentstvo iz zabezpechennia yakosti vyshchoi osvity* [National Agency for Higher Education Quality Assurance]. <https://naqa.gov.ua>
- OECD Publishing (2023). *OECD Digital Education Outlook 2023: Towards an Effective Digital Education Ecosystem. Interoperability: unifying and maximising data reuse within digital education ecosystems*. *OECD Publishing*.
<https://doi.org/10.1787/c74f03de-en>
- Publications Office of the European Union. *An analysis of the state of interoperability across higher education systems in Europe (synthesis report)*. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/63648104-19a3-11f0-b1a3-01aa75ed71a1/language-en>
- school-education.ec.europa.eu. *Update of the DigCompEdu framework underway*. <https://school-education.ec.europa.eu/en/discover/news/update-digcompedu-framework-underway>
- school-education.ec.europa.eu. *Digital education action plan 2021–2027: resetting education and training for the digital age*. <https://school-education.ec.europa.eu/en/insights/publications/digital-education-action-plan-2021-2027-resetting-education-and-training>

udlguidelines.cast.org. *Universal Design for Learning Guidelines*. <https://udlguidelines.cast.org>
uni-foundation.eu. *Erasmus Without Paper*. <https://uni-foundation.eu/erasmus-without-paper>
w3.org. *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*. <https://www.w3.org/TR/WCAG21>
worldbank.org. (2025, November 6). *How Digitalization, New Tech Are Transforming Ukraine's Universities*. <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2025/11/06/how-digitalization-new-tech-are-transforming-ukraines-universities>

Дослідження виконано за підтримки державного бюджету України в рамках прикладної науково-дослідної роботи «Розробка відкритої цифрової інклюзивної освітньої екосистеми університету для забезпечення безперервності вищої освіти в Україні», державний реєстраційний № 0126U002246.
Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.
Інструменти ШІ у підготовці цієї роботи не використовувались.

Стаття надійшла до редакції / Received: 04.06.2026
Статтю прийнято до публікації / Accepted: 17.06.2026
Оприлюднено / Published: 30.07.2026