

DOI: <http://doi.org/10.32750/2023-0103>

УДК 37+004

JEL classification: I20, I29, O32

Шепельський Владислав Ігорович

магістр Київського університету імені Бориса Грінченка,
Київ, Україна
e-mail: vishepelskyi.fitu21@kubg.edu.ua

Краус Катерина Миколаївна

кандидат економічних наук, доцент,
Київський університет імені Бориса Грінченка,
Київ, Україна
ORCID ID: 0000-0003-4910-8330
e-mail: k.kraus@kubg.edu.ua

Краус Наталія Миколаївна

доктор економічних наук, професор,
Київський університет імені Бориса Грінченка,
Київ, Україна
ORCID ID: 0000-0001-8610-3980
e-mail: n.kraus@kubg.edu.ua

УПРАВЛІННЯ ЦИФРОВИМ ОСВІТНІМ СЕРЕДОВИЩЕМ ЗАКЛАДІВ ОСВІТИ

Анотація. У статті узагальнено передумови цифрової трансформації сфери освіти загалом та закладів освіти, зокрема. Розглянуто успішні іноземні практики інших країн, де комерційні суб'єкти господарювання працюють над розробкою цифрових технологій не лише для бізнесу, але й для освіти. На прикладі закладів освіти США досліджено перехід від “паперового” освітнього середовища до “цифрового”. Проаналізовано наявну в Україні концепцію цифрової освіти, у якій “цифровий заклад освіти” включає декілька важливих компонентів: зміст навчальних програм, інформаційні платформи, цифрова інфраструктура, система підготовки та перепідготовки педагогів.

Беручи до уваги сучасний рівень розвитку науки і техніки у світі, та Україні в тому числі, а також процеси цифровізації різних сфер і галузей країни, освоєння та використання новітніх цифрових технологій в освіті розглядається за трьома можливими сценаріями: консервативним розвитком закладу освіти, ерозією закладу освіти та трансформацією закладу освіти. Вибір одного із можливих варіантів залежить від фінансового та матеріально-технічного забезпечення закладу освіти, готовності та здатності керівників і педагогів змінюватися й адаптуватися до нових реалій, рівня підтримки та сприяння державних інституцій у цифровій трансформації закладу.

Автори акцентують увагу на різноманітності сучасних цифрових технологій, що мають свою цінність для цифрової трансформації закладів освіти, серед них: віртуальна реальність, доповнена реальність, змішана реальність, блокчейн технологія. Всі вони орієнтовані на посилення наочності матеріалу, що освоюється здобувачами освіти, підвищення рівня прозорості в оцінюванні знань, швидкій обробці великого масиву даних задля пошуку оптимального варіанту дій. Як і в інших сферах суспільного життя, має місце сьогодні в освітньому процесі застосування штучного інтелекту та технології чат-ботів, що орієнтовані не лише на полегшення викладання навчального матеріалу чи освоєння нової інформації, але й, разом з тим, на зростання якості та прозорості освітнього процесу, оцінювання емоційного стану всіх його учасників.

Ключові слова: цифрова трансформація, цифрові технології, цифрове середовище, заклад освіти.

ВСТУП

Нині процес цифровізації відбувається повсюдно, в усіх сферах суспільного життя, й освіта не є винятком. Цифрова трансформація передбачає широке впровадження цифрових технологій у різні сфери життя – промисловість, економіку, освіту, культуру,

медицину, логістику тощо. Головне завдання цього процесу полягає в автоматизації процесів, що пов'язані із повсякденним життям людей, а мета – зробити життя комфортнішим і безпечнішим, підвищити продуктивність як фізичної, так і інтелектуальної праці.

Як і будь-яке досягнення цивілізації, цифровізація має певні переваги та недоліки. Немає сумніву, що підвищення продуктивності праці в економіці, створення кращих та дешевших продуктів, вища ефективність управління виробництвом й економікою в цілому, шляхом прийняття обґрунтованих рішень, що засновані на аналізі великої кількості даних – мрія людства і початок формування Суспільства 5.0. Проте, потреба швидкої адаптації до нових професій, зміна стереотипів, пристосування вимог до можливостей та вмій працівників, а також безробіття, відносяться до негативних наслідків цифрової трансформації сфер і галузей економіки. Одна з найскладніших ситуацій, пов'язаних із цифровізацією, у системі освіти. З одного боку, викладання є досить формалізованою діяльністю (викладачі роками відпрацьовують зміст, методики і методи навчання), з іншого боку, сама система освіти є вкрай консервативною, оскільки будь-яка зміна має пройти серйозну перевірку та підтвердити ефективність у порівнянні з попередніми засобами, методами, технологіями. І для процесу впровадження цих змін потрібно багато часу, що вимірюється роками. Сьогодні світ змінюється надзвичайно швидко, а освіта просто не встигає за цими змінами.

Постановка проблеми. Цифровізація освіти – тренд XXI століття, вимога, яка дозволяє будувати індивідуальну траєкторію кожного закладу освіти й учасника освітнього процесу, підвищувати результативність навчання, розбудовувати цифрові компетентності учасників освітнього процесу. Сутність цифрової трансформації освіти полягає в досягненні необхідних освітніх результатів та персоналізації освітнього процесу на основі використання цифрового освітнього середовища [8].

Сучасні цифрові технології допомагають використовувати нові практики навчання, які раніше не могли посісти гідне місце в масовій освіті через складності їх реалізації за традиційними технологіями. Подібна робота ведеться в багатьох розвинених країнах в рамках масштабних державних програм, в т.ч. й Україні. Хоч не завжди її називають “цифровою трансформацією”, вона є радикальною за своєю суттю і пов'язана зі зміною організації освітнього процесу. За останні півстоліття цифрові технології зазнали якісної трансформації, вони вийшли з лабораторії та стали щоденним інструментом, доступним для масового навчання, а їх потенціал для вдосконалення освітнього процесу значно виріс. Саме тому, необхідність дослідження історичних та сучасних векторів цифрової трансформації закладів освіти і напрацювання на їх основі засад формування й розвитку цифрового освітнього середовища є вкрай актуальним сьогодні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Окремі аспекти цифрової трансформації освіти вже знайшли місце в дослідженнях та працях українських науковців та практиків. Так, сучасний науковий дискурс управління цифровою трансформацією сфери освіти представлений у роботі О. Подденежного [14], де наряду з представленими досягненнями успішних компаній світу у сфері цифровізації виокремлено шляхи оптимізації й удосконалення освітнього процесу на основі цифрових технологій. Цікавими з наукової та практичної точки зору є результати досліджень О. Барни та О. Кузьмінської [1], О. Гуменної [5], які допомагають з'ясувати готовність сучасного закладу освіти до цифровізації і характеризують найбільш прийнятні для цього цифрові комунікації. Цінними в даному контексті є також напрацювання науковців К. Краус [8; 10], Н. Краус [20; 21], В. Осецького [22], О. Марченка [9; 11], адже вони розкривають цифрові градієнти становлення Освіти 5.0, окреслюють орієнтири майбутнього освітнього процесу на основі використання цифрових технологій, а також

дають уявлення щодо цифрових процесів майбутнього, спеціалістів для яких готують вже сьогодні. Однак, питання формування цифрового освітнього середовища, підготовки цифрового робочого місця учасників освітнього процесу та використання цифрових технологій у викладанні педагогами і самостійному набутті знань здобувачами освіти, все ще потребує обґрунтування та узагальнення.

Мета статті полягає у дослідженні іноземного досвіду цифровізації закладів освіти; напрацюванні дієвих інструментів та способів цифрової трансформації закладів освіти України; узагальненні переваг від використання передових цифрових технологій в освітньому процесі.

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення поставленої мети використано такі методи дослідження: аналізу та синтезу (для з'ясування сутності цифрової трансформації закладу освіти), порівняльного аналізу (для виявлення переваг від цифровізації закладів освіти в Україні і за кордоном), контент-аналізу (для систематизації наукових поглядів на процес цифрової трансформації закладу освіти), дедукції та індукції (для окреслення перспектив впровадження новітніх цифрових інструментів й технологій в освітнє середовище), історичного та логічного (для дослідження історичних і сучасних векторів цифрової трансформації закладу освіти), узагальнення (для розробки рекомендацій зі створення цифрового освітнього середовища).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Згідно з міжнародним дослідженням PISA, рівень ІТ-обладнання закладів освіти слабо пов'язаний з успішністю освітньої роботи. Використання цифрових технологій в освіті веде до підвищення успішності учнів лише в деяких контекстах. Цей висновок узгоджується з висновками Міжнародного дослідження освітніх інновацій (ITL), що проводилось у кількох країнах, і показало, що цифрові технології є хорошим інструментом для підтримки нових й ефективних методів освітньої роботи.

Для успішного навчання навичкам XXI століття, здобувачі освіти повинні використовувати аналогічні технології для виконання їх навчальної роботи та демонстрація її результатів – написання есе, творчих проєктів, підготовки презентацій, розробки веб-сайтів, технологічних пристроїв, а для цього педагоги мають використовувати цифрові технології на вищих рівнях моделі SAMR (The Substitution Augmentation Modification Redefinition) [19].

На практиці ефективні моделі освітньої роботи, де цифрові технології широко використовуються – обмежені, адже їх важко ввести в повсякденну роботу закладів освіти через жорсткість чинних нормативних документів, які підтримують організацію навчання. Інноваційні моделі навчання, які використовують цифрові освітні ресурси, засоби, сервіси та інструменти взаємодії у системі “здобувачі освіти – освітнє інформаційне середовище – педагоги” залишаються незатребуваними [10]. Щоб виправити ситуацію, необхідно розширити поточну модель навчання, що стає можливим з розвитком технологій дистанційної освіти, цифрових засобів навчальної роботи та освітніх Інтернет-сервісів. Головне, що сьогодні відбувається в процесі цифрової трансформації освіти полягає не у створенні комп'ютерних курсів і підключення до Інтернету, а в навчанні та розповсюдженні нових моделей роботи освітніх організацій. У їх основі лежить синтез:

- ефективних викладацьких практик, що мають успіх застосування в цифровому освітньому середовищі;
- постійний професійний розвиток педагогів;

- нові цифрові засоби, джерела інформації і сервіси;
- організаційні та інфраструктурні умови для здійснення необхідних змін (зокрема підтримка закладу освіти, його керівника та засновників батьками, формування відповідної атмосфери в колективі, підтримка педагогів, коли вони опановують нові ролі та методи роботи) [23].

В США кілька років тому в рамках програми President's Race to Top півтора десятка шкільних округів отримали більше 350 млн. доларів США для покращення продуктивності завдяки опануванню персоналізованої та орієнтованої на результат організації освітнього процесу з використанням потенціалу цифрових технологій. Ця робота супроводжувалася навчальною роботою – дослідження, які дозволили оцінити отримані результати. Проект виявився досить успішним. У результаті накопичився практичний досвід цифрової трансформації закладів освіти і були виявлені можливі проблеми. З'явилися демонстраційні майданчики, де освітяни можуть ознайомитися з прогресом у цьому напрямку роботи та оцінити її результати, знайти відповіді на свої запитання. Інформаційні системи та цифрові платформи, які допомагають досягнути персоналізації навчання були розроблені і перевірені на практиці.

Ринок цифрових матеріалів й інструментів для навчання зріс, покращилася їх якість і практична цінність. З'явилися методичні рекомендації та розширилась мережа центрів, готових надавати організаційно-методичну підтримку в плануванні та проведенні таких робіт. Все це створило умови для широкого поширення в країні персоналізованої організації освітнього процесу.

Організаційну підтримку цифрової трансформації освіти в США започаткував Alliance for Excellent Education (Альянс за чудову освіту) і Департамент освіти США за підтримки понад 50 інших організацій, що зробило цифрову трансформація та персоналізацію навчання одним із трендів розвитку освіти в країні (Програми державного лідерства). Провідні технологічні компанії роблять свій внесок у цифрову трансформацію освіти. Засновник Microsoft Білл Гейтс, засновник Facebook Марк Цукерберг та генеральний директор Netflix Рід Гастінгс, неодноразово закликали до розповсюдження нових підходів до навчання, а їх фонди виділяли значні кошти на підтримку таких проектів. Прикладом є проект Summit Learning, який підтримала компанія Facebook [26], в рамках якого наразі кілька сотень американських державних закладів освіти вже мають можливість відчувати перехід на персоналізований підхід до навчання. Фахівці Facebook допомогли розробити портал для персоналізованого навчання (PLP), які використовують ці заклади освіти.

В європейських країнах персоналізоване навчання теж добре освоєно “новаторами” [18], і провідні експерти переконані, що йому належить майбутнє. Проте його узагальнення тільки починається. Європейська комісія зіграла ключову роль у запуску пробної версії, підтримуючи заклади освіти у використанні цифрових технологій, які пропонують багато можливостей для вдосконалення освіти, але інтегрувати їх у освітній процес далеко не просто. Саме по собі оснащення закладу освіти цифровими технологіями не призводить до значного підвищення результатів. Новий інструмент SELFIE допомагає педагогам бачити наскільки вдосконаленню освітньої роботи сприяє модифікація організації освітнього процесу, яка базується на цифровій трансформації.

В Україні практично вивчаються можливості персоналізованої та продуктивної організації освітнього процесу, проте здійснюються поки що лише окремими групами ентузіастів. Наявні роботи мають унікальний характер і ґрунтуються на прагненні окремих педагогів підвищити ефективність навчальної роботи. Досвід показує, що це тривалий і трудомісткий процес, адже щоб досягти успіху, потрібне розвинуте цифрове середовище, готовий до змін педагогічний колектив, зацікавленість здобувачів освіти, а

також підтримка батьків та місцевої громади [11]. Для того, щоб бути готовим до життя у цифровій економіці, кожен здобувач освіти повинен не лише накопичувати знання, розвивати свою здатність вчитися та опановувати інші навички XXI століття, а й отримувати задоволення від цієї важкої роботи. І тут традиційна організація освітнього процесу є недостатньою та має бути замінена на персоналізоване навчання, що створить сприятливі умови для формування і розвитку повноцінної діяльності здобувачів освіти, сприятиме максимальному використанню активів педагогіки.

Цифрове педагогічне середовище дає змогу ефективно організувати та контролювати педагогічну роботу кожного здобувача освіти [13]. Розширюється коло його можливих дій та відповідальність за їх виконання. Широкий вибір мультимедійних навчальних матеріалів, розроблених із врахуванням вимог навчального дизайну, значною мірою знімає з учителів відповідальність за “доставку навчального змісту”, що дозволяє зосередитися на освітній підтримці здобувачів освіти, організаційно-педагогічній та виховній роботах.

Протягом десятиліть ми були свідками переходу від “паперового” освітнього середовища до “цифрового” освітнього середовища. Цей процес пройшов кілька етапів розвитку. Після комп’ютеризації та інформатизації освіти настав час її цифрової трансформації, яка допомагає подолати нерівність, цифровий розрив. Цифрові технології швидко покращуються, стають дешевшими і масовими, проте цей процес відбувається нерівномірно. Створюється розрив між тими, хто має доступ до цифрових технологій, і тими, хто не має [27].

Завдяки державній підтримці заклади освіти України в ході реалізації пріоритетного національного проєкту “ІТ-Освіта”, були оснащені комп’ютерами. Згодом Україна стала одним з лідерів за оснащеністю сфери освіти цифровими пристроями. На початку 2022 року лише 12 шкіл не мали Інтернету. Проте, швидкісне оптичне з’єднання, за допомогою якого можна користуватися відеозв’язком, мали лише 8 580 шкіл, тобто близько 61% [2].

Однак, цифрове оснащення закладів освіти не завжди повноцінно використовується в навчальних цілях. Кількість персональних комп’ютерів, що у 2021 році використовувалася українськими середніми закладами освіти в освітньому процесі, становить 231 713 одиниць [3]. За кордоном ситуація дещо інша. Згідно з опитуванням у США, понад 95% педагогів використовують у своїй роботі цифрові технології [17], при цьому, близько 60% демонструють відеоматеріали з різних джерел (переважно YouTube). Майже 54% педагогів використовують такі цифрові інструменти, як Microsoft Office і Google G Suite for Education, близько 13% – веб-сайти та програми, які дозволяють створювати та ділитися вмістом або використовувати соціальні мережі. Це пов’язано, з тим, що майже всі заклади освіти мають швидкісний доступ (не менше 100 Мбіт/с) до мережі Інтернет.

За останні десять років доступ здобувачів освіти до Інтернету змінився в усьому світі. Згідно з дослідженням PISA, якщо у 2012 році він був доступний приблизно для третини здобувачів освіти, то сьогодні це вже понад 97%. За цим показником Україна виходить на рівень інших розвинених країн. Українські здобувачі освіти також інтенсивно користуються Інтернетом. Між 2015 і 2018 роками вони щодня проводили в Інтернеті в середньому від 130 до 180 хвилин в день. За цим показником українські здобувачі освіти були в групі з представниками Угорщини, Нідерландів та Нової Зеландії (рис. 1).

За законами діалектики все циклічно. Це поширюється і на використання цифрових технологій в освіті. Якщо спочатку, мрією було за допомогою ІКТ підвищити ефективність освіти, то на наступному етапі постає завдання вдосконалення інших

аспектів навчальної діяльності: наочність, контроль результатів навчання, ефективність організації праці тощо. Цифровізацію можна зрівняти із електрифікацією країни в ХХ столітті. Цифровізація – це не індустрія сама по собі, це спосіб життя, який є основою для розвитку системи державного управління, економіки, соціальної сфери та всього суспільства. Ключовим елементом впровадження цифровізації різних сфер життя є наявність кадрів, здатних успішно її розвивати.

Детально цю тенденцію описує О. Кендюхов, президент Асоціації сприяння глобалізації освіти та науки “SPACETIME”, доктор економічних наук, професор та В. Биков, директор Інституту інформаційних технологій і засобів навчання Національної академії педагогічних наук України, доктор технічних наук, професор, академік НАПНУ. Вони представили концепцію цифрової освіти, у якій “цифровий заклад освіти” включає:

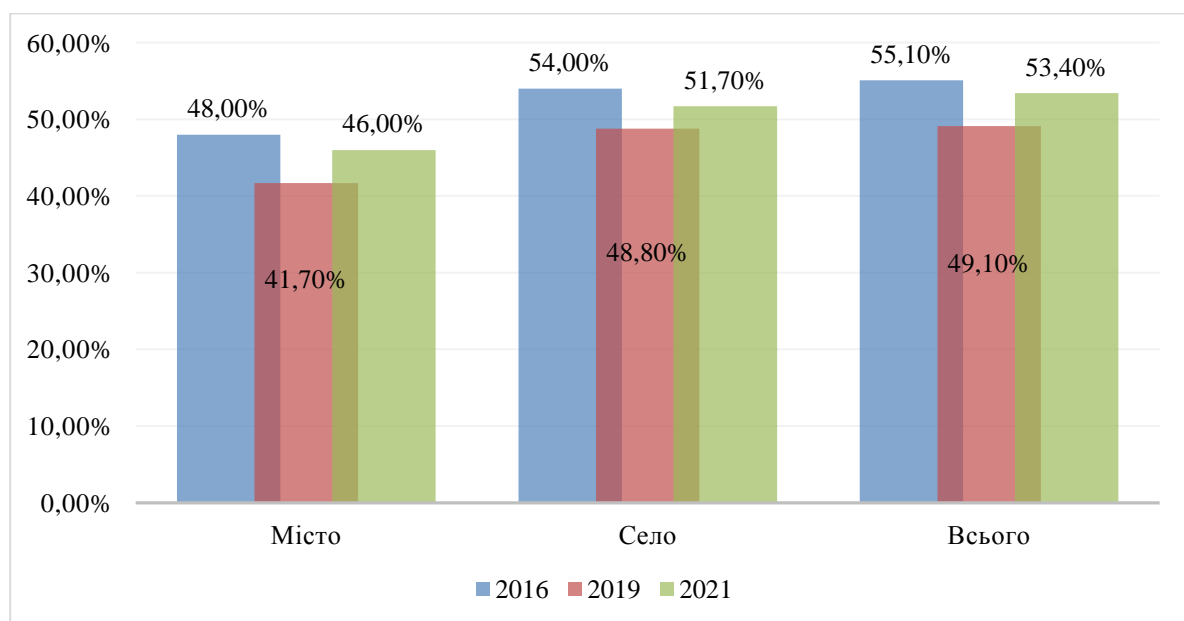


Рис. 1. Частка переносних комп'ютерів від загальної численності комп'ютерів закладів освіти у 2016-2021 рр. (побудовано авторами на основі джерела [7])

1. Переведення змісту навчальної програми – підручників, шкільних матеріалів – в електронну форму та створення онлайн-курсів, які дозволяють здобувати знання самостійно.

2. Створення платформи та інформаційного ресурсу “Всеукраїнська школа онлайн”, за допомогою якого здобувач освіти отримає безкоштовний доступ до електронного освітнього контенту.

3. Забезпечення закладу освіти інфраструктурою (комп'ютери, доступ до мережі Інтернет, інтерактивні панелі тощо), що дозволить всім учасникам освітнього процесу використовувати електронний освітній контент.

4. Перепідготовка педагогів для ефективного використання електронного освітнього контенту в освітньому процесі.

Зазначимо, що на думку О. Кендюхова, реалізація проекту “Цифрова школа” призведе до зміни традиційної ролі вчителя, “який стане куратором, керуючи дитиною відповідно до її вимог та пріоритетів, максимально індивідуалізуючи траєкторії навчання школярів” [4].

XXI століття – це століття цифрових технологій, а швидкий і перенасичений

інформацією світ змінює людину. Мешканці “цифрового світу” володіють “кліповим” мисленням, що допомагає їм оволодіти складними знаннями. “Цифрова освіта” адаптується до такого типу мислення. Але навчання через “цифру” має серйозні обмеження та недоліки, які помітні, в т.ч. за результатами впровадження електронного навчання в інших країнах [23]. Так, аналітики Wall Street Journal після вивчення результатів про роботу 400 “цифрових” віртуальних закладів освіти у США в 2020 році повідомляється, що 80% здобувачів освіти “цифрових” закладів мають погані результати успішності. Європейські дослідження в галузі освіти виявили, що інформація прочитана з паперової книги краще засвоюються та запам’ятовуються, ніж з електронної. Лікарі попереджають про шкоду впливу тривалої роботи за комп’ютером або планшетом на здоров’я дітей, особливо молодшого віку. На чому ж тоді ґрунтується впевненість у перевазі навчання шляхом “цифри”? [12].

Використання цифрових технологій протягом багатьох років впливало на розвиток системи освіти, допомагаючи вирішувати виклики, які перед нею постають. Є підстави вірити, що в наступні роки цей вплив лише зростатиме. Існує три групи сценаріїв, за якими цей вплив проявлятиметься:

- консервативний – характеризується збереженням існуючої усередненої моделі навчання і підтримується забюрократизованою системою управління освітою. Тут цифрові технології допомагають знайомити із рішеннями, посилити контроль за їх виконанням, забезпечити однаковість навчальних матеріалів та методичних рішень;

- ерозія закладу освіти – неефективність традиційних освітніх організацій усувається використання швидко зростаючих мережевих освітніх послуг. Цифрові технології дозволяють примножити можливості здобувати освіту поза закладом освіти. У цьому сценарії зростає роль додаткової освіти, що реалізується переважно з використанням цифрових технологій;

- трансформація закладу освіти, коли сам заклад стає культурним центром місцевих (та/або професійних) спільнот, місцем навчання впродовж життя. Тут цифрові технології дозволяють вийти за межі формалізму в навчанні, підтримати персоналізоване навчання.

Всі етапи розвитку національної системи освіти за останні десятиліття, які пов’язані з впровадженням і використанням цифрових технологій, належать до сценаріїв першої групи. В результаті, за останні кілька десятиліть в закладах освіти створена технологічна база і кадровий потенціал, що дозволяє рухатися далі. Тривале поширення високошвидкісного Інтернету, поява нового покоління технологій (засоби штучного інтелекту, віртуальна реальність, блокчейн) дає підстави вважати, що найближчим часом будуть інтенсивно реалізовуватися десятирічні сценарії другої групи, що може мати значний вплив на роботу освітньої системи України. Дослідники вважають, що є найбільш бажаним є сценарій третьої групи [7]. Він цілком природно може забезпечити сталий розвиток системи освіти за умов зміни, що відбуваються в суспільстві та в економіці, дозволяють мінімізувати соціальні ризики та найбільш успішно протистояти негативним тенденціям, які ми спостерігаємо в усьому світі.

Сенс цифрової трансформації – бути ефективною та гнучко застосовувати новітні технології для переходу до персоналізованого та орієнтованого на результат освітнього процесу. Що стосується України, то перед державою стоїть декілька завдань і суспільство має вирішити, яким шляхом піти для досягнення цієї мети:

1. Розвиток інфраструктури (будівництво дата-центрів, нові канали зв’язку та пристроїв для використання цифрових педагогічно-методичних супроводів).

2. Впровадження цифрових програм – створення, тестування та застосування навчальних матеріалів з використанням технологій машинного навчання, штучного інтелекту.

3. Розвиток електронного навчання (відмова від паперового носія інформації).
4. Розробка нових систем управління навчанням (програми адміністрування та контролю, які забезпечують рівний і вільний доступ до знань, гнучкість навчання).
5. Розробка універсальної системи ідентифікації здобувачів освіти.
6. Створення моделей закладу освіти, використання нових LMS, інструментів і пристроїв [22].
7. Підвищення кваліфікації педагогів у сфері використання цифрових технологій.

Цифрова трансформація освітнього середовища спирається на перспективні цифрові технології, які створюють нові можливості для вирішення освітніх задач. Технології постійно оновлюються, тож є великий вибір інструментів, які конкретному закладу освіти допоможуть вирішити певну проблему. Однією з таких технологій є використання віртуальної реальності у навчанні школярів. Перші експерименти у сфері побудови віртуальної реальності (VR) з використання цифрових технологій почалися в США. З того часу ідея віртуальної реальності не надто змінилася [22]:

комп'ютер формує зображення → система передає зображення органам чуття користувача системи VR → датчики, приєднані до користувача, збирають і передають до ПК інформацію про дії користувача → ПК використовує отриману інформацію для зміни VR, що формується ним і створеного образу, який надходить (передається) до органів чуття користувача.

Інший тип реальності – доповнена (AR), дозволяє втілювати в життя цікаві проекти (наприклад, збагачувати мультимедійний контент на екрані зображення смартфонів у звичайному паперовому посібнику). Одним із перспективних застосувань доповненої реальності є візуалізація великих збірок даних. Замість того, щоб шукати те, що потрібно, у традиційний спосіб через комп'ютерний інтерфейс, можна взаємодіяти з віртуальними об'єктами в контексті реального простору.

Технологія змішаної реальності (MR) безперервно сканує навколишній світ користувача, розпізнає об'єкти в ньому і будує тривимірну модель світу. Потім на об'єкти віртуального світу накладається інформація з реального світу. Технологія змішаної реальності об'єднує (змішує) інформацію реального світу з інформацією віртуальної реальності, що відкриває перед користувачами нові можливості [9].

Корпорація Microsoft однією з перших випустила гарнітуру та засоби розробки для MR-систем і оголосила про запуск нової лінійки продуктів (Windows Mixed Reality and Holo Lens) для розробки та застосування додатків на основі змішаної реальності, які покликані “відкрити нову еру використання цифрових технологій у всіх сферах життя”. Розробка Microsoft дозволяє створювати і використовувати MR-додатки не тільки індивідуально, а також у групах і взаємодіяти з ними можуть усі учасники групи. Перший урок, підготовлений на цій технології, присвячений будові Землі. Технологія змішаної реальності є досить універсальною – віртуальна гарнітура (шлем) дає можливість проводити реалістичні відео-конференції й дозволяє учасникам відчувати справжню близькість. Такі “віртуальні зустрічі” можна використовувати для віртуальних подорожей, вивчення інших культур, вивчення іноземних мов тощо [25].

Окуляри віртуальної реальності дозволяють здобувачам освіти бути у наукових лабораторіях, спостерігати та проводити реалістичні віртуальні експерименти, взаємодіяти з макро- та мікрооб'єктами, подорожувати у світ математичних об'єктів. Якщо говорити про вивчення гуманітарних дисциплін, то є можливість відвідувати музеї та місця історичних подій, спілкуватися з віртуальними моделями історичних постатей, відтворювати події минулого. Моделі віртуальної реальності дають здобувачам освіти

змогу безпечно і без страху перед можливими помилками розвивати навички, які в реальних умовах мають обмеження (наявність обладнання, висока вартість праці, небезпека для оточуючих тощо).

Прикладом використання змішаної реальності є груповий розвиток Medivis, який створює навчальну платформу для візуалізації тіла людини в тривимірному просторі. Всі частини тіла представлені у вигляді тривимірних об'єктів в натуральну величину. Вони детально описані та розташовані по відношенню один до одного, як в живому організмі. Схожий проєкт очолює The Body VR, який запрошує користувачів подорожувати всередині людського тіла. З'явилася можливість "подорожувати" кровоносними судинами і зрозуміти, як клітини крові транспортують кисень по тілу. Створена віртуальна реальність – точна і детальна візуалізація анатомії людини, яка використовує високоякісну та реалістичну графіку, що дозволяє показати, як протікає захворювання і його лікування та вплив на організм людини. Ця система включає навчальні модулі, що використовують різні історії випадків, які краще допомагають зрозуміти вивчений матеріал.

Восени 2017 року розпочалося масове використання технології доповненої реальності, запущене корпорацією Google як частина їх сервісу для закладів освіти – новий сервіс Expedition, де використовується розроблена Google технологія, яка дозволяє відображати на екрані смартфона, що працює в режимі відеокамери, 3D рухомі моделі торнадо, виверження вулканів тощо. Здобувачі освіти можуть розглядати ці об'єкти з різних сторін, збільшувати та зменшувати масштаб, щоб краще зрозуміти досліджуване явище.

Інше досягнення віртуальної реальності – панорамне відео (відео-360), що зняте у тривимірному форматі. Віртуальні екскурсії стають невід'ємною частиною освіти, адже дозволяють кожному побачити на власні очі певні виробничі процеси, відвідати Місяць чи іншу космічний корабель. Тепер кожен може потрапити у важкодоступні місця планети, спостерігати геологічні утворення, порівнювати кліматичні пояси та життя людей у різних країнах [24].

Отже, перспективи використання технологій віртуальної реальності, або занурення, величезні. Вони вже вийшли за межі лабораторних стін, почалося їх масове поширення, зокрема в освіті.

Невід'ємною частиною освітнього процесу є підсумкове та проміжне оцінювання – іспити, кваліфікаційні роботи та інші навчальні заходи, під час яких здобувач освіти демонструє свої досягнення (знання, уміння, навички, кваліфікацію). Тут потрібен надійний і безпечний спосіб фіксації, зберігання та використання результатів. Заклади освіти та центри оцінювання, які проводять такі заходи, використовують спеціальні процедури та мають працівників, які готують екзаменаційні роботи та видають паперові сертифікати. У цифровому освітньому середовищі можна відмовитися від паперових документів та використовують технологію блокчейн [15].

Блокчейн – це розподілена цифрова книга, цифровий реєстр, технологія децентралізованої мережі зберігання даних, на основі запису синхронізованих цифрових транзакцій у вузлах комп'ютерної мережі, розкиданих по всьому світу. Блокчейн дозволяє будь-якій кількості учасників створювати безпечну мережу, у якій програми та інформацію майже неможливо підробити або знищити. Блокчейн можна охарактеризувати як розподілену базу даних, яка забезпечує незмінний і публічний (за потреби) запис цифрових транзакцій. Кожен блок містить серію транзакцій; кожна транзакція фіксується в часі отримання. Усі блоки включені в реєстр або блокчейн. Кожен блок засвідчується електронним підписом і підв'язаний до попереднього блоку в ланцюжку, і цей ланцюжок можна відстежити до самого першого блоку [6].

Технологія блокчейн розроблена спеціально для відкритої передачі прав і активів.

Тут користувачі можуть взаємодіяти без посередництва третіх сторін. Блокчейн можна успішно використовувати в освіті для створення цифрового гаманця для зберігання сертифікатів і дипломів, екзаменаційних та творчих робіт, результатів іспитів та навчальних досягнень (тексти виконаних контрольних робіт, відео з виступами кандидатів тощо) у формі цифрових записів в розподіленій базі даних. Блокчейн дозволяє переглянути збережені результати, всім, кому потрібно, захистити авторство, подавати заявки на винаходи та здобувати визнання. Значення цієї технології для освіти полягає в тому, що вона гарантує надійність і безпеку, а самі записи можуть містити різні типи даних. Так, блокчейн може зберігати інформацію про відомості іспитів, видані дипломи та сертифікати, відомості про те, хто і коли їх складав або видавав.

Використання технології блокчейн дозволяє зробити навчання більш відкритим та прозорим, розширити його масштаби. Впровадження блокчейн в освіту вже розпочалося. Наприклад, компанія Sony нещодавно розробила систему, яка використовує технологію блокчейн для вирішення проблем в освіті [21]. Ця система забезпечує взаємне використання інформації про навчальні досягнення та успішність учасників мережі відкритим і безпечним способом. Це інтегрує управління даними про результати навчання та їх копії для групи закладів освіти. Система авторизує доступ до інформації та надійно захищає її від несанкціонованого доступу. Система, розроблена Sony, побудована на базі IBM Blockchain, а доступ до неї здійснюється через IBM Cloud. Нині вже чимало закладів освіти використовують систему управління інформацією (IMS) для обліку здобувачів освіти, перевірки відвідуваності занять, планування уроків і роботи педагогів. При цьому, вони використовують системи управління навчанням (LMS), де розміщені навчальні матеріали та завдання, а також збираються дані про хід і результати виховної та навчальної роботи.

Хвиля якісних змін в освіті зростає в усьому світі, проте цифрова трансформація освіти в Україні просувається в основному через зовнішні фактори. Йдеться, перш за все, про цифровізацію економіки. Головною проблемою є відсутність чіткої динаміки розвитку розуміння шляхів оновлення системи освіти. Цифрові технології в освіті є основою, навколо якої формуються освітні інновації, відбувається якісне покращення результативності освітнього процесу. У розвинених країнах цифрові технології стають катализатором педагогічних змін, персоналізації навчання.

В Україні до недавнього часу використання цифрових технологій розглядалося у відриві від трансформації цілей, форм організації роботи. Автоматизація неефективних процесів лише збільшує їх неефективність. На жаль, акцент надається на технічне забезпечення освітнього процесу: комп'ютери, планшети, Інтернет. Використання ж цифрових технологій як ефективного інструменту підвищення ефективності навчання дещо відійшло на другий план. Вимушений перехід на дистанційне навчання це добре показав. Можливо після набутого досвіду фокус в Україні зміститься в бік зміни еволюції методів, форм організації й оцінки академічної роботи, на розвиток насичення ІКТ освітнього середовища.

Перспективним напрямом використання штучного інтелекту у навчанні може стати автоматизація роботи з довільними текстами. Технологія чат-ботів стрімко розвивається. Вже настав час, коли майже кожен освітній ресурс обробляє повідомлення природною мовою, але далі – оцінювання емоційного стану і розпізнавання того, що саме потрібно користувачеві. А для цього необхідні не тільки технологічні, а й методичні розробки. Нову перспективу для освіти відкриває поєднання методів штучного інтелекту та Інтернету речей (Internet of Things, IoT).

Українські розробники та педагоги намагаються не відставати від іноземних колег у використанні технологій штучного інтелекту в освіті. Особливих зусиль потребує

розвиток техносфери освіти, науково-методичні розробки, щоб технології штучного інтелекту дозволили та допомогли зробити якісний стрибок у розвитку освіти. З одного боку, впровадження технологій штучного інтелекту неможливе без розвитку техносфери освіти. Для формування інтелектуальних систем, обробки та аналізу великих даних потрібні високої потужності обчислювальна техніка та широкосмугові канали обміну інформацією. З іншого боку, потрібна мотивація, щоб загалом займатися цією сферою досліджень. Проте, не завжди вистачає фінансування на створення умов для впровадження штучного інтелекту в освіту.

Використання цифрових навчальних матеріалів та інструментів штучного інтелекту, поки що погано інтегрована в закладах освіти. Для цього потрібна індивідуальна підтримка організації освітнього процесу [20]. Раніше його потенціал був зменшений через використання паперових інформаційних технологій, а тепер цифрове освітнє середовище, цифрові навчальні матеріали та набір цифрових освітніх послуг, виконують свою роботу задля побудови персоналізованого навчання.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

У планах на майбутнє – впровадження в освітній процес технології віртуальної, доповненої та змішаної реальності, що зробить освіту цікавішою, адже говорити про закони фізики – це одне, а бачити досліди з атомами – зовсім інше. Цифрові освітні технології дозволяють переміщуватись у просторі та часі, а кожен здобувач освіти зможе на власні очі побачити природні чи біологічні процеси, особисто почути промову відомих історичних постатей. Актуальною є технологія блокчейну, яка є надійним і безпечним способом фіксації, зберігання та використання результатів навчання здобувачів освіти, а також дає змогу захищати авторство своїх робіт.

Отже, цифрова трансформація освіти – це вимога, яка дозволяє будувати індивідуальну траєкторію кожного закладу освіти й усіх учасників освітнього процесу. Цифрові технології, які використовуються у цьому процесі, дозволяють підвищувати результативність навчання та формувати цифрові компетентності учасників освітнього процесу. В освіті XXI століття цінується персоналізація освітнього процесу, і саме сучасні цифрові технології допомагають використовувати нові практики навчання, які раніше не мали місця в масовій освіті через складності їх реалізації за традиційними технологіями. Цифрові технології “вийшли” з лабораторії та стали звичним для всіх інструментом, доступним для масового навчання, а їх потенціал для вдосконалення освітнього процесу значно виріс.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Барна О.В., Кузьмінська О.Г. (2020). Визначення готовності закладу вищої освіти до цифрової трансформації. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи*: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Тернопіль, 30 квітня, 2020). 92–94. Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка. URL: <http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/15374> (дата звернення 23.03.2023).
2. Бондар М. (2022). Скільки шкіл в Україні мають швидкісний інтернет та користуються е-журналом: статистика. *24 Освіта*, від 23 лютого 2022. URL: https://24tv.ua/education/skilki-shkil-ukrayini-mayut-shvidkisniy-internet-koristuyutsya_n1874529 (дата звернення 22.03.2023).
3. В школах використовують 230 тисяч комп'ютерів (2021). *Osvita.ua*, від 22 березня 2021. URL: <https://osvita.ua/school/83730/> (дата звернення 22.03.2023).
4. Віртуальна реальність (2022). *Osvitoria*. URL: <https://osvitoria.media/opinions/virtualna-ta-dopovnena-realnist-yakoju-mozhe-butu-suchasna-osvita/> (дата звернення 13.06.2022).
5. Гуменна О.В., Гуменна А.А. (2020). Цифрові комунікації в корпоративній культурі закладів вищої освіти. *Маркетинг і цифрові технології*: збірник матеріалів IV Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Одеса, 24–25 вересня 2020). 34–35. Одеса: ТЕС. URL: <https://www.mdt-opu.com.ua/files/download/2020/sbornik-tezisov2020.pdf> (дата звернення 23.03.2023).

6. Донець Л.І. (2021). Інформаційні технології в освіті: психолого-педагогічні і методичні аспекти. Харків. 344 с.
7. Країна п'ятого покоління (2021). *Epravda*. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2021/11/2/679319> (дата звернення 12.06.2022).
8. Краус К.М., Краус Н.М., Іщенко І.С. (2023). *Освіта та суспільство: цифрова ідентифікація людини*: монографія. Київ: Аграр Медіа Груп. 208 с. URL: https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/44518/1/Kraus_Osvita_suspilstvo_2023.pdf (дата звернення 25.03.2023).
9. Краус К.М., Краус Н.М., Марченко О.В. (2022). Цифрові професії майбутнього: на які зміни чекати людському капіталу в умовах становлення соціального підприємництва? *Innovation and Sustainability*, 1. 53-64. URL: <https://ins.vntu.edu.ua/index.php/ins/article/view/30/38> (дата звернення 26.11.2022).
10. Краус Н.М., Краус К.М., Манжура О.В. (2020). Економічна професійна освіта покоління цифрових людей в умовах функціонування інноваційно-підприємницьких університетів. *БІЗНЕС ІНФОРМ*, 3. 182–191. URL: https://www.business-inform.net/article/?year=2020&abstract=2020_3_0_182_191 (дата звернення 07.06.2020).
11. Краус Н.М., Краус К.М., Марченко О.В. (2021). Особливості навчання здобувачів економічної освіти цифровому підприємництву в інноваційному університеті. *Ефективна економіка*, 1. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=8509> (дата звернення 31.01.2021).
12. Краус Н.М., Краус К.М., Марченко О.В. (2021). Цифрові градієнти як ключові атрибути становлення освіти 5.0 та Індустрії Х.0. *Економічний простір*, 165. 13-17. URL: https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2021-6_0-pages-50_58.pdf (дата звернення 13.03.2023).
13. Краус Н.М., Краус К.М., Андрусак Н.О. (2021). Навчання цифровому підприємництву: інноваційні техніки, технології, види та методики. *Ефективна економіка*, 2. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=8643> (дата звернення 04.03.2021).
14. Подденежний О.Г. (2021). Управління цифровою трансформацією освіти: сучасний науковий дискурс. *Наукові записки НаУКМА. Економічні науки*, Т. 6, Вип. 1. 105–110.
15. Різниця, переваги та недоліки: публічні та приватні блокчейни (2021). *Morioh*. URL: <https://morioh.com/p/4ff332efa3e4> (дата звернення 12.06.2022).
16. Системи управління навчанням (2019). *UK.Myservname*. URL: <https://uk.myservname.com/15-best-learning-management-systems> (дата звернення 02.07.2022).
17. Цифровізація української освіти (2021). *Vseosvita*. URL: <https://vseosvita.ua/news/tsyfrovizatsiia-ukrainskoi-osvity-iaki-zminy-ochikuiut-zahalnoosvitni-shkoly-5434.html> (дата звернення 01.07.2022).
18. Are schools making the most of digital technologies? (2017). *Education and Training News*. URL: https://ec.europa.eu/education/news/20171002-selfie-schools-making-mostdigital-technologies_en (дата звернення 03.06.2022).
19. Building Technology Infrastructure for Learning Guide (2017). *Washington, DC: U.S. Department of Education*. URL: <https://tech.ed.gov/files/2017/07/2017-Infrastructure-Guide.pdf> (дата звернення 01.08.2022).
20. Kraus K., Kraus N., Nikiforov P., Pochenchuk G., Babukh I. (2021). Information and Digital Development of Higher Education in the Conditions of Innovatization Economy of Ukraine. *WSEAS Transactions on Environment and Development*, Vol. 17, Art. #64. 659-671. URL: <https://wseas.com/journals/ead/2021/b305115-652.pdf> (дата звернення: 20.03.2023).
21. Kraus N., Osetskiy V., Kraus K. (2019). Digitalization of education in Ukraine on the basis of innovation and investment. Clausius Scientific Press. Journals Books Proceedings. *2nd International Conference on Contemporary Education and Economic Development (CEED 2019)*. Beijing, China, from 2019-10-26 to 2019-10-27 Dr. Ali Turkyilmaz, Fatih University, Turkey (Eds.). 17–22.
22. Kraus N.M., Kraus K.M., Osetskiy V.L. (2020). Place and role of marketing in innovative entrepreneurial university. *Modern approaches to knowledge management development: collective monograph*. Ljubljana, Slovenia: Ljubljana School of Business. 388–399.
23. Secrets of Ancient Egypt Shows the Potential of HoloLens. Tourism (2017). *HoloLens*. URL: <https://hololens.reality.news/news/have-youseen-this-secrets-ancient-egypt-shows-potentialhololens-tourism-0175604/> (дата звернення 04.08.2022).
24. Sony Develops System for Authentication, Sharing, and Rights Management Using Blockchain Technology (2021). *Sonyged*. URL: <https://www.sonyged.com/2017/08/10/news/press-blockchain/> (дата звернення 12.06.2022).
25. The blockchain for education: An introduction (2016). *Hackeducation*. URL: <http://hackeducation.com/2016/04/07/blockchain-education-guide> (дата звернення 13.06.2022).
26. The Summit Learning Program Explanation (2017). *EdinnovationLab*. URL: <https://www.edinnovationlab.com/how-it-works> (дата звернення 07.08.2022).
27. Vega V. (2019). The Common Sense Census: Inside the 21st-century Classroom. *Common Sense*

Media. URL: <https://www.common sense media.org/research/the-common-sense-census-inside-the-21st-century-classroom-2019> (дата звернення 04.04.2022).

Vladyslav I. Shepelskyi

Master of Borys Grinchenko Kyiv University,
Kyiv, Ukraine
e-mail: vishepelskyi.fitu21@kubg.edu.ua

Kateryna M. Kraus

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor
Borys Grinchenko Kyiv University,
Kyiv, Ukraine
ORCID ID: 0000-0003-4910-8330
e-mail: k.kraus@kubg.edu.ua

Nataliia M. Kraus

Doctor of Economics Sciences, Professor, Professor
Borys Grinchenko Kyiv University,
Kyiv, Ukraine
ORCID ID: 0000-0001-8610-3980
e-mail: n.kraus@kubg.edu.ua

MANAGEMENT OF THE DIGITAL EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF EDUCATIONAL INSTITUTIONS

Abstract. The article summarizes the prerequisites of the digital transformation of the sphere of education in general and educational institutions, in particular. Successful foreign practices of other countries, where commercial entities work on the development of digital technologies not only for business, but also for education, are considered. The transition from a “paper” educational environment to a “digital” one was studied on the example of US educational institutions. The concept of digital education available in Ukraine was analyzed, in which the “digital institution of education” includes several important components: the content of educational programs, information platforms, digital infrastructure, a system of training and retraining of teachers. Taking into account the current level of development of science and technology in the world, including in Ukraine, as well as the processes of digitization of various spheres and industries of the country, the development and use of the latest digital technologies in education is considered according to three possible scenarios: conservative development of the educational institution, erosion of the educational institution and transformation of the educational institution. The choice of one of the possible options depends on the financial and logistical support of the educational institution, the readiness and ability of managers and teachers to change and adapt to new realities, the level of support and assistance of state institutions in the digital transformation of the institution.

The authors emphasize the variety of modern digital technologies that have their value for the digital transformation of educational institutions, among them: virtual reality, augmented reality, mixed reality, blockchain technology. All of them are aimed at increasing the visibility of the material mastered by students, increasing the level of transparency in the assessment of knowledge, fast processing of a large array of data in order to find the optimal course of action. As in other spheres of social life, artificial intelligence and chatbot technology are being used in the educational process today, which are aimed not only at facilitating the teaching of educational material or mastering new information, but also at the same time at increasing the quality and transparency of educational process, evaluation of the emotional state of all its participants.

Keywords: digital transformation, digital technologies, digital environment, educational institution.

REFERENCES

1. Barna, O.V., Kuzminska, O.G. (2020), “Determining the readiness of a higher education institution for digital transformation”. Materials of the 4th International science and practice Internet conferences “Modern information technologies and innovative teaching methods: experience, trends, perspectives”. Ternopil, April 30, 2020, 92–94. Ternopil: TNPU named after V. Hnatyuk, available at: <http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/15374> (assessed 23 March 2023). (in Ukrainian)
2. Bondar, M. (2022), “How many schools in Ukraine have high-speed Internet and use an e-journal: statistics”, 24 Education, from February 23 2022, available at: https://24tv.ua/education/skilki-shkil-ukrayini-mayut-shvidkisniy-internet-koristuyutsya_n1874529 (assessed 22 March 2023). (in Ukrainian)
3. “230,000 computers are used in schools” (2021), Osvita.ua, from March 22 2021, available at: <https://osvita.ua/school/83730/> (assessed 22 March 2023). (in Ukrainian)

4. "Virtual reality" (2022), Osvitoria, available at: <https://osvitoria.media/opinions/virtualna-ta-dopovnena-realnist-yakoyu-mozhe-but-y-suchasna-osvita/> (assessed 13 June 2022). (in Ukrainian)
5. Humenna, O.V., Humenna, A.A. (2020), "Digital communications in the corporate culture of higher education institutions". Collection of materials IV international science and practice conferences "Marketing and digital technologies". Odesa, September 24-25 2020, 34–35. Odesa: TPP, available at: <https://www.mdt-opu.com.ua/files/download/2020/sbornik-tezysov2020.pdf> (assessed 23 March 2023). (in Ukrainian)
6. Donets, L.I. (2021), "Information technologies in education: psychological-pedagogical and methodical aspects". Kharkiv. 344 p. (in Ukrainian)
7. "The country of the fifth generation" (2021), Epravda, available at: <https://www.epravda.com.ua/publications/2021/11/2/679319> (assessed 12 June 2022). (in Ukrainian)
8. Kraus, K.M., Kraus, N.M., Ishchenko, I.S. (2023), "Education and society: digital human identification": monograph. Kyiv: Agrar Media Group. 208 p., available at: https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/44518/1/Kraus_Osvita_sypilstvo_2023.pdf (assessed 25 March 2023). (in Ukrainian)
9. Kraus, K.M., Kraus, N.M., Marchenko, O.V. (2022), "Digital professions of the future: what changes can human capital expect in the conditions of the formation of social entrepreneurship?", *Innovation and Sustainability*, no. 1, 53-64, available at: <https://ins.vntu.edu.ua/index.php/ins/article/view/30/38> (assessed 26 November 2022). (in Ukrainian)
10. Kraus, K.M., Kraus, N.M., Manzhura O.V. (2020), "Economic professional education of the generation of digital people in the conditions of the functioning of innovative and entrepreneurial universities", *BUSINESS INFORMATION*, no. 3, 182–191, available at: https://www.business-inform.net/article/?year=2020&abstract=2020_3_0_182_191 (assessed 07 June 2020). (in Ukrainian)
11. Kraus, K.M., Kraus, N.M., Marchenko, O.V. (2021), "Peculiarities of training students of economic education in digital entrepreneurship at an innovative university", *Efficient economy*, no. 1, available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8509> (assessed 31 January 2021). (in Ukrainian)
12. Kraus, N.M., Kraus, K.M., Marchenko, O.V. (2021), "Digital gradients as key attributes of the formation of education 5.0 and Industry X.0", *Economic space*, no. 165, 13-17, available at: https://www.business-inform.net/export_pdf/business-inform-2021-6_0-pages-50_58.pdf (assessed 13 March 2023). (in Ukrainian)
13. Kraus, N.M., Kraus, K.M., Andrusiak, N.O. (2021), "Teaching digital entrepreneurship: innovative techniques, technologies, types and methods", *Efficient economy*, no. 2, available at: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=8643> (assessed 04 March 2021). (in Ukrainian)
14. Poddeneznyi, O.H. (2021), "Management of the digital transformation of education: modern scientific discourse", *Scientific notes of NaUKMA. Economic sciences*, Tom 6, vol. 1, 105–110. (in Ukrainian)
15. "Difference, Advantages and Disadvantages: Public and Private Blockchains" (2021), *Morioh*, available at: <https://morioh.com/p/4ff332efa3e4> (assessed 12 June 2022). (in Ukrainian)
16. "Learning management systems" (2019), *UK.Myservname*, available at: <https://uk.myservname.com/15-best-learning-management-systems> (assessed 02 July 2022). (in Ukrainian)
17. "Digitization of Ukrainian education" (2021), *Vseosvita*, available at: <https://vseosvita.ua/news/tsyfrovizatsiia-ukrainskoi-osvity-iaki-zminy-ochikuiut-zahalnoosvitni-shkoly-5434.html> (assessed 01 July 2022). (in Ukrainian)
18. "Are schools making the most of digital technologies?" (2017), *Education and Training News*, available at: https://ec.europa.eu/education/news/20171002-selfie-schools-making-mostdigital-technologies_en (assessed 03 July 2022). (in English)
19. "Building Technology Infrastructure for Learning Guide" (2017), Washington, DC: U.S. Department of Education, available at: <https://tech.ed.gov/files/2017/07/2017-Infrastructure-Guide.pdf> (assessed 01 August 2022). (in English)
20. Kraus, K., Kraus, N., Nikiforov, P., Pochenchuk, G., Babukh, I. (2021), "Information and Digital Development of Higher Education in the Conditions of Innovatization Economy of Ukraine", *WSEAS Transactions on Environment and Development*, Vol. 17, Art. #64, 659-671, available at: <https://wseas.com/journals/ead/2021/b305115-652.pdf> (assessed 20 March 2023). (in English)
21. Kraus, N., Osetskyi, V., Kraus, K. (2019), "Digitalization of education in Ukraine on the basis of innovation and investment. *Clausius Scientific Press. Journals Books Proceedings*", 2nd International Conference on Contemporary Education and Economic Development (CEED 2019). Beijing, China, from 2019-10-26 to 2019-10-27 Dr. Ali Turkyilmaz, Fatih University, Turkey (Eds.). 17–22. (in English)
22. Kraus, N.M., Kraus, K.M., Osetskyi, V.L. (2020), "Place and role of marketing in innovative entrepreneurial university", *Modern approaches to knowledge management development: collective monograph*. Ljubljana, Slovenia: Ljubljana School of Business. 388–399. (in English)

23. “Secrets of Ancient Egypt Shows the Potential of HoloLens. Tourism” (2017), HoloLens, available at: <https://hololens.reality.news/news/have-youseen-this-secrets-ancient-egypt-shows-potentialhololens-tourism-0175604/> (assessed 04 August 2022). (in English)

24. “Sony Develops System for Authentication, Sharing, and Rights Management Using Blockchain Technolog” (2021), Sonyged, available at: <https://www.sonyged.com/2017/08/10/news/press-blockchain/> (assessed 12 June 2022). (in English)

25. “The blockchain for education: An introduction” (2016), Hackeducation, available at: <http://hackeducation.com/2016/04/07/blockchain-education-guide> (assessed 13 June 2022). (in English)

26. “The Summit Learning Program Explanation” (2017), EdinnovationLab, available at: <https://www.edinnovationlab.com/how-it-works> (assessed 07 August 2022). (in English)

27. Vega, V. (2019), “The Common-Sense Census: Inside the 21st-century Classroom”, Common Sense Media, available at: <https://www.common sense media.org/research/the-common-sense-census-inside-the-21st-century-classroom-2019> (assessed 04 April 2022). (in English)



This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.