

Сороко Н. В.

кандидат педагогічних наук, провідний науковий співробітник Інституту цифровізації освіти НАПН України, Київ, Україна, nvsoroko@gmail.com
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9189-6564>

Шимон О. М.

молодший науковий співробітник Інституту цифровізації освіти НАПН України, Київ, Україна, olexander.shymon@iitlt.gov.ua
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7009-2682>

ГОТОВНІСТЬ УЧИТЕЛІВ ДО ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ У STEAM-ОРІЄНТОВАНОМУ ОСВІТНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ

Анотація. Готовність учителів до використання цифрових інструментів є ключовим фактором успішної інтеграції сучасних технологій у STEAM-освіту. В умовах цифрової трансформації освіти це забезпечує підготовку учнів до викликів сучасного світу, розвиток їхніх навичок критичного мислення, креативності та командної роботи. У статті розглядається готовність учителів до використання цифрових інструментів у STEAM-орієнтованому освітньому середовищі. Мета статті – визначити загальний рівень готовності вчителів до використання цифрових інструментів у STEAM-орієнтованому освітньому середовищі та надати пропозиції для підвищення готовності вчителів до використання нових цифрових інструментів для STEAM-освіти. З огляду на це проаналізовано ключові показники готовності вчителів інтегрувати сучасні технології в навчальний процес, а саме: цифрову грамотність, методичну підготовку, інноваційність, адаптивність і комунікативні навички. Розкрито особливості застосування VR/AR-інструментів, таких як Unity, Google Expeditions, ARCore/ARKit, Metaverse Studio та ін., у STEAM-проектах. Визначено бар'єри, що стримують упровадження цифрових технологій, включаючи обмеження фінансових ресурсів, технічну складність платформ і недостатню підготовку вчителів. Акцентовано на необхідності підвищення рівня цифрової компетентності вчителів за допомогою професійних тренінгів, воркшопів та розроблення методичних матеріалів. Надано рекомендації щодо подолання викликів, пов'язаних із упровадженням VR/AR-технологій, спрямовані на розвиток інноваційності й підвищення ефективності STEAM-освіти. Результати дослідження свідчать, що цифрові технології мають великий потенціал для поліпшення навчального процесу, але вимагають систематичної підтримки та адаптації в освітньому середовищі.

Ключові слова: підвищення кваліфікації вчителів, неперервна освіта, цифрові технології, STEAM-орієнтоване освітнє середовище, STEAM-проект, заклад загальної середньої освіти.

JEL classification: I21, I25.

DOI: 10.32987/2617-8532-2025-1-28-42.

Освітній процес суспільства знань XXI століття дедалі більше зосереджується на розвитку навичок, пов'язаних із наукою, технологіями,

інженерією, мистецтвом і математикою (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics, STEAM) [1]. Успішна реалізація STEAM-освіти по-

© Сороко Н. В., Шимон О. М., 2025

требує готовності вчителів до використання цифрових інструментів, які сприяють інтерактивності навчання, упровадженню міждисциплінарного підходу до викладання та мотивації учнів до оволодіння знаннями в галузях STEAM та ефективного застосування їх на практиці.

STEAM-освіта об'єднує зазначені навчальні предмети в практичні й інтеграційні проєкти, що сприяють розвитку в молоді критичного мислення, творчості та активізації командної роботи. Використання цифрових інструментів у STEAM-орієнтованому освітньому середовищі дає змогу збагатити навчальний досвід учнів через інтерактивний і доступний широкий аудиторії контент.

Мета статті – визначити загальний рівень готовності вчителів до використання цифрових інструментів у STEAM-орієнтованому освітньому середовищі та надати пропозиції для підвищення готовності вчителів до використання нових цифрових інструментів для STEAM-освіти.

В основі розвитку стратегій STEAM-освіти – ключові міжнародні документи, які сприяють оновленню й інтеграції інноваційних підходів в освіті, а саме:

- Освітня ініціатива STEM 2026 (STEM 2026 Vision) [2] – програма під егідою Міністерства освіти США, що підкреслює важливість інноваційного підходу до навчання та рекомендує інтеграцію досліджень, технічних навичок і технологій, які створюють умови для підготовки майбутніх фахівців.

- Освітні стандарти NGSS (Next Generation Science Standards) [3], що розроблені у США для підтримки міждисциплінарного навчання й ак-

центують на розвитку критичного мислення, дослідницьких навичок і експериментальної діяльності учнів.

- Цифровий компас 2030 – європейський шлях до цифрового десятиліття [4], прийнятий Європейською комісією у 2021 р. як частина стратегічного плану цифрової трансформації Європи, основною метою якого є досягнення цифрового суверенітету ЄС, що означає здатність контролювати та захищати свої цифрові ресурси, інфраструктуру й дані від залежності від зовнішніх постачальників.

Вказані документи наголошують на ролі інтегрованого навчання та необхідності залучення нових технологій для підтримки міждисциплінарного навчання й підготовки учнів до викликів сучасного суспільства, а також є орієнтиром для освітніх установ і політиків, допомагаючи вчителям розробляти ефективні навчальні плани, які відповідають вимогам сучасного суспільства та забезпечують молоді доступ до якісної STEAM-освіти.

У цьому контексті слід відзначити низку проєктів Horizon Europe щодо впровадження STEAM-освіти, а саме: STEM-ERA (STEM Education and Research Advancement, 2022), AI4STEM (Artificial Intelligence for STEM, 2022), Horizon Europe Women in STEM.

Зокрема, проєкт STEM-ERA [5] покликаний сприяти просуванню STEM-освіти та розвитку дослідницьких можливостей у цій сфері через співпрацю й інноваційні навчальні програми. Однією з основних цілей проєкту є стимулювання міждисциплінарної взаємодії для розв'язання глобальних проблем за участю країн ЄС, Південної

Африки, США та інших міжнародних партнерів. STEM-ERA також спрямовано на збільшення участі жінок і представників різних етнічних груп у STEM-дисциплінах, зокрема за допомогою конференцій, таких як конференція STEM-ERA 2022 р., проведена дистанційно для широкого міжнародного охоплення. Проєкт підтримує впровадження інноваційних інструментів, включаючи цифрові платформи, віртуальну й доповнену реальність, а також штучний інтелект. Ці технології допомагають створювати інтерактивні освітні середовища, які заохочують студентів до досліджень і наукових відкриттів.

Проєкт AI4STEM є ініціативою, що спрямована на інтеграцію штучного інтелекту в освітні програми STEM (наука, технології, інженерія та математика), зокрема ST(R)E(A)M (наука, технології, читання, інженерія, мистецтво й математика) [6]. Проєкт розрахований на три роки та розпочинається у 2024 р. Партнерство складається з 21 організації із 19 європейських країн (Австрії, Бельгії, Болгарії, Великої Британії, Греції, Данії, Естонії, Іспанії, Італії, Латвії, Литви, Нідерландів, Німеччини, Польщі, Португалії, Румунії, Словаччини, Угорщини, України). AI4STEM покликаний головним чином сприяти розвитку в студентів і викладачів навичок використання новітніх технологій, включаючи доцільне застосування в освітньому процесі штучного інтелекту, щоб підготувати їх до вимог сучасного ринку праці. Ініційований у 2022 р. у рамках програми Erasmus+, має на меті інтеграцію штучного інтелекту (AI) з додатками інтернету речей (IoT) для поліпшення STEM-освіти дітей віком від 8 до

16 років. Програма включає практичні проєкти, як-от «розумне» сільське господарство та автоматизовані системи для дому, що дає змогу учням ознайомитися з основними ідеями штучного інтелекту: сприйняттям, представленням і розумінням, навчанням, природною взаємодією та впливом на суспільство. Це допомагає учням краще зрозуміти, як можна використовувати AI на практиці й у повсякденному житті.

Для вчителів створено спеціальні ресурси, зокрема комплект AI4STEM IoT і посібник, що допомагають інтегрувати AI в навчальний процес. Також доступна онлайн-платформа AI4STEM Academy, яка надає ресурси, демонструє проєкти учнів і сприяє співпраці освітян, учнів та зацікавлених у сфері штучного інтелекту щодо підтримки STEM/STEAM-освіти. Цей проєкт повинен сприяти ранньому залученню дітей до AI, розвиваючи критичне мислення щодо його впливу на повсякденне життя й вибір ними майбутньої професії.

Проєкт Horizon Europe Women in STEM [7] є частиною програми ЄС Horizon Europe, спрямованої на подолання гендерної нерівності в галузях STEM. Створений у відповідь на постійні виклики, з якими стикаються жінки в цих дисциплінах, проєкт має на меті сприяти розвитку інклюзивного середовища для досліджень і освіти, збільшувати можливості для жінок у STEM-кар'єрах, підтримувати їх рівноправну участь та усувати системні бар'єри.

Основними напрямками цього проєкту є:

- підтримка наставництва та мережевих зв'язків: створення програм наставництва для поєднання молодих

жінок із досвідченими фахівчинями у STEM, що додає молодим упевненості, сприяє побудові професійних зв'язків і розвитку навичок, необхідних для кар'єрного зростання;

– сприяння політичним та структурним змінам: ініціювання політичних змін на рівні установ і уряду для підтримки гендерної рівності, наприклад забезпечення збалансованого представництва в наукових комісіях та справедливого доступу до наукових грантів;

– популяризація STEM-освіти серед дівчат: програми, що залучають дівчат до STEM-напрямків із раннього віку, сприяючи їхньому постійному інтересу до науки й технологій протягом усього освітнього шляху.

Ініціатива Horizon Europe Women in STEM акцентує як на освітніх програмах, так і на системних реформах, створюючи стійкий шлях для жінок у STEM, що в кінцевому підсумку збагачує дослідницький та інноваційний потенціал Європи.

Слід зауважити, що Єврокомісія пропонує міжнародні курси зі STEAM-освіти для вчителів різних рівнів – від початкової до старшої школи [8]. Основна мета курсів – допомогти вчителям зрозуміти важливість STEAM-освіти, підвищити ефективність їхньої педагогічної діяльності та поліпшити наукові проекти. Зокрема, на думку Єврокомісії, STEAM-освіта має відігравати важливу роль у пропонуванні рішень для подолання гендерних проблем, притаманних багатьом західним суспільствам, які пов'язані із залученням дівчат і жінок до наукової сфери, технологій та математики, включаючи соціокультурні, а також відповідає на очікування, наприклад відсутність

жіночих моделей для наслідування, відповідність навчальних програм, педагогічних моделей тощо. Крім того, включення мистецтва в навчальні програми з точних наук повинне сприяти творчості й економічному зростанню країни.

Готовність учителів до використання цифрових інструментів у STEAM-орієнтованому освітньому середовищі має визначатися відповідно до стратегічних міжнародних і вітчизняних документів, як-от:

– Рамка цифрових компетентностей для громадян (DigComp 2.2) – Європейська рамка, що описує основні компетенції, необхідні для ефективного використання цифрових технологій, та містить розділи щодо навичок роботи з інформацією, комунікації, створення цифрового контенту, безпеки й розв'язання проблем [9].

– Рамка цифрових компетентностей для освітян (DigCompEdu) – спеціально розроблений документ для вчителів, який містить критерії оцінки цифрових навичок в освітньому контексті [10] та оцінює здатність учителів використовувати цифрові інструменти для навчання, оцінювання й професійного розвитку.

– Концепція розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 05.08.2020 № 960-р, що визначає ключові напрями реформування освіти, такі як підвищення якості навчання, розвиток цифрових компетенцій учнів, інтеграція STEM-предметів і підтримка педагогів у впровадженні інноваційних методів навчання [11].

– Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова укра-

їнська школа» на період до 2029 року [12], пріоритетами якої є підвищення якості освіти, поліпшення підготовки й підтримки вчителів щодо впровадження інтерактивних та інклюзивних методів навчання, а також модернізації освітньої інфраструктури.

– Програма оцінювання цифрових навичок учнів та вчителів (OECD, PISA) – звіти про дослідження від ОЕСР, що містять інформацію про рівень цифрових компетентностей учителів та їх готовність до впровадження нових технологій [13].

– ISTE Standards for Educators – документ, який розроблений Міжнародним товариством з технологій в освіті (International Society for Technology in Education, ISTE) і містить стандарти, що описують ключові компетенції для викладачів у цифрову епоху; може бути корисним для визначення готовності вчителів до використання цифрових інструментів у навчальному процесі [14].

Готовність учителів до використання цифрових інструментів у STEAM-орієнтованому освітньому середовищі тісно пов'язана з місцем самих технологій у педагогічній діяльності та повсякденному житті вчителя. Визначення їх місця, з урахуванням як наявного потенціалу технологій, котрими користуються вчителі, так і рівня підготовленості останніх до використання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у педагогічній діяльності, є важливим завданням сучасної системи освіти.

Проблемі використання цифрових інструментів у STEAM-орієнтованому освітньому середовищі присвячено праці Л. Гриневич, Н. Морзе, В. Вембер, М. Бойко [15], Н. Шакур, О. Зівенко, І. Сальник [16], Ю. Матвійчук [17], С. Буш і К. Кук [18] та ін.

Питання щодо застосування вчителями ІКТ у педагогічній діяльності, зокрема для підтримки STEAM-освіти, досліджували О. Стойка [19], А. Самко [20], О. Овчарук [21], К. Томсон [22] та ін.

Л. Гриневич, Н. Морзе, В. Вембер, М. Бойко [15] зазначають, що цифрові інструменти сприяють інтеграції теоретичних знань із практичними навичками через моделювання, візуалізацію, експерименти та аналіз даних під час розвитку екосистеми STEM-освіти. Названі науковці наголошують: використання таких платформ, як PhET Interactive Simulations і Labster, дає можливість проводити експерименти в безпечному середовищі, що особливо актуально для шкіл з обмеженими ресурсами. Вони рекомендують освітній спільноті розробляти й упроваджувати програми навчання щодо розвитку в учителів цифрової компетентності. На їхню думку, застосування цифрових інструментів у STEAM-орієнтованому освітньому середовищі не лише модернізує навчальний процес, а й сприяє підготовці учнів до викликів сучасного цифрового суспільства.

Н. Шакур, О. Зівенко, І. Сальник [16] аналізують переваги інтерактивного навчання, описують його вплив на якість освітнього процесу, висвітлюють основні виклики, пов'язані з інтеграцією таких технологій у сучасну освіту. Дослідники виокремлюють такі інтерактивні технології в STEAM-навчанні, як доповнена й віртуальна реальність, робототехніка, інтерактивні друковані матеріали (3D-принтери та ін.). Вони звертають увагу на необхідність подолання най-

більшого бар'єра на шляху розвитку STEAM-освіти – браку в учителів часу на оволодіння відповідними методами та інтерактивними технологіями, що, на їхню думку, потребуватиме суттєвого коригування освітніх програм для підвищення кваліфікації вчителів.

Ю. Матвійчук [17], досліджуючи основні підходи до інтеграції цифрових технологій у процес викладання природничих і математичних дисциплін у рамках STEAM-освіти, зосереджує увагу на ролі вчителя як головного провідника інновацій у навчання учнів та підкреслює важливість використання цифрових інструментів для ефективного впровадження інтегрованого підходу.

С. Буш і К. Кук [18] також акцентують на важливості цифрових інструментів у процесі впровадження STEAM-освіти. Вони рекомендують використовувати технології як засіб зв'язку між різними дисциплінами. Наприклад, застосовувати програмне забезпечення для моделювання, розв'язання інженерних і наукових завдань (MATLAB, Tinkercad тощо). З метою моніторингу прогресу учнів науковці радять використовувати платформи для оцінювання, що дають змогу вчителям відстежувати, як учні працюють над завданнями (Edmodo, Classcraft, Kahoot! та ін.). Зокрема, вони рекомендують учителям обирати інструменти, які найкраще відповідають навчальним цілям і доступні в конкретному навчальному середовищі.

О. Стойка [19], виконуючи порівняльний аналіз тенденцій цифровізації підготовки вчителів у Польщі, Угорщині й Україні, виокремила такі специфічні особливості цієї пробле-

ми: розгалужена мережа онлайн-навчання для вчителів (Польща та Україна); сформована цифрова грамотність учителя як важлива умова його працевлаштування (Угорщина); цифрова грамотність як пріоритетна професійна характеристика вчителя (Україна); запровадження дистанційного навчання як одного зі стандартних способів навчання (Польща). При цьому дослідниця звертає увагу на спільні для цих країн шляхи розв'язання окреслених проблем, як-от: мотивація та стимулювання вчителів до оволодіння й активного застосування цифрових технологій у професійній діяльності; використання різноманітних освітніх технологій в організації освітнього процесу з обов'язковою умовою набуття цифрової компетентності; інформаційно-просвітницький напрям розв'язання проблеми цифровізації освіти через взаємодію педагогів, батьків, учнів із метою забезпечення онлайн-безпеки, кібергігієни та медіаграмотності.

А. Самко [20] також наголошує на необхідності розвитку цифрової компетентності вчителів для їх адаптації до сучасних освітніх викликів, таких як дистанційне навчання, інтерактивні методики та STEAM-орієнтована освіта. При цьому дослідниця слушно визначає цифрову компетентність як сукупність знань, навичок і вмінь, потрібних для ефективного використання цифрових технологій у професійній діяльності.

Слід звернути особливу увагу на дослідження О. Овчарук [21] щодо розвитку цифрової компетентності вчителів України в контексті навчання впродовж життя в умовах війни, яке проводилось у 2022 і 2023 рр. із

метою з'ясувати, з якими проблемами стикаються вчителі, та визначити основні стратегії й інструменти підтримки їхнього професійного розвитку. Дослідниця дійшла таких висновків:

- більшість учителів стикаються з труднощами у використанні складних цифрових інструментів через обмежений досвід і недостатнє навчання;

- значна частина опитаних учителів володіють базовими навичками роботи з такими платформами, як Google Classroom чи Zoom, але потребують поглибленого навчання для інтеграції цих інструментів у STEAM-проекти;

- учителі мають недостатній досвід роботи з віртуальною й доповненою реальністю, цифровими симуляціями та платформами для програмування, що є важливими для STEAM-освіти;

- на їхню думку, для ефективного застосування цифрових інструментів у педагогічній діяльності потрібно розробити відповідні методичні рекомендації.

О. Овчарук підкреслює, що попри серйозні виклики українські вчителі демонструють великий потенціал удосконалення своїх цифрових навичок. Основними потребами залишаються навчання, підтримка з боку держави й наявність необхідних ресурсів.

У свою чергу, К. Томсон [22] аналізує взаємозв'язок між рівнем незадоволення вчителів своєю професійною діяльністю та їхньою готовністю впроваджувати STEAM-освіту, зокрема за допомогою цифрових технологій, а також те, як емоційні й методичні виклики, з якими стикаються вчителі, впливають на їхнє

сприйняття інноваційних освітніх підходів. У дослідженні взяли участь 200 вчителів початкових і середніх шкіл США. Учасники повинні були оцінити свій рівень педагогічного незадоволення та готовність до впровадження STEAM-освіти. Опитані вчителі відзначили, що потребують відповідного обладнання та доступу до цифрових інструментів, їм бракує міждисциплінарної підготовки, практичного досвіду й методичних рекомендацій, що істотно гальмує розвиток STEAM-освіти.

З огляду на зазначене, для оцінювання готовності вчителів до використання цифрових інструментів у STEAM-орієнтованому освітньому середовищі пропонуємо звернути увагу на такі ключові показники:

- *цифрова компетентність*, тобто рівень володіння цифровими інструментами (використання програм і мультимедійного контенту, освітніх платформ, робота з даними та ін.);

- *методична підготовка*, а саме здатність інтегрувати STEAM-підхід у навчальний процес із використанням цифрових технологій (створення дидактичних матеріалів, візуалізація наочності тощо);

- *інноваційність*, тобто готовність упроваджувати нові цифрові технології та творчий підхід до розроблення STEAM-проектів;

- *адаптивність*, що охоплює здатність учителів швидко опанувати нові технології, адаптувати уроки відповідно до цифрових змін;

- *комунікативні навички*, тобто вміння взаємодіяти з учнями в цифровому середовищі, організовувати командну роботу;

- *ставлення до цифрових технологій*, а саме загальна зацікавленість

учителів і учнів у використанні електронних освітніх ресурсів для підвищення ефективності навчання та професійного розвитку.

Аналіз педагогічної практики вчителів ЄС, які брали участь у Міжнародному масовому онлайн-курсі European Schoolnet Academy «STEM Out of The Box: A STEM Approach to Non-STEM Subjects Rerun», що проходив з 26 лютого до 3 квітня 2024 р., дає нам можливість виокремити ІКТ, найпопулярніші для реалізації STEAM-проектів у закладах загальної середньої освіти, а саме: системи для керування навчанням (Learning Management System, LMS), як-от Moodle, Canvas, Blackboard, Google Classroom, Schoology; для забезпечення колективної роботи, наприклад Google Workspace, Microsoft Teams, Slack, Infinite Canvas, Padlet; для проведення оцінювання навчальної діяльності, зокрема Google Forms, Kahoot!, Edmodo, Socrative, Flipgrid, Quizizz, Mentimeter; для поширення інформації, наприклад YouTube, SoundCloud, Dropbox, Google Docs, Google Drive; для створення вчителем дидактичних матеріалів і учнями особистих продуктів як результатів навчальних проектів, зокрема ARTutor, Blippar, Metaverse Studio, CoSpaces Edu; для проведення учнями досліджень у природничих науках, як-от Інтерактивна періодична таблиця (<https://ptable.com/>), PhET Interactive Simulations (<https://phet.colorado.edu/>), Labster (<https://www.labster.com/simulations>), Google Earth (<https://earth.google.com/web/>), Human Anatomy VR (<https://www.meta.com/experiences/bodyworks/2768642366575010/>), Google Expeditions [23] тощо.

Особливої актуальності набувають імерсивні технології, які включають доповнену реальність (AR), віртуальну реальність (VR) і змішану реальність (MR).

За результатами опитування понад 1 400 учителів середніх шкіл у 50 штатах США, здійсненого у 2023 р. Асоціацією XR (XRA) і Міжнародним товариством технологій в освіті (ISTE), 77 % учителів сподіваються, що імерсивні технології, зокрема віртуальна й доповнена реальність, сприяють зацікавленості учнів у навчанні та поліпшують взаємодію учасників навчального процесу [24]. Досвід XRA був би корисним для учнів щодо навчання й проведення досліджень у таких галузях: науки про Землю (94 %), фізика та космічна наука (91 %), математика (89 %), англійська мова (86 %), світові мови (87 %), історія й суспільствознавство (90 %), соціальні науки (91 %), інформатика (91 %), образотворче та виконавське мистецтво (91 %), фізичне виховання (88 %), кар'єра й технічна освіта (91 %).

Протягом 2023–2024 рр. було проведено опитування вчителів щодо використання таких цифрових технологій, як віртуальна й доповнена реальність, для організації та виконання STEAM-проектів [25]. В опитуванні, здійсненому через Google Forms, узяли участь 387 учителів. Питання стосувалися таких проблем, як обізнаність учителів щодо цифрових інструментів та їх використання під час організації й реалізації STEAM-проектів (таблиця).

Згідно з опитуванням учителів (див. таблицю):

– Найбільше респондентів (36,8 %) не знайомі з інструментом Unity (VR),

Таблиця

Відповіді вчителів щодо використання цифрових технологій, як-от віртуальна й доповнена реальності, для організації та проведення STEAM-проектів, %

Технології VR та AR	Я не знаю цей інструмент	Я використовую цей інструмент	Я використовував цей інструмент при проведенні STEAM-проектів	Я знаю цей інструмент, але не використовую	Коментарі вчителів
Unity (VR)	36,8	32	17	14,2	Unity – потужний інструмент для розроблення ігор і додатків у віртуальній реальності, але відсутність інструкцій та методичних рекомендацій є одним із бар'єрів щодо його застосування в навчальному процесі
Google Expeditions (VR)	–	35,93	34,63	29,44	Google Expeditions – це цікавий інструмент, що може використовуватися для здійснення проєктів у різних галузях STEAM та їх інтеграції при здійсненні STEAM-проектів. Він може застосовуватися під час віртуальних подорожей для вивчення учнями екосистем тропічних лісів, океанів або пустель, усесвітньо відомих архітектурних об'єктів та ін.
Google VR SDK	29,46	15,50	12,40	42,64	Використання Google VR SDK передбачає наявність сумісного обладнання (VR-шоломи, потужні комп'ютери) і спеціальних платформ для тестування. Це створює технічні труднощі, особливо в школах з обмеженим фінансуванням
ARCore (для Android) та ARKit (для iOS)	34,11	15,50	17	33,39	Немає коментарів
Vuforia (AR)	35	17	14	34	Цей ресурс є платним, що перешкоджає його постійному використанню
Zappar (AR)	36,8	–	–	63,2	Zappar – це інструмент для створення AR-нотацій і відображення інтерактивного контенту за допомогою мобільних пристроїв
Cospaces Edu (VR)	13,59	36,8	34,11	15,5	Cospaces Edu – це вебплатформа, яка дає змогу вчителям і учням створювати віртуальні світи та інтерактивні уроки VR без програмування
AltspaceVR	16	19	9	56	Немає коментарів
Metaverse Studio (AR)	5	34	61	–	Metaverse Studio – це платформа для створення AR-додатків та інтерактивних ігор без програмування. Вона зручна й може бути використана для презентації учнями результатів STEAM-проектів
Blippar (VR та AR)	5	53	42	–	Немає коментарів
CoSpaces Edu Merge Cube (AR)	–	27	39	34	CoSpaces Edu Merge Cube – цікавий інструмент для учнів початкової школи, крім цього він є платним (демоверсія надається користувачу тільки на місяць)
Mozilla Hubs (VR та AR)	54	–	–	46	Немає коментарів
SketchUp (VR та AR)	14	32	17	37	
EasyAR	14	25	–	61	
Spark AR	14	–	–	86	
					Функція інструмента – створення масок для Instagram, тому не було нагоди використати його з метою навчання

Складено авторами за результатами опитування вчителів протягом 2023–2024 рр. на основі дослідження [23].

але значна частка вчителів (32 %) використовують його у своїй професійній діяльності, що свідчить про потенціал зростання його популярності завдяки тренінгам і спеціальним курсам.

– Інструмент Google Expeditions активно використовується (35,93 %) або застосовувався раніше (34,63 %), що демонструє його практичну цінність у навчанні.

– З інструментом Google VR SDK багато вчителів (42,64 %) знайомі, але не використовують його, оскільки, згідно з їхніми коментарями, це передбачає наявність сумісного обладнання (VR-шоломів, потужних комп'ютерів) і спеціальних платформ для тестування.

– Рівномірний розподіл знання та використання інструментів ARCore і ARKit свідчить про їх широку доступність для користувачів Android та iOS.

– Попри популярність Vuforia (36,8 % вчителів знайомі з інструментом), його платність обмежує застосування в навчанні.

– 63 % знають інструмент Zappar (AR), але не використовують його, причиною чого може бути вузька спеціалізація.

– Високий рівень використання Cospaces Edu (36,8 %) та зацікавленості в його інтерактивності серед учителів STEAM свідчить про його доступність, легкість у використанні під час викладання й навчання.

– Чимала частка респондентів (56 %) знають інструмент AltspaceVR, але не застосовують його, що може вказувати на складність у використанні.

– Metaverse Studio популярний серед учителів: 79 % респондентів використовують його завдяки легкому освоєнню.

– Інструмент Spark AR має потенціал щодо візуалізації, але вузьке застосування обмежує його інтеграцію в STEAM.

За результатами опитування вчителів можна проаналізувати їхню готовність до використання цифрових технологій, зокрема імерсивних, у STEAM-освіті.

Цифрова компетентність. Рівень володіння інструментами, як-от Unity, Vuforia, Google VR SDK, показує, що багато вчителів (36,8 %) потребують базового навчання, оскільки не знайомі з цими технологіями. З огляду на це є потреба у створенні цільових програм для розвитку цифрових навичок, зокрема з метою підготовки вчителів до використання їх під час організації та реалізації STEAM-проектів.

Методична підготовка. Учителі, що вже використовували такі інструменти, як Metaverse Studio, Google VR SDK, Blippar, демонструють готовність інтегрувати їх у STEAM-проекти, що вказує на поступове впровадження імерсивних технологій у навчальний процес.

Інноваційність. Популярність інструментів Metaverse Studio (61 % користувачів), Google VR SDK (55 %) і Blippar (42 %) свідчить про готовність учителів експериментувати з новими технологіями, особливо при формуванні інтерактивних навчальних середовищ.

Адаптивність. Незважаючи на високу частку невідомих інструментів, чимало респондентів активно освоюють нові платформи, що вказує на їхню адаптивність і готовність швидко інтегрувати ці технології в освітній процес.

Комунікативні навички. Використання імерсивних технологій для ор-

ганізації виконання учнями завдань у спільній роботі для досліджень за участі в STEAM-проєктах сприяє розвитку взаємодії учасників навчального процесу через цифрові платформи.

Ставлення до цифрових технологій. Зацікавленість у використанні популярних AR/VR-інструментів підтверджує позитивне ставлення вчителів до інтеграції технологій в освітній процес, особливо в контексті STEAM-навчання.

Отже, аналіз наукової літератури та дані, отримані за результатами опитування вчителів щодо їхньої освіченості й практичного використання цифрових технологій, вказують на необхідність подальшої підтримки навчання вчителів для того, щоб вони могли впевнено використовувати цифрові технології, у т. ч. освоювати нові, наприклад імерсивні, з метою поліпшення освітнього процесу.

Зважаючи на думку опитаних учителів (див. таблицю), нами сформовано такі пропозиції для підвищення їхньої готовності до використання імерсивних технологій як нових інструментів для STEAM-освіти:

- організовувати цільові тренінги з використання AR/VR-інструментів (Unity, Vuforia, ARCore, ARKit), де вчителі зможуть набути практичний досвід;

- створити навчальні матеріали для простих платформ, на кшталт Metaverse Studio;

- розробити онлайн-курси з основ імерсивних технологій та інтеграції їх у STEAM із метою підвищення цифрової компетентності вчителів;

- створити гнучкі методики для швидкого впровадження нових платформ у навчальний процес;

- включити елементи VR/AR у програми підвищення кваліфікації вчителів;

- підтримати професійні спільноти для обміну досвідом, ідеями й новими підходами у використанні VR і AR у навчанні;

- демонструвати переваги цих технологій на прикладі виконаних STEAM-проєктів;

- мотивувати вчителів за допомогою сертифікації та заохочення до активного впровадження імерсивних технологій;

- надати доступ до цифрових ресурсів (підписки на інструменти, доступ до ліцензійних програм тощо) для полегшення впровадження інновацій.

Зазначені ініціативи допоможуть знизити бар'єри для вчителів і підвищать їхню готовність до використання нових технологій.

Список використаних джерел

1. Kumar B., Deák C. Evolving Minds: A Literature-Driven and Empirical Exploration of STEAM Skill Development and Learning Approaches. *Journal of Innovation Management*. 2023. Vol. 11, No. 4. P. 71-96. DOI: https://doi.org/10.24840/2183-0606_011.004_0004.

2. STEM 2026: A Vision for Innovation in STEM Education / U.S. Department of Education, Office of Innovation and Improvement. 2016. URL: https://www.ed.gov/sites/ed/files/2016/09/AIR-STEM2026_Report_2016.pdf (дата звернення: 25.11.2024).

3. Next Generation Science Standards : вебсайт. URL: <https://www.nextgenscience.org> (дата звернення: 08.12.2024).

4. 2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade. *European Commission*. Brussels, 2021. URL: <https://eufordigital.eu/wp-content/uploads/2021/03/2030-Digital-Compass-the-European-way-for-the-Digital-Decade.pdf> (дата звернення: 25.11.2024).
5. She Figures 2021 – Gender in research and innovation: statistics and indicators. *European Commission*. Publications Office, 2021. URL: <https://data.europa.eu/doi/10.2777/06090> (дата звернення: 08.12.2024).
6. AI4STEM : вебсайт. URL: <https://ai4stem.erasmusplus.website/about> (дата звернення: 17.10.2024).
7. Gender equality in research and innovation: Achieving gender equality in research, how it relates to the European Research Area, networks and news. *European Commission*. URL: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-research-and-innovation/democracy-and-rights/gender-equality-research-and-innovation_en (дата звернення: 25.11.2024).
8. European School Education Platform : вебсайт. URL: <https://school.education.ec.europa.eu/en/learn/courses/steam-education> (дата звернення: 09.09.2024).
9. Vuorikari R., Kluzer S., Punie Y. DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens – With new examples of knowledge, skills and attitudes. Publications Office of the European Union, 2022. DOI: <https://doi.org/10.2760/490274>.
10. Redecker C. European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu. Publications Office of the European Union, 2017. DOI: <https://doi.org/10.2760/159770>.
11. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) : розпорядження Кабінету Міністрів України від 05.08.2020 № 960-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>.
12. Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року : розпорядження Кабінету Міністрів України від 14.12.2016 № 988-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/988-2016-%D1%80#n8>.
13. PISA 2022 Results (Volume 1): The State of Learning and Equity in Education. *OECD*. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.
14. ISTE Standards. *International Society for Technology in Education (ISTE)* : вебсайт. URL: <https://iste.org/standards> (дата звернення: 25.11.2024).
15. Гриневич Л. М., Морзе Н. В., Вембер В. П., Бойко М. А. Роль цифрових технологій у розвитку екосистеми STEM-освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2021. Т. 83. № 3. С. 1–25. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v83i3.4461>.
16. Шакур Н. А., Зівенко О. В., Сальник І. В. Використання інтерактивних технологій у STEAM-освіті: переваги та виклики. *Вісник науки та освіти*. 2023. № 6 (12). С. 646–656. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6165-2023-6\(12\)-646-656](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2023-6(12)-646-656).
17. Матвійчук Ю. Ю. STEAM-освіта як інструмент реалізації інтегрованого природничо-математичного навчання. *Педагогіка та психологія*. 2019. № 62. С. 144–152. DOI: <https://doi.org/10.34142/2312-2471.2019.62.16>.
18. Bush S. B., Cook K. L. Structuring STEAM Inquiries: Lessons Learned from Practice. *STEAM Education* / M. S. Khine, S. Areepattamannil (Eds.). Springer Cham, 2019. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1_2.
19. Стойка О. Я. Тенденції цифровізації підготовки вчителів у Республіці Польща, Угорщині і Україні: порівняльний аналіз : монографія. Ужгород : РІК-У, 2023. 596 с. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/63961/1/nonograf.pdf>.
20. Самко А. М. Цифрова компетентність педагогічного персоналу в системі післядипломної педагогічної освіти. *Освітня аналітика України*. 2021. № 2 (13). С. 33–44. DOI: <https://doi.org/10.32987/2617-8532-2021-2-33-43>.
21. Ovcharuk O. The Development of the Ukrainian Teachers' Digital Competence in the Context of the Lifelong Learning in the Conditions of War. *Towards a Hybrid, Flexible and*

Socially Engaged Higher Education / M. E. Auer, U. R. Cukierman, E. Vendrell Vidal, E. Tovar Caro (Eds.). Springer Cham, 2024. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-51979-6_25.

22. Thompson C. STEAM Education and Teachers' Pedagogical Discontentment Levels. *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* / E. Langran, L. Archambault (Eds.). 2021. P. 1645-1651. URL: <https://www.learntechlib.org/primary/p/219392>.

23. Сороко Н. Критерії оцінювання цифрових інструментів для підтримки STEAM-орієнтованого освітнього середовища. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2024. Т. 12. № 8. С. 73–82. DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol12i8-010>.

24. XR association releases «state of the industry report», offering reflections on 2023 and a look ahead to 2024. XRA. URL: <https://xra.org/xr-association-releases-state-of-the-industry-report-offering-reflections-on-2023-and-a-look-ahead-to-2024/>.

25. Soroko N. Features of organizing STEAM educational projects using immersive technologies. *Фізико-математична освіта*. 2024. Т. 39. № 2. С. 51–59. DOI: <https://doi.org/10.31110/fmo2024.v39i2-07>.

Nataliia Soroko

Ph. D. (Pedagogical), Institute for Digitalization of Education of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, nvsoroko@gmail.com
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9189-6564>

Oleksandr Shymon

Institute for Digitalization of Education of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, olexander.shymon@iitlt.gov.ua
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7009-2682>

TEACHERS' READINESS TO USE DIGITAL TOOLS IN A STEAM-ORIENTED EDUCATIONAL ENVIRONMENT

Abstract. *The readiness of teachers to use digital tools is a key factor in the successful integration of modern technologies into STEAM education. In the context of the digital transformation of education, this ensures pupils' preparation for the challenges of the modern world and the development of critical thinking, creativity, and teamwork skills. The article examines the readiness of teachers to utilize digital tools in a STEAM-oriented educational environment. The study aims to determine the overall level of teachers' readiness to use digital tools in STEAM-oriented education and provide recommendations to enhance their preparedness for integrating new digital tools in STEAM education. The analysis focuses on key indicators of teachers' readiness to integrate modern technologies into the learning process, including digital literacy, methodological preparation, innovation, adaptability, and communication skills. The article explores the specific applications of VR/AR tools in STEAM projects, such as Unity, Google Expeditions, ARCore/ARKit, Metaverse Studio, and others. Barriers to implementing digital technologies are identified, including financial constraints, the technical complexity of platforms, and insufficient teacher training. The necessity of improving teachers' digital competence through professional training, workshops, and the*

development of methodological materials is emphasized. The study provides recommendations for overcoming challenges in adopting VR/AR technologies, focusing on fostering innovation and enhancing the efficiency of STEAM education. The findings highlight the high potential of digital technologies to improve the educational process while underscoring the need for systematic support and adaptation in educational environments.

Keywords: teacher professional development, lifelong learning, digital technologies, STEAM-oriented educational environment, STEAM project, secondary education institution.

References

1. Kumar, B., & Deák, C. (2023). Evolving Minds: A Literature-Driven and Empirical Exploration of STEAM Skill Development and Learning Approaches. *Journal of Innovation Management*, 11(4), 71-96. DOI: https://doi.org/10.24840/2183-0606_011.004_0004.
2. U.S. Department of Education, Office of Innovation and Improvement. (2016). *STEM 2026: A Vision for Innovation in STEM Education*. Retrieved from https://www.ed.gov/sites/ed/files/2016/09/AIR-STEM2026_Report_2016.pdf.
3. Next Generation Science Standards. (n. d.). Retrieved from <https://www.nextgenscience.org>.
4. European Commission. (2021). *2030 Digital Compass: the European way for the Digital Decade*. Retrieved from <https://eufordigital.eu/wp-content/uploads/2021/03/2030-Digital-Compass-the-European-way-for-the-Digital-Decade.pdf>.
5. European Commission. (2021). *She Figures 2021 – Gender in research and innovation: statistics and indicators*. Retrieved from <https://data.europa.eu/doi/10.2777/06090>.
6. AI4STEM. (n. d.). Retrieved from <https://ai4stem.erasmusplus.website/about>.
7. European Commission. (n. d.). *Gender equality in research and innovation: Achieving gender equality in research, how it relates to the European Research Area, networks and news*. Retrieved from https://research-and-innovation.ec.europa.eu/strategy/strategy-research-and-innovation/democracy-and-rights/gender-equality-research-and-innovation_en.
8. European School Education Platform. (n. d.). Retrieved from <https://school-education.ec.europa.eu/en/learn/courses/steam-education>.
9. Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens – With new examples of knowledge, skills and attitudes*. Publications Office of the European Union. DOI: <https://doi.org/10.2760/490274>.
10. Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union. DOI: <https://doi.org/10.2760/159770>.
11. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2020). *On the approval of the Concept for the development of science and mathematics education (STEM education)* (Decree No. 960-p, August 5). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text> [in Ukrainian].
12. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2016). *On approval of the Concept for the implementation of the state policy in the reform of general secondary education "New Ukrainian School" for the period up to 2029* (Decree No. 988-p, December 14). Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/988-2016-%D1%80#n8> [in Ukrainian].
13. OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume 1): The State of Learning and Equity in Education*. DOI: <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.
14. International Society for Technology in Education (ISTE). (n. d.). *ISTE Standards*. Retrieved from <https://iste.org/standards>.
15. Hrynevych, L., Morze, N., Vember, V., & Boiko, M. (2021). The role of digital technologies in the development of the STEM education ecosystem. *Information Technologies and Learning Tools*, 83(3). 1-25. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v83i3.4461> [in Ukrainian].

16. Shakun, N., Zivenko, O., & Salnyk, I. (2023). The use of interactive technologies in STEAM education: advantages and challenges. *Bulletin of Science and Education*, 6(12), 646-656. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-6165-2023-6\(12\)-646-656](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2023-6(12)-646-656) [in Ukrainian].
17. Matviichuk, Yu. (2019). STEAM education as a tool for implementation of integrated natural and mathematical learning. *Pedagogy and Psychology*, 62, 144-152. DOI: <https://doi.org/10.34142/2312-2471.2019.62.16> [in Ukrainian].
18. Bush, S. B., & Cook, K. L. (2019). Structuring STEAM Inquiries: Lessons Learned from Practice. In *STEAM Education*. Springer Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-04003-1_2.
19. Stoika, O. Ya. (2023). *Trends in the digitalization of teacher education in Poland, Hungary and Ukraine: a comparative analysis*. Uzhhorod: RIK-U. Retrieved from <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/63961/1/nonograf.pdf> [in Ukrainian].
20. Samko, A. (2021). Digital competence of pedagogical staff in the system of postgraduate pedagogical education. *Educational Analytics of Ukraine*, 2(13), 33-44. DOI: <https://doi.org/10.32987/2617-8532-2021-2-33-43> [in Ukrainian].
21. Ovcharuk, O. (2024). The Development of the Ukrainian Teachers' Digital Competence in the Context of the Lifelong Learning in the Conditions of War. In *Towards a Hybrid, Flexible and Socially Engaged Higher Education*. Springer Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-51979-6_25.
22. Thompson, C. (2021). STEAM Education and Teachers' Pedagogical Discontentment Levels. In *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 1645-1651). Retrieved from <https://www.learntechlib.org/primary/p/219392>.
23. Soroko, N. (2024). Evaluation criteria of digital tools for supporting a STEAM-oriented educational environment. *Education. Innovation. Practice*, 12(8), 73-82. DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol12i8-010> [in Ukrainian].
24. XRA. (n. d.). *XR association releases "state of the industry report", offering reflections on 2023 and a look ahead to 2024*. Retrieved from <https://xra.org/xr-association-releases-state-of-the-industry-report-offering-reflections-on-2023-and-a-look-ahead-to-2024/>.
25. Soroko, N. (2024). Features of organizing STEAM educational projects using immersive technologies. *Physical and Mathematical Education*, 39(2), 51-59. DOI: <https://doi.org/10.31110/fmo2024.v39i2-07>.