



ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ:
НАУКОВІ ЗАПИСКИ

ТЕОРІЯ І МЕТОДИКА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

УДК 378.091.2:004.77-049.7:[001+51+6](045)

DOI <https://orcid.org/10.5281/zenodo.14585460>

Використання цифрових технологій для реалізації STEM-освіти в професійній діяльності майбутнього учителя початкової школи

Дрокіна Аліна Сергіївна

кандидат педагогічних наук, викладач кафедри педагогіки, психології, початкової освіти та освітнього менеджменту, психолого-педагогічний факультет, Комунальний заклад «Харківська гуманітарно-педагогічна академія» Харківської обласної ради, Україна, 61001, Харківська обл., м. Харків, пров. Руставелі, 7, <https://orcid.org/0000-0001-6943-1819>.

Прийнято: 19.12.2024|Опубліковано: 29.12.2024

***Анотація.** Метою статті є теоретичний аналіз можливостей використання цифрових технологій для реалізації STEM-освіти в професійній діяльності майбутнього учителя початкової школи. Для досягнення мети було використано методи аналізу наукових джерел, синтезу отриманих даних, порівняння та узагальнення.*

Проведений аналіз науково-педагогічних джерел дає підстави свідчити, що цифровізація початкової освіти вимагає якісної підготовки вчителів, наявності відповідного обладнання, методичного забезпечення тощо. Зроблено акцент на тому, що за умов грамотного використання цифрових технологій можна значно підвищити ефективність навчання у 1-4 класах, зробити його



більш захопливим і продуктивним. Основні результати дослідження демонструють, що в умовах сьогодення цифрові технології відкривають нові можливості для ефективної реалізації STEM-освіти, зокрема і в початковій школі. Адже саме вони ефективно осучаснюють освітній процес, вмотивовують учнів та залучають їх до активного навчання, дозволяють вчителю забезпечити інтерактивну взаємодію, а також сприяють комунікації та співпраці здобувачів освіти. Використання сучасних цифрових інструментів забезпечує цінну можливість проведення віртуальних експериментів, симуляцій, використання освітніх платформ та мобільних додатків тощо. Наведено приклади онлайн-лабораторій, які можна ефективно упроваджувати під час STEM-уроків з учнями 1-4 класів.

У результаті проведеного дослідження зроблено висновок про ефективність та необхідність використання цифрових технологій у напрямі реалізації STEM-освіти у початковій школі. У свою чергу, це доводить доцільність упровадження цифрових інструментів у освітній процес професійної підготовки майбутніх учителів у педагогічних закладах вищої освіти. Отримані результати можуть бути корисними для удосконалення професійної підготовки майбутніх учителів початкової школи до реалізації STEM-освіти в професійній діяльності.

Ключові слова: STEM; STEM-освіта; освітній процес; цифрові технології; учні початкових класів; професійна підготовка вчителів початкової школи.



ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ:
НАУКОВІ ЗАПИСКИ

The use of digital technologies for the implementation of STEM education in the professional activity of a future primary school teacher

Alina Drokina

Candidate of Pedagogical Sciences, Lecturer of the Department of Pedagogy, Psychology, Primary Education and Educational Management, Faculty of Psychology and Pedagogy, Municipal Establishment «Kharkiv Humanitarian-Pedagogical Academy» of the Kharkiv Regional Council, Ukraine, 61001, Kharkiv region, Kharkiv, Rustaveli lane, 7, <https://orcid.org/0000-0001-6943-1819>.

Abstract. *The purpose of the article is to theoretically analyse the possibilities of using digital technologies to implement STEM education in the professional activity of a future primary school teacher. To achieve this goal, the methods of analysing scientific sources, synthesising the data obtained, comparing and generalising were used.*

The analysis of scientific and pedagogical sources suggests that the digitalisation of primary education requires high-quality teacher training, availability of appropriate equipment, methodological support, etc. The emphasis is placed on the fact that with the competent use of digital technologies, it is possible to significantly increase the effectiveness of learning in grades 1-4, making it more engaging and productive. The main results of the study demonstrate that in today's environment, digital technologies open up new opportunities for the effective implementation of STEM education, including in primary school. After all, they effectively modernise the educational process, motivate pupils and engage them in active learning, allow teachers to provide interactive interaction, and facilitate communication and cooperation among pupils. The use of modern digital tools provides a valuable opportunity to conduct virtual experiments, simulations, use educational platforms and



mobile applications, etc. The article provides examples of online laboratories that can be effectively implemented during STEM lessons with pupils in grades 1-4.

The study concludes that digital technologies are effective and necessary for the implementation of STEM education in primary school. In turn, this proves the expediency of introducing digital tools into the educational process of professional training of future teachers in pedagogical institutions of higher education. The results obtained may be useful for improving the professional training of future primary school teachers to implement STEM education in their professional activities.

Keywords: *STEM; STEM education; educational process; digital technologies; primary school pupils; professional training of primary school teachers.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. У сучасному світі, де інновації виступають рушійною силою економічного та соціального розвитку, попит на висококваліфікованих фахівців, здатних працювати у високотехнологічних галузях, зростає з кожним роком. Природничо-математична освіта (STEM-освіта) повинна стати одним з пріоритетів розвитку сфери освіти, складовою частиною державної політики з підвищення рівня конкурентоспроможності національної економіки та розвитку людського капіталу, одним з основних факторів інноваційної діяльності у сфері освіти, що відповідає запитам економіки та потребам суспільства [8]. Ця освітня парадигма не лише формує в учнів початкових класів ключові компетентності в природничих науках, технологіях, інженерії та математиці, але й розвиває критичне мислення, творчі здібності та навички комунікації та співпраці.

Акцентуємо на тому, що в умовах сьогодення особливої важливості набуває необхідність опанування майбутніми учителями початкової школи цифровими технологіями як ефективними інструментами успішної реалізації STEM-освіти. Адже саме вони дають змогу зробити уроки ще більш цікавими,



інтерактивними та практично орієнтованими. У цьому контексті цифрові технології відіграють надзвичайно важливу роль, адже саме вони максимально осучаснюють едукативний процес та підвищують ефективність професійної діяльності вчителя початкової школи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасними науковцями досліджено безпосередньо чимало різноманітних аспектів, які неодмінно пов'язані із зазначеною проблематикою. Дослідники В. Чайка та А. Шишак цікавилися напрямом діджиталізації початкової освіти [12]. Вчена О. Пищик висвітлювала проблеми інтеграції цифрових технологій у сучасній освіті [7]. В. Андрієвська, А. Іващенко, О. Рибак, Г. Хомутова, розглядали питання використання цифрових технологій в початковій школі. Педагоги С. Барило, І. Зінькова, О. Качмар аналізували цифрові технології в освітньому процесі початкової школи в реаліях масштабної військової агресії [5]. Дані дослідження доводять важливість інтеграції цифрових технологій у едукативний процес як ефективного засобу забезпечення його безперервності, підвищення ефективності та адаптації до сучасних освітніх викликів.

Дослідники О. Цюняк та Л. Султанова висвітлили проблему професійної підготовки майбутніх педагогів початкових класів в умовах цифрової трансформації освіти [11]. Різним аспектам процесу формування цифрової компетентності майбутніх учителів присвячені дослідження науковців Н. Бахмат, Г. Генсерук [1], Р. Гуревича, О. Гончарук, О. Комар, Р. Пріми, М. Севастьянової, С. Romero-García [15] та багатьох інших. У цих працях знаходять своє відображення питання теоретичних та практичних основ формування цифрової компетентності майбутніх педагогів, визначення ключових компонентів цифрової компетентності, забезпечення педагогічних умов щодо ефективного використання цифрових технологій у професійній діяльності тощо.



Зазначимо, що найбільш близькими до тематики даної роботи є наведені далі аспекти, якими вже опікувалися вітчизняні науковці. Дослідники О. Романишина, Р. Грушко цікавилися процесом формування цифрової компетентності учнів через реалізацію завдань STEM освіти [9]. Вчені Л. Гриневич, Н. Морзе, В. Вембер, М. Бойко з'ясовували роль цифрових технологій у розвитку екосистеми STEM-освіти [2]. Педагог М. Швардак розглядала питання STEM-освіти засобами цифрових технологій [13].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Разом із тим проблема використання цифрових технологій для реалізації STEM-освіти в професійній діяльності майбутнього учителя початкової школи висвітлена не повною мірою. Окрім того, зважаючи на стрімку цифровізацію дане питання не лише не втрачає своєї актуальності, але й потребує постійного відстеження дієвого цифрового інструментарію, який може бути корисним, зокрема і у напрямі STEM-освіти, особливо під час дистанційного навчання учнів початкових класів. Таким чином, дана стаття спрямована на теоретичний аналіз можливостей використання цифрових технологій для реалізації STEM-освіти в професійній діяльності майбутнього учителя початкової школи. Вона не лише враховує результати попередніх досліджень, але й висвітлює ефективні цифрові інструменти та методичні ідеї їх використання зі здобувачами молодшого шкільного віку з метою якісної підтримки STEM-освіти.

Метою статті є теоретичний аналіз можливостей використання цифрових технологій для реалізації STEM-освіти в професійній діяльності майбутнього учителя початкової школи. Для досягнення мети було використано **методи** аналізу наукових джерел, синтезу отриманих даних, порівняння та узагальнення.

Виклад основного матеріалу. У контексті нашого дослідження, вважаємо доцільним висвітлити базові поняття «STEM-освіта», «цифровізація», «цифрові технології».



У Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) наведено таке визначення поняття «STEM-освіта – це цілісна система природничої і математичної освітніх галузей, метою якої є розвиток особистості через формування компетентностей, природничо-наукової картини світу, світоглядних позицій і життєвих цінностей з використанням трансдисциплінарного підходу до навчання, що базується на практичному застосуванні наукових, математичних, технічних та інженерних знань для розв’язання практичних проблем для подальшого використання цих знань і вмінь у професійній діяльності [8].

Цифровізація освітнього простору стає невід’ємною складовою реалізації STEM-освіти, адже саме вона дозволяє максимально осучаснити едукативний процес, зробивши його більш доступним, персоналізованим та адаптованим до потреб сучасного суспільства. У цьому контексті важливо розуміти суть даного поняття. Так, «цифровізація (з англ. digitalization) – це впровадження цифрових технологій в усі сфери життя: від взаємодії між людьми до промислових виробництв, від предметів побуту до дитячих іграшок, одягу тощо» [10]. Можна сказати, що «це перехід діяльності з реального світу у світ віртуальний (онлайн)» [10].

З огляду на динамічний розвиток сучасного світу цифрові технології стали невід’ємною частиною освітнього процесу, адже вони відкривають нові можливості для вчителів і здобувачів освіти. Погоджуємося з О. Пищик, яка визначає цифрові технології як «широкий спектр електронних засобів і систем, що використовуються для створення, зберігання, обробки, управління та обміну інформацією. У контексті освіти, це охоплює інструменти та платформи, які підтримують освітній процес, включаючи комп’ютери, планшети, інтернет-ресурси, програмне забезпечення для навчання, системи управління навчанням (LMS), віртуальні та доповнені реальності, інтерактивні



дошки тощо» [7, с. 371]. На думку Г. Генсерук, цифрові технології забезпечують можливість зробити процес навчання гнучким, з урахуванням потреб кожного здобувача освіти, при цьому не замінюючи викладача, а доповнюючи його. Окрім того, заняття з використанням цифрових технологій характеризуються адаптивністю, керованістю, інтерактивністю, можливістю поєднувати індивідуальну та групову роботу, а також необмеженим часом навчання [1].

О. Пищик влучно висвітлює ключові можливості, які надає інтеграція цифрових технологій у сучасній освіті: цифрові технології дозволяють забезпечити доступ до широкого спектру освітніх ресурсів для всіх здобувачів освіти, незалежно від їх географічного розташування чи фізичних можливостей, що сприяє зростанню інклюзивності та рівності у освіті; використання цифрових інструментів дозволяє адаптувати освітній процес до індивідуальних потреб і темпу кожного здобувача освіти тим самим підвищуючи ефективність освітнього процесу та сприяючи кращому засвоєнню матеріалу; інтерактивні та мультимедійні засоби навчання, а також ігрові елементи і задачі впливають на розвиток мислення, стимулюють критичне мислення та креативність здобувачів освіти тощо [7, с. 373].

Проведений аналіз науково-педагогічних джерел дає підстави свідчити, що за умов грамотного використання цифрових технологій можна значно підвищити ефективність навчання у 1-4 класах, зробити його більш захопливим і продуктивним, зокрема і у напрямі реалізації STEM-освіти.

Однією з основних переваг цифрових технологій є їх здатність зробити STEM-освіту більш доступною та цікавою для школярів. Адже саме вони дають можливість використовувати учасникам освітнього процесу спеціалізовані програми, комп'ютерні симуляції та віртуальні лабораторії для вивчення складних наукових концепцій. Усе це дозволяє учням практично експериментувати та вирішувати реальні проблеми, що робить навчання більш



пізнавальним і ефективним [13, с. 161]. Безумовно, говорячи про реалізацію STEM-освіти, в тому числі й в професійній діяльності учителя початкової школи, зазначимо, що саме цифрові технології ефективно осучаснюють освітній процес. Адже саме вони дозволяють ефективно поєднати та адаптувати різні види навчальної діяльності, створювати інтерактивні навчальні матеріали та моделювати реальні наукові процеси, що недоступні в традиційному форматі. Цифрові інструменти відкривають можливість для віртуальних експериментів, симуляцій, використання освітніх платформ та мобільних додатків, що сприяють розвитку критичного мислення, технічних навичок і креативності в учнів початкової школи. Зупинимось більш детально на використанні деяких цифрових інструментів, які можуть ефективно використовувати майбутні вчителі початкової школи в напрямі реалізації STEM-освіти.

Вчені О. Качмар, С. Барило, І. Зінькова, досліджуючи основні цифрові технології для дистанційного навчання учнів початкових класів, звертають увагу на такі цифрові ресурси, як Google Classroom, Google Meet, Zoom, Smart Kids. Учені зазначають, що кожен з них характеризується певними особливостями, які учителю варто враховувати для організації більш ефективного освітнього процесу [5]. Так, в умовах сьогодення ці технології стають важливими інструментами і у напрямі реалізації STEM-освіти в початковій школі. Google Classroom забезпечує зручність в організації навчальних матеріалів, завдань та зворотного зв'язку. Google Meet і Zoom дозволяють проводити віртуальні зустрічі, забезпечуючи можливість спільного обговорення та презентації STEM-проектів. Smart Kids сприяє розвитку технічних та креативних навичок через інтерактивні освітні ресурси. Ці платформи є важливими для створення якісного інтерактивного середовища, що сприяє розвитку в учнів навичок критичного мислення, співпраці, креативності та вирішення проблем.



Науковці О. Романишина та Р. Грушко справедливо зазначають, що «навчальні програми доступні на мобільних пристроях і можуть мотивувати дітей і викликати інтерес до STEM» [9, с. 666]. Дійсно, упровадження гаджетів у STEM-освіту відкриває нові горизонти для учнів, сприяючи формуванню в них глибоких знань та інтересу до науки, технологій, інженерії та математики. Як показує досвід, учні із задоволенням використовують свої власні пристрої, такі як смартфони, планшети чи ноутбуки для навчання. Завдяки гаджетам здобувачі освіти мають можливість швидко знаходити, переглядати різноманітні навчальні ресурси, включаючи відеоуроки, онлайн-підручники тощо. Учні можуть використовувати власні пристрої для збору та аналізу даних, моделювання, програмування та інших видів діяльності, що сприяють розвитку їхніх наукових та технічних навичок. Також гаджети можна упроваджувати для участі у інтерактивних вправах та навіть у захопливих віртуальних дослідженнях.

У аспекті нашого дослідження, акцентуємо увагу на освітніх можливостях імерсивних технологій, які також називають технологіями розширеної реальності. До їх списку входить віртуальна і доповнена реальність, а також 360°-відео. Вони забезпечують ефект повної або часткової присутності в альтернативному просторі і тим самим змінюють призначений для користувача досвід в абсолютно різних сферах [3]. Незважаючи на широке поширення технологій VirtualReality у сфері сучасних розваг, ці технології поки що не є досить поширеними в освіті та достатньо вивченими з психолого-педагогічної точки зору. Проте, аналіз науково-педагогічних джерел, а також власний досвід показує, що із кожним роком усе більше освітян, які реалізують STEM-навчання, залучаються до технологій AugmentedReality, тому акцентуємо увагу саме на них.

Доповнена реальність (англ. Augmented reality) – доповнення фізичного світу за допомогою цифрових даних, яке забезпечується комп'ютерними



пристроями в режимі реального часу [4]. Безумовно, використання AR максимально підвищує пізнавальний інтерес здобувачів початкової освіти, сприяє дослідницькому опануванню навчальних предметів та якісному засвоєнню знань, розвитку в учнів критичного мислення. Упроваджуючи AR в освітній процес ЗЗСО, вчителі початкової школи можуть створювати віртуальні симуляції та експерименти, що дозволяють учням максимально поглибитися в тему уроку. Під час STEM-уроків здобувачі освіти можуть брати участь у моделюванні або досліджувати віртуальні середовища. Серед ефективних інструментів доповненої реальності, які можна використовувати з метою підтримки STEM-освіти у початковій школі є: AR_Book, Visible Futurio, AR Solar System, AR 3D Animals, Animal 4D+ тощо.

У аспекті нашого дослідження, важливо наголосити на спектрі освітніх можливостей сучасних віртуальних лабораторій та симуляторів. Віртуальна лабораторія – це віртуальна навчальна середа, яка дозволяє моделювати поведінку об'єктів реального світу в комп'ютерному середовищі і допомагає в оволодінні новими знаннями та вміннями [14, с. 281]. У свою чергу, віртуальні симулятори – це реально виконувані лабораторні роботи, під час яких визначені дані можуть бути занесені до пам'яті персонального комп'ютера та дистанційно опрацьовані на віртуально представленій комп'ютером засобі [14, с. 281].

Акцентуємо на тому, що використання віртуальних лабораторій та симуляторів в освітньому процесі початкової школи дозволяє учням безпечно «зануритися» у наукове дослідження без жодних ризиків для їхнього здоров'я, які можуть бути присутніми у традиційних лабораторіях. Ці інструменти дозволяють здобувачам освіти досліджувати з будь-якого місця, де є доступ до комп'ютера та Інтернету. Окрім того, у той час, коли у реальній лабораторії досить складно повторно відтворювати експерименти через обмеженість



ресурсів або нестачу часу, то віртуальні лабораторії та симулятори надають цінну можливість багаторазово виконувати дослідження.

Н. Маруфенко рекомендує такі віртуальні лабораторії для застосування в початковій школі: Mozaik education, Phet, Go Lab, Basf Kids' Lab [6]. За нашим переконанням, ці онлайн-лабораторії доцільно упроваджувати під час STEM-уроків з школярами 1-4 класів. Платформа Mozaik education представлена яскравим та зручним інтерфейсом, вміщує сукупність ефективних інструментів для педагогів, у тому числі й для фахівців початкової освіти. Go-Lab налічує велику кількість дистанційних лабораторій, віртуальних експериментів і даних, організованих на власному порталі, а також передбачає середовище для авторських розробок педагогів. Phet є безкоштовною платформою для створення та використання інтерактивних симуляцій з природничих наук і математики. У віртуальній лабораторії Basf Kids' Lab здобувачам освіти пропонується відчувати себе справжніми вченими, які працюють з цікавими дослідженнями.

Однією з найяскравіших можливостей використання цифрових інструментів при підготовці та реалізації STEM-уроків виступають віртуальні екскурсії. Під час такої подорожі здобувачі освіти можуть віртуально переміщуватися між об'єктами, взаємодіяти з елементами навколишнього середовища, досліджувати різні аспекти явищ та подій у реальному часі тощо. Все це сприяє глибшому зануренню у матеріал, стимулює активну пізнавальну діяльність учнів початкової школи та забезпечує в них більш стійке запам'ятовування інформації.

Окрім того, цифрові технології відіграють важливу роль в робототехніці та програмуванні, допомагаючи вдосконалювати роботів і розширювати можливості програмування. Адже саме цифрові сенсори і датчики дозволяють роботам отримувати інформацію з навколишнього середовища, таку як відстань,



температура, світло, звук і багато іншого. Все це і дозволяє роботам реагувати на зміни у середовищі і виконувати відповідні дії.

Не можна переоцінити значення діджитал ресурсів для реалізації STEM-освіти в початковій школі. Так, наприклад, інтерактивний програмний комплекс mozaBook та веб-ресурс mozaWeb дають можливість ефективно використовувати навчальні цифрові інструменти, віртуальні лабораторії, 3D-сцени, наукові ігри тощо. Окрім того, дана платформа містить колекцію цифрових уроків для освітян та велику медіатеку (відео, зображення, аудіо). Ще однією із найефективніших програм для візуалізації STEM-уроку є Inspiration. За її допомогою педагогу можна досить легко створювати діаграми, картки та схеми. Classroomscreen, Ziteboard, MIRO, Awwapp, Whiteboard Fox – інтерактивні онлайн-дошки для дистанційного навчання та спільної роботи. Ці дошки з гарним, зручним, інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом, добре підходять для організації освітнього процесу в початковій школі. Безумовно, їх можна використовувати під час організації STEM-уроку в дистанційному режимі. Створити та організувати STEM-квест для здобувачів освіти можна на платформі Мій квест. Учасникам потрібні лише гаджети з інтернетом: завдання, перевірка відповідей, підказки, ліміт часу, команди, рейтинг, статистика – усе відбувається максимально автоматизовано. Дуже зручний у користуванні є і сайт Квести на платформі Всеосвіта, що дає можливість педагогу використати вже готовий або розробити власний вебквест, зокрема і в STEM-напрямі, та організувати навчання з детальним контролем рівня знань (<https://vseosvita.ua/webquest>).

Підсумовуючи вищевказане, можемо стверджувати, що використання цифрових технологій у підготовці та реалізації STEM-уроків у початковій школі відкриває широкі можливості з метою оптимізації освітнього процесу та залучення учнів до активного навчання. У такий спосіб, навіть на відстані, уможлиблюється ефективна співпраця здобувачів освіти між собою. Учні



можуть спільно працювати над STEM-проектами, обмінюватися ідеями та звітувати про результати навчальних досліджень.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Таким чином, в умовах сьогодення цифрові технології відкривають нові можливості для ефективної реалізації STEM-освіти, зокрема і в початковій школі. Саме вони ефективно осучаснюють едукативний процес, вмотивовують здобувачів освіти та залучають їх до активного навчання, дозволяють педагогу забезпечити інтерактивну взаємодію, сприяють комунікації та співпраці учнів та багато іншого. Використання сучасних цифрових інструментів забезпечує цінну можливість проведення віртуальних експериментів, симуляцій, використання освітніх платформ та мобільних додатків тощо. У той же час, наголошуємо на тому, що цифрові технології не мають стати заміною реальній взаємодії та спілкуванню між учасниками освітнього процесу. Саме тому, важливо дотримуватися «розумного» балансу між упровадженням цифрових технологій та традиційними методами навчання, щоб забезпечити оптимальний розвиток здобувачів початкової освіти.

У результаті проведеного дослідження зроблено висновок про ефективність та необхідність використання цифрових технологій у напрямі реалізації STEM-освіти у початковій школі. У свою чергу, це доводить доцільність упровадження цифрових інструментів у освітній процес професійної підготовки майбутніх учителів у педагогічних закладах вищої освіти. Отримані результати можуть бути корисними для удосконалення фахової підготовки майбутніх учителів початкової школи до реалізації STEM-освіти в професійній діяльності. Дане дослідження не вичерпує себе, а ставить за мету продовжити теоретичні обґрунтування та практичні підтвердження у цьому напрямі. Перспективами подальших розвідок вважаємо дослідження ефективних форм



організації STEM-навчання у професійній діяльності майбутнього учителя початкової школи.

Список використаних джерел

1. Генсерук Г. Р. Цифрова компетентність як одна із професійно значущих компетентностей майбутніх учителів. *Електронне наукове фахове видання «Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету»*. 2019. № 6. С. 8–16. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2019.6.816> (дата звернення: 14.12.2024)
2. Гриневич Л. М., Морзе Н. В., Вембер В. П., Бойко М. А. Роль цифрових технологій у розвитку екосистеми STEM-освіти. *Інформаційні технології та засоби навчання*. 2021. № 83 (3). С. 1–25. DOI : <https://doi.org/10.33407/itlt.v83i3.4461> (дата звернення: 15.12.2024)
3. Імерсивні технології. *Вікіпедія*. Вільна енциклопедія : сайт. URL : https://uk.wikipedia.org/wiki/Імерсивні_технології (дата звернення: 10.12.2024)
4. ІТ-словник для джунів в ІТ-екосистемі. Ukluster : сайт. URL : <https://ucluster.org/shkola-startapiv/it-slovnyk> (дата звернення: 13.12.2024)
5. Качмар О. В., Барило С. Б., Зінькова І. І. (2023). Цифрові технології в освітньому процесі початкової школи в реаліях масштабної військової агресії. *Академічні Візії*. Вип. 19. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7875382> (дата звернення: 15.12.2024)
6. Маруфенко Н. Віртуальні лабораторії в початковій школі : посібник. URL : <https://read.bookcreator.com/iTXQeux4AWPqGbZp841SWTGCA742/OqcAjs4Rtu94ukg-yY3WA/HpQhNHVnT3a8xF5m5ASSEA> (дата звернення: 14.12.2024)
7. Пищик О. Інтеграція цифрових технологій у сучасній освіті: аналіз викликів та можливостей. DOI : <https://doi.org/10.18372/2786-5487.1.18752> (дата звернення: 15.12.2024)



8. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#n8> (дата звернення: 15.12.2024)

9. Романишина О., Грушко Р. Формування цифрової компетентності учнів через реалізацію завдань STEM освіти. *Наукові інновації та передові технології*. Вип. 10 (24) 2023. С. 660–674. URL: <http://perspectives.pp.ua/index.php/nauka/article/view/6153/6187> (дата звернення: 10.12.2024)

10. Цифровізація. Термінологія. URL : <https://oth.nlu.org.ua/?p=5614> (дата звернення: 15.12.2024)

11. Цюняк О. П, Султанова Л. Ю. (2021). Осмислення проблеми професійної підготовки майбутніх учителів початкових класів в умовах цифрової трансформації освіти. *Академічні студії*. Серія «Педагогіка». Вип. 2 (3), 208–214. DOI : <https://doi.org/10.52726/as.pedagogy/2021.3.2.31> (дата звернення: 15.12.2024)

12. Чайка В. М., Шишак А. М. Діджиталізація початкової освіти: проблеми і перспективи. *Педагогічний альманах*. Херсон: КВНЗ «Херсонська академія неперервної освіти», 2021. Вип. 50. С. 38–47. URL: <http://dspace.tnpu.edu.ua/handle/123456789/24227> (дата звернення: 15.12.2024)

13. Швардак М. В. STEM-освіта засобами цифрових технологій. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова*. Вип. 92. Т. 1. 2023. С. 160–164. DOI : <https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series5.2023.92.1.33> (дата звернення: 15.12.2024)

14. Юрченко А. О., Хворостіна Ю. В. Віртуальна лабораторія як складова сучасного експерименту. *Науковий вісник Ужгородського університету. Сер.: Педагогіка. Соціальна робота*. 2016. Вип. 2(39). С. 281–



283. URL : <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/74736.pdf>

(дата звернення: 15.12.2024)

15. Romero-García C., Buzón-García O., de Paz-Lugo P. Improving future teachers' digital competence using active methodologies. *Sustainability*. 2020. Vol.12. № 18. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/18/7798> (date of access: 15.12.2024)