

УДК 378.02:373.3:004:

Шкуренко Олександра Вікторівна

кандидат педагогічних наук

Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна

o.shkurenko@kubg.edu.ua

ORCID: 0000-0003-2774-6294

Стецик Сергій Павлович

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри комп'ютерної та програмної інженерії

Український державний університет імені Михайла Драгоманова, Київ, Україна

s.p.stetsyk@udu.edu.ua

ORCID: 0000-0002-5668-6182

Шпіца-Павлюк Роксолана Ігорівна

кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри початкової освіти

Київського столичний університету імені Бориса Грінченка, Київ, Україна

r.shpitsa@kubg.edu.ua

ORCID: 0000-0002-9354-0641

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У STEAM-ПРОЄКТАХ ПІД ЧАС ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛЯ ПОЧАТКОВИХ КЛАСІВ

Анотація. У статті розглянуто особливості використання сучасних технологій в освітньому процесі початкової школи. Зазначено, що окрім застосування в STEAM-освіті різних цифрових технологій, інтернет-ресурсів та інтерактивних інструментів, ефективним є використання спеціальних програмних засобів для унаочнення, демонстрації та відтворення різних явищ. Після проведення вхідного моніторингу визначено недостатній рівень теоретичних знань студентів про використання STEAM-проектів, що доводить актуальність обраної теми дослідження. Автори демонструють переваги використання віртуальних лабораторій, імерсивних технологій (віртуальної та доповненої реальності) та відповідних мобільних застосунків під час застосування STEAM-проектів для майбутніх учителів початкових класів. Представлено підбір наявних сучасних цифрових технологій, які освітяни найчастіше застосовують під час проектної діяльності. Авторами проаналізовано сучасні онлайн-ресурси, запропоновано приклади їх використання в закладі вищої освіти під час підготовки майбутніх учителів початкових класів. Дослідження проведене під час навчально-виховного процесу на базі Київського столичного університету імені Бориса Грінченка. Такий підхід дозволив виокремити цифрові застосунки для реалізації STEAM-освіти. У статті описано використання таких цифрових технологій як: віртуальні екскурсії, музеї 360°, програми-імітатори, експерименти (Viola the Bird та Paint with music), віртуальна симуляція PhET Sound Simulation (Звукові хвилі), використання ШІ (SYNO AI), NoiSee, sketch.metademolab.com, Chrome Music Lab тощо. Впровадження програмних засобів для реалізації проєктного методу за моделлю 5E, дозволяє студентам отримати цінний досвід організації та реалізації проєктного навчання з залученням елементів STEAM-освіти.

Ключові слова: освітні технології; імерсивні технології; цифрові технології; STEAM; онлайн-сервіси; штучний інтелект; віртуальні лабораторії

Постановка й обґрунтування актуальності проблеми. Сучасна освіта перебуває у стані активної трансформації, що зумовлена розвитком інформаційних технологій, інтеграцією наук та необхідністю підготовки педагогів, котрі здатні працювати в умовах цифрового суспільства. Одним із перспективних напрямів удосконалення освітнього процесу є впровадження імерсивних технологій (віртуальної (VR), доповненої (AR) та змішаної реальності (MR)), які відкривають нові можливості для навчання та розвитку майбутніх учителів. Особливого значення імерсивні технології набувають у контексті STEAM-освіти, що сприяє формуванню критичного мислення, творчих навичок, інноваційного підходу до розв'язання завдань, що є необхідними для майбутніх педагогів. Процес підготовки вчителів початкових класів пов'язаний із низкою викликів,

наприклад, недостатньою технічною забезпеченістю освітніх закладів для реалізації STEAM-проектів із використанням VR/AR/MR; обмеженістю методичного впровадження імерсивних технологій у педагогічний процес; потребою у формуванні цифрової компетентності майбутніх учителів початкових класів.

Імерсивні технології дозволяють зробити освітній процес наочним, інтерактивним та ефективним, що є важливою умовою підготовки вчителів початкових класів, які будуть навчати дітей доступно, креативно та цікаво. Віртуальні лабораторії, симулятори, інтерактивні AR-додатки сприяють глибшому розумінню предметів та активному залученню майбутніх педагогів у STEAM-проекти.

Актуальність проблеми застосування імерсивних технологій під час реалізації STEAM-проектів при підготовці вчителів початкових класів полягає у необхідності адаптації освітнього процесу до сучасних викликів, інтеграції інноваційних підходів та підвищення якості підготовки майбутніх педагогів, які вмітимуть ефективно використовувати цифрові технології у своїй професійній діяльності.

STEM-освіта є сучасною концепцією, що поєднує освітні процеси (технології) з метою формування у здобувачів здатності до інновацій, міжпредметного мислення, вирішення реальних проблем за допомогою проблемно-орієнтованого навчання. Саме сформовані STEM-компетентності у здобувачів освіти підвищують їх конкурентоспроможність на сучасному ринку праці. За Концепцією нової української школи, випускники закладів загальної середньої освіти повинні вміти критично мислити, працювати в команді, ухвалювати рішення, використовувати сучасні технології та реалізовувати власні ідеї в динамічних умовах.

Аналіз останніх досліджень і публікацій з проблеми, що розглядається у статті та означення аспектів загальної проблеми, яким присвячується стаття. Теоретичні аспекти проблеми STEM-освіти були розглянуті у працях закордонних (N. Akshay, F. Benaben, A. Congès, S. Dharmadhikari, A. Fertier, P. García-Llamas, J. W. Gerlach, V. Hugo Minces, C. Lage-Gómez, G. Lucas, A. Rapaka, G. Ros, P. Sanz-Chumillas, A. Taboada, Z. Wang, G. Yakman etc.) та вітчизняних (О. Барна, О. Бутурліна, І. Василяшко, С. Галата, О. Коршунова, Н. Морзе та інших) учених. У методичних рекомендаціях щодо впровадження STEM-освіти в закладах освіти України варто враховувати напрацювання таких науково-педагогічних працівників, як Т. Андрущенко, С. Буліга, С. Бревус, В. Величко, С. Гальченко, Л. Глоба, К. Гуляєв, В. Камишин, Е. Клімова, О. Комова, О. Лісовий, Л. Ніколенко, Р. Норчевський, М. Попова, В. Приходнюк, М. Рибалко, О. Стрижак, І. Чернецький та інших.

Дослідники Н. Морзе, Л. Гриневич, М. Бойко проаналізували теоретичні засади наукової освіти та визначили ключові компетентності, що формують основу STEAM-освіти та інноваційної компетентності зокрема. У своїх дослідженнях вони обґрунтовують доцільність впровадження в освітній процес проєктного підходу, проблемно-орієнтованого та дослідницько-пізнавального навчання. Також ними було визначено рівень обізнаності освітян із зазначеними технологіями та особливості їх практичного використання. Отримані результати підтверджують рівень зацікавленості педагогів в опановуванні цифровими інструментами, запропоновані групи інструментів для розвитку наукової освіти, визначені напрями підвищення кваліфікації вчителів для розвитку наукової освіти та формування інноваційної та STEAM-компетентностей в умовах цифрової трансформації суспільства [1].

Науковці F. Benaben, A. Congès, A. Fertier у своєму дослідженні описують поточний стан імерсивних технологій у їх проєкції від початкової точки до найближчого майбутнього [2]. Автори розглядають траєкторію еволюції цих технологій, що ґрунтується на механізмах прогресу та інновацій. Дослідження містить опис подальшого рівня розвитку цих технологій, порівняння цього рівня з сучасним баченням концепції

метапростору. Результати дослідження демонструють сумісність між потенційною еволюцією сучасних імерсивних технологій і сучасним баченням концепції метапростору. Представлено фреймворк метапростору для консолідації та структурування цієї концепції, що поділяється на властивості, притаманні метапростору, і оцінюється на прикладі двох реальних кейсів, пов'язаних з тренінгами з кризового управління та імерсивним навчанням [2].

Науковці A. Rapaка, S. Dharmadhikari та інші займалися дослідженням проблеми оцінювання різних інструментів, які викладачі та учні можуть використовувати для розробки імерсивних навчальних ігор на основі штучного інтелекту, що не потребують знань з програмування. Імерсивні навчальні ігри містять мультимедійний контент та сприяють розвитку критичного мислення, поліпшують запам'ятовування інформації. Ці ігри використовують віртуальну та доповнену реальність, а технології штучного інтелекту (ШІ) оптимізують освітній процес завдяки адаптації інформації до індивідуального стилю навчання та забезпеченню цілеспрямованого зворотнього зв'язку. Інтеграція освітніх ігор з імерсивними технологіями та технологіями штучного інтелекту має значний потенціал для трансформації того, як користувачі отримують і застосовують обмін інформацією [3].

Дослідження P. García-Llamas, A. Taboada, P. Sanz-Chumillas та інші присвячене визначенню впливу проєктно-орієнтованого навчання STEAM на студентів та викладачів закладів вищої освіти в контексті набуття компетентностей здобувачів освіти. Науковці дослідили вплив профілів учасників та їх навчального досвіду на формування їх сприйняття, переваг навчально-дослідницької роботи, на основі аналізу їх мотивації, очікування та відношення до методології. Отримані результати підтверджують ефективність підходу проєктно-орієнтованого навчання у STEAM-освіті для формування ключових компетентностей у здобувачів вищої освіти, сприяння особистісному та професійному зростанню, співпраці та практичному застосуванню STEAM-дисциплін [4].

У дослідженні C. Lage-Gómez, G. Ros проаналізували взаємозв'язок між різними видами творчості у трьох трансдисциплінарних проєктах STEAM, що реалізовувалися впродовж 3-х років у рамках програми для обдарованих учнів. Діяльність у рамках STEAM-проєкту дозволила забезпечити збалансований взаємозв'язок між різними формами творчості (науковою, художньою та робітничою) [5].

V. Hugo Minceş, N. Akshay вважають, що мистецтво є важливим компонентом людської культури, що тісно інтегроване зі сферами STEM. Останнім часом академічні спільноти та урядові організації намагаються повернути цю інтеграцію в освітню сферу в рамках концепції STEAM (STEM + мистецтво). Дослідники описують історію впровадження та мету STEAM, пропонують підходи до впровадження автентичних практик STEAM у систему освіти в контексті виховання дітей [6].

Аналіз сучасних досліджень переконливо демонструє, що імерсивні технології відіграють значну роль у трансформації освітнього процесу, зокрема в реалізації STEAM-проєктів при підготовці вчителів початкових класів. Вчені розглядають еволюцію цих технологій, їх інтеграцію в навчальні процеси та вплив на розвиток необхідних компетентностей у студентів. Імерсивні технології, зокрема VR, AR, MR та ШІ, мають потужний потенціал для вдосконалення STEAM-освіти, створення інтерактивного освітнього середовища та формування всебічно розвинених педагогів.

Погоджуємось з авторами [7], що вчителі початкової школи мають оволодіти навичками використання штучного інтелекту в професійній діяльності, щоб ефективно інтегрувати знання про нього в освітній процес, навчати учнів основам його функціонування, застосовувати його як інструмент для розвитку учнів та для власного професійного зростання.

Мета статті окреслити шляхи застосування STEAM-освіти крізь призму поєднання імерсивних технологій та ІІІ під час підготовки вчителя початкових класів, виокремити методичні особливості застосування STEM під час навчання молодших школярів.

Основні методи дослідження. Аналіз наукової літератури, що полягає у вивченні теоретичних основ та сучасних підходів до використання імерсивних технологій у STEAM-освіті. Емпіричні методи – спостереження за впровадженням імерсивних технологій в освітній процес та аналіз отриманих результатів. Експериментальний метод, що реалізований через проведення експериментальних занять із застосуванням VR, AR, MR та оцінювання їхнього впливу на освітній процес. Анкетування та інтерв'ю (опитування здобувачів освіти та викладачів з метою розуміння ними варіантів використання імерсивних технологій у STEAM-освіті). Моделювання та розробка (створення сценаріїв використання імерсивних технологій у STEAM-проектах).

Виклад основного матеріалу. Інтегративний підхід STEM-освіти трансформує методологічні засади, оновлює зміст і обсяг природничо-математичних знань, сприяє технологізації освітнього процесу та розвитку інноваційних навчальних компетентностей. Такий підхід сприяє підвищенню готовності майбутніх учителів до професійної діяльності та безперервного навчання в умовах попиту на технологічно орієнтовані навички, що зростає, зокрема застосування математичних знань і наукових концепцій.

Попри відсутність усталеного визначення, STEM-освіта загалом трактується як педагогічна технологія, орієнтована на формування ключових пізнавальних і творчих навичок, що забезпечують конкурентні переваги здобувачам освіти у сучасному світі [8].

Інтегроване навчання є однією з ключових форм міждисциплінарного STEM-підходу, що орієнтоване на побудову змістовних зв'язків між предметами з метою формування цілісного, системного світогляду учнів та розвитку особистісного ставлення до змісту навчання. Такий підхід реалізовується через об'єднання тематично споріднених матеріалів різних дисциплін, створення інтегрованих або авторських курсів, а також синхронізацію навчальних програм окремих предметів.

Ключові аспекти STEM-підходу в навчанні [8]:

- інтеграція в єдину парадигму змісту та методології природничих наук, сучасних технологій, зокрема інформаційних, інженерного дизайну та математичного інструментарію;
- конструювання навчальних планів і програм на міждисциплінарних засадах;
- інтегроване навчання відповідно до певних тем, а не окремих дисциплін;
- застосування когнітивних і соціальних технологій, а також трансферу знань;
- навчання на реальних технологічних, економічних і соціально значущих проблемах.

STEM-освіта реалізується як у рамках формального навчального процесу, так і в контексті позашкільної діяльності, що охоплює проведення інтерактивних занять, участь здобувачів освіти в олімпіадах різних рівнів, конкурсах, науково-дослідній роботі у межах діяльності Малої академії наук та реалізації навчальних проєктів. Такий підхід зумовлює необхідність міждисциплінарної інтеграції, яка передбачає встановлення змістових і методичних зв'язків між навчальними дисциплінами природничо-математичного циклу. Інтегровані форми занять сприяють розвитку причинно-наслідкового мислення, логічного аналізу, комунікативних умінь та формуванню цілісного наукового світогляду здобувачів освіти [9].

Освітня, які працюють у сучасних школах, мають розуміти, що STEM-освіта є інтеграцією міждисциплінарних зв'язків, що сприяє формуванню у здобувачів освіти комплексних навичок. STEM-компетентності проявляються в учнів через здатність до критичного мислення, вміння ефективно працювати як самостійно, так і в команді тощо.

Навчальні матеріали слід створювати на основі тем, що інтегрують кілька предметів, взаємопов'язаних між собою і орієнтованих на практичне застосування набутих знань у реальних умовах. На STEM-уроках у закладах загальної середньої освіти учителі не лише викладають теоретичний матеріал, а й здійснюють закріплення знань на практичному застосуванні різних завдань.

Технології STEM (Science/Наука, Technology/Технологія, Engineering/Інженерія, Mathematics/Математика) часто застосовуються у закладах освіти в усьому світі, у тому числі в початковій школі. Пропонуємо методичні особливості застосування STEM під час навчання молодших школярів:

- Замість традиційного поділу на предмети, STEM підхід передбачає інтегроване вивчення науки, технологій, інженерії та математики.
- Практичний підхід полягає у тому, що учні взаємодіють з реальними проблемами та викликами, замість того, щоб просто вивчати теоретичний матеріал.
- Використання цифрових інструментів, наприклад, планшетів, роботів, 3D-принтерів тощо, для доповнення навчання.
- Учні намагаються знайти розв'язання реальних проблем, що розвиває у них критичне мислення та навички розв'язування проблем.
- Учні взаємодіють у групах, навчаються працювати в команді та комунікують з іншими.
- Мотивація через дослідження. Замість того, щоб просто надавати відповіді, вчителі ставлять запитання, заохочують учнів досліджувати та вивчати.
- Адаптивність проявляється в тому, що вчителі готові модифікувати свій методичний підхід залежно від потреб учнів, використовуючи зворотний зв'язок для вдосконалення освітнього процесу.
- Окрім академічних знань, STEM-освіта також зосереджена на розвитку життєвих навичок, необхідних для успіху в реальних умовах, наприклад, комунікація, креативність.

Вважаємо за доцільне застосовувати саме STEAM-освіту з використанням в абревіатурі літери А мистецтва (Art). Мистецтво допомагає поєднувати технічні знання з творчістю, розуміти наукові концепції, та взаємозв'язки, вчить мислити нестандартно, пояснювати складні поняття простими словами, через залучення емоцій краще запам'ятовується матеріал,

Інтеграція STEAM-підходу в початкову школу потребує від учителя педагогічної чутливості, оскільки учні цього віку лише формують своє ставлення до навчального процесу. Однак застосування дієвих методичних стратегій здатне створити передумови для розвитку сталого інтересу до науки та технологій у майбутньому.

У своїй діяльності під час підготовки майбутніх учителів початкових класів застосовуємо окремий курс «STEAM освіта». Знайомство зі STEM-освітою відбувається поступово: на початковому етапі ми застосовуємо підхід, коли майбутні вчителі у ролі учнів початкових класів виконують STEAM-проекти. Проекти, які ми готуємо до використання, побудовані на моделі 5Е. Саме ця модель є ефективним підходом до організації STEAM-проектів, формування критичного мислення, активного пізнання, у доступній формі, допомагає познайомитись з основами STEAM-освіти.

Як зазначає Потапенко І. [10], модель 5Е спочатку була розроблена для удосконалення навчальної програми з науки та охорони здоров'я. В наукових джерелах зазначено, що в початковій школі в кінці 1980-х років під керівництвом Роджера Байбі ця модель активно впроваджувалась.

Навчання за моделлю 5Е, зазначає І. Потапенко, дає можливість краще розуміти предмет, розвивати наукове мислення учнів, проявляти більший інтерес до предмета та позитивне ставлення до науки у порівнянні з альтернативними підходами.

Науковець зазначає, що дана модель складається з п'яти етапів, кожен з яких має свої особливості й мету; передбачає вивчення необхідних ідей, концепцій та навичок, які учні повинні засвоїти. Водночас вчителі повинні відігравати активну роль у поясненні матеріалу та підтримці здобувачів освіти. Дослідниця переконана, що дана модель надає можливості для демонстрації навчання через застосування, а вчителі/викладачі мають можливість використовувати різноманітні методи та інструменти, щоб показати приклади реального світу, застосування наукових концепцій та принципів [10].

У рамках проведеного дослідження в умовах освітнього процесу Київського столичного університету імені Бориса Грінченка було охоплено 96 студентів спеціальності «Початкова освіта». На початковому етапі дослідження, нами розроблено анкету та проведено опитування серед здобувачів вищої освіти 1 та 2 курсів Факультету педагогічної освіти з метою вивчення їх досвіду застосування STEM-проектів та сучасних цифрових технологій у освітньому процесі.

Метою вхідного моніторингу студентів першого курсу на початковому етапі є визначення рівня знань студентів про STEM-освіту та, які методи, технології, цифрові інструменти застосовуються в STEM-освіті. Нами розроблено анкету, яка містила такі запитання:

- Які дисципліни закладені в основу STEM-освіти?
- Чим відрізняється STEM-освіта від традиційного навчання?
- Яка мета STEM-освіти?
- Які компетентності формує STEM-освіта?
- Чи брали ви участь у STEM-проектах?
- Які цифрові технології використовуються у STEM-проектах?

Анкета

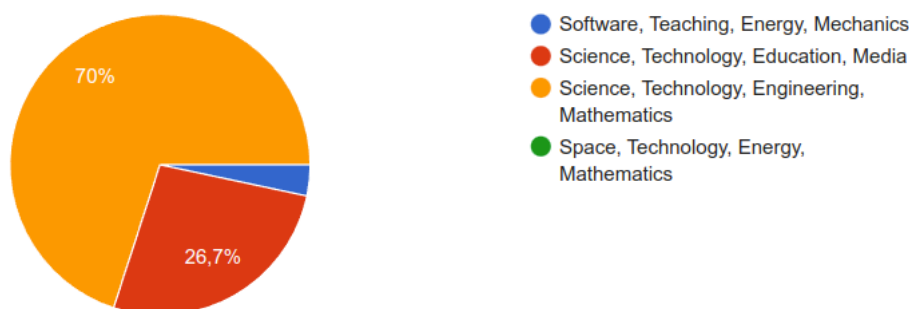


Рис. 1. Відповіді на запитання анкети

З відповідей студентів бачимо, що не всі респонденти змогли правильно вказати, які предмети закладені в основу STEM-освіти, що свідчить про їх недостатній рівень теоретичних знань і обізнаність.

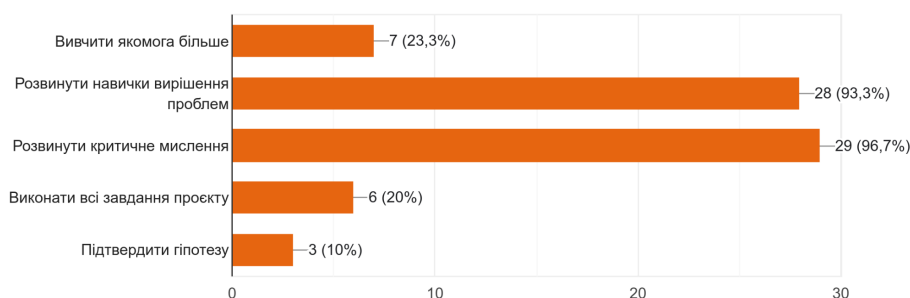


Рис. 2. Відповіді на запитання анкети «Основна мета STEM-освіти»

Також, підтвердженням саме початкового рівня теоретичних знань про STEM-освіту є низький відсоток відповідей, які містять правильну відповідь про основну мету STEM-освіти. Так більшість респондентів відповіли, що це – розвинути критичне мислення; на другому місці – розвинути навички розв’язування проблеми; на третьому – вивчити якомога більше; інші – виконати всі завдання проєкту та підтвердити гіпотезу.

З метою детального ознайомлення студентів із STEM-освітою, ми розробили бінарне заняття «STEM sound education: інтерпретація звуку в цифровому світі». Його структура представлена в таблиці 1. Далі опишемо програмні засоби, що були використані на занятті, їх переваги, недоліки та особливості застосування (табл. 2).

Табл. 1.
Сучасні технології в STEAM проєктах за моделлю 5E

№	Етап за моделлю 5 E	Програмне забезпечення у проєкті
1.	Залучення (Engage)	Віртуальні екскурсії (The VR Museum of Fine Art , Dreams of Dali , Art Plunge), музеї 360° від Google arts and culture (Національний інститут біологічних ресурсів Nakdonggang Південна Корея « 7 зниклих птахів, які відроджено 3D », Екскурсія давньоримською « Віллою птахів » у Єгипті), Quiver ,
2.	Дослідження (Explore)	Chrome Music Lab (Song Maker) , Експеримент Девіда Лі Viola the Bird , Makeblock (Musician) , Експеримент Paint with music , віртуальна симуляція PhET Sound Simulation (Звукові хвилі)
3.	Поясніть (Explain)	SYNO AI , NoiSee , sketch.metademolab.com , Chrome Music Lab (Oscillators , Kandinsky – інструмент для перетворення малюнків на звук, Sound Waves , тощо) Toyteatre
4.	Розробіть (Elaborate)	Створення моделей птахів за допомогою 3D ручки
5.	Оцініть (Evaluate)	Thisissand (рефлексія)

Classcick – це інтерактивна освітня платформа, розроблена командою фахівців з освітніх технологій під керівництвом Andrew Rowland у 2014 році в США. Ця платформа

призначена для того, щоб допомогти вчителям готувати уроки, контролювати діяльність учнів та надавати миттєвий зворотний зв'язок (<https://app.classkick.com/>).

Табл. 2.
Переваги та недоліки застосунку

Переваги	Недоліки
Миттєвий зворотний зв'язок з учнем (вчитель може спостерігати за прогресом учнів у реальному часі та коментувати їх роботу)	Обмежена функціональність безплатної версії (для розширених можливостей потрібна платна підписка)
Інтерактивність (можливість додавати текст, малюнки, аудіозаписи та мультимедійні матеріали);	
Гейміфікація (учні можуть отримувати бали та нагороди для виконання завдань)	
Співпраця (учні можуть співпрацювати та коментувати роботу однокласників)	Обмежені інтеграції (менша інтеграція з іншими навчальними сервісами відповідає Google Classroom чи Microsoft Teams)
Технічна доступність (доступний у браузері, а також на iOS і Chromebook)	Високі вимоги до інтернет-з'єднання (платформа потребує стабільного підключення)

У платформі Classkick створено інтерактивний зошит для проєкту, що містить у собі 4 мініпроєкти. Кожна група отримала посилання та пояснення до кожного завдання проєкту, більшість посилань на застосунки також розміщені разом із завданнями в зошиті. Кожна група визначила керівника групи, доповідача, діловода, дизайнера та дослідника. Керівники груп отримали друковані варіанти зошитів та Qr-код посилання на його електронний варіант.

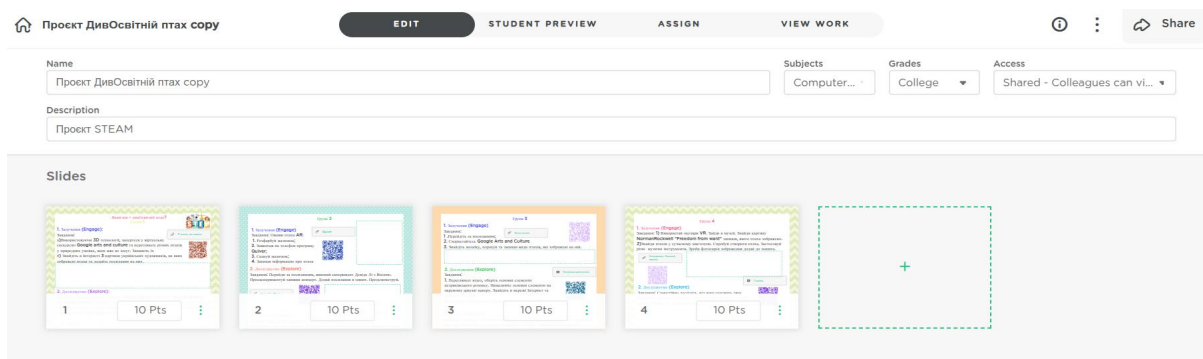


Рис. 3. Створені зошити за моделлю 5E у Classkick

Отже, на першому етапі моделі 5E Залучення (Engage) – необхідно занурити студентів у тему через проблемне запитання, демонстрацію, цікаву інформацію. Тому,

на цьому етапі ми використали застосунки, які на нашу думку, найкраще відповідають меті, а саме: вивчення імерсивних технологій.

Імерсивні технології (VR, AR, MR) – цифрові технології повного або часткового занурення у віртуальний світ. Вони відкривають нові можливості для навчання завдяки інтерактивності.

Однією з них є онлайн-платформа Google art and culture, яка є некомерційною організацією, мета якої – зберегти та перенести світове мистецтво у цифровий простір, зробити мистецтво доступним кожному. Платформа розпочала роботу 2011 року і на сьогодні у застосунку зібрані твори з 2000 музеїв та архівів. До переваг використання платформи відносимо наявність інтерактивних функцій: віртуальні тури, музеї, якісні цифрові зображення, 3D моделі та доповнена реальність, готові експерименти з мистецтва.

Крім онлайн платформи Google art and culture на першому етапі використали STEM-lab з окулярами віртуальної реальності (Virtual Reality) та програми для здійснення віртуальних екскурсій The VR Museum of Fine Art, Dreams of Dali, Art Plunge. Перед кожною екскурсією формували запитання та завдання, відповідь на які потрібно було знайти під час перегляду екскурсії. Наприклад, у віртуальному музеї The VR Museum of Fine Art потрібно взяти квиток → знайти ліфт → переміститися на другий поверх та знайти картину із зображенням птаха (Norman Rockwell «Freedom from want»). У застосунку Art Plunge потрібно знайти картину, у якій чути звук птахів і визначити їх – картина Яна Вермера «Дівчина, що читає лист біля розкритого вікна» (птахи чайки).

Група 4

1. Залучення (Engage)

Завдання: 1) Використай окуляри VR. Зайди в музей. Знайди картину **Norman Rockwell "Freedom from want"** запиши, якого птаха зображено. 2) Знайди птахів у сучасному мистецтві. Спробуй створити птаха. Застосовуй різні музичні інструменти. Зроби фотоскрін зображення додай до зошита.

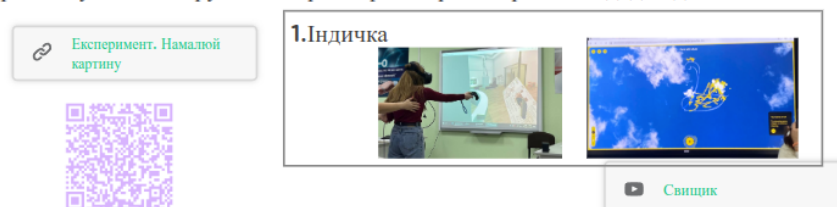


Рис. 4. Результати роботи студентів у інтерактивному зошиті на першому етапі проєкту

Ще одним застосунком, який мотивує та зацікавлює на першому етапі ми використали безплатний аркуш з додатка доповненої реальності (AR) Quiver. Застосунок умовно безплатний дає можливість:

- використовувати обмежену кількість аркушів із чорно-білими малюнками та QR-кодом для сканування;
- дозволяє розмальовані малюнки перетворювати на анімації;
- виконувати різні завдання відповідно до типу малюнку.

Студенти отримали роздруківки рисунка Western Snowy Plover (Сойка західна – невеликий кулик родини пташиних, що знаходиться на межі зникнення) з безплатного пакета розмальовок «Парки штату Каліфорнія». Розфарбували за бажанням та власним баченням, а потім сканували за допомогою планшетів з установленим застосунком Quiver. Крім можливості створити 3D зображення, ця програма до кожного малюнку додає завдання, так у зображенні з Western Snowy Plover можна побачити реальне забарвлення птаха, прослухати інформацію про нього та цікаві факти.

Після виконання першого етапу завдання, студенти перейшли до етапу 2 дослідження (Explore). На етапі дослідження ми застосували різні завдання для кожної з груп для проведення пошуку інформації, досліджень, експериментів. Наприклад, для 1 групи ми запропонували завдання з використанням платформи MusicLab (експеримент перетворення малюнків на звук) та Paint With Music. Студентам запропоновано створити звуковий образ птаха. Здобувачі освіти досліджували, як за допомогою різних звуків можна «намалювати» характер або поведінку птахів. Потрібно намалювати птаха, прослухати, як звучить малюнок та додати зображення до зошита.

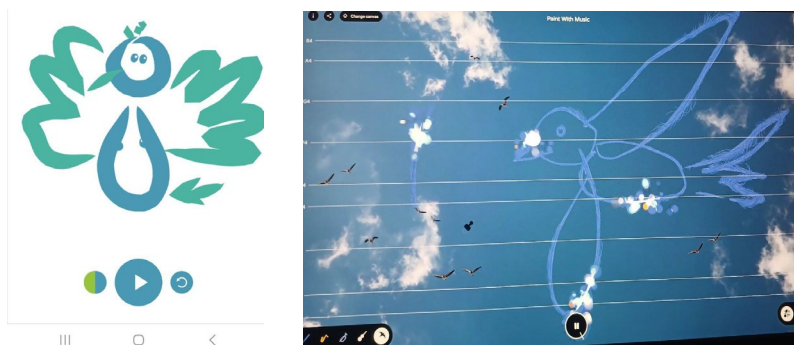


Рис. 5. Зображення виконаної роботи студентами в MusicLab та Paint With Music

Під час виконання завдання, студентам було легше працювати з експериментом платформа MusicLab, оскільки інтерфейс програмного засобу є інтуїтивно зрозумілим, що полегшує роботу. Вони намалювали птаха і мали змогу одразу прослухати, як звучить малюнок натиснувши «Play». Захоплення у здобувачів освіти викликало виконання творчого завдання в Paint With Music. Так, у червні 2021 року Google Arts & Culture Lab запустила онлайн-експеримент під назвою Paint With Music. У ньому користувачі можуть створювати музику, малюючи на сенсорних полотнах. Лозунг даного експерименту – «Музика для всіх». Початкова мета Paint With Music полягала в тому, щоб зробити музику доступною як для музикантів, так і для аматорів. Реалізуючи цю ідею, Paint With Music поєднав музику з живописом. Так, за допомогою бібліотеки DDSF (Differentiable Digital Signal Processing) від Magenta малюнки користувача перетворюються на музичні ноти, які виконуються на музичному інструменті, який обирає користувач. Також можна малювати на чуттєвих полотнах, наприклад, на небі або океані тощо. Студенти мали змогу не тільки намалювати птаха, але й визначити висоту звучання його мелодії, використавши різну висоту звуків. Не менш цікавим був вибір тембру музичного інструменту (флейта, саксофон, труба, скрипка, тощо), який на думку студентів найкраще передає образ птаха. Студенти мали змогу поділитися виконаним завданням з однокурсниками в соцмережах, використавши позначку «Поділитися».

Для другої групи запропоноване інше завдання: виконати експеримент Девіда Лі з Віолою. Студенти записували власну музичну композицію та додавали посилання в зошит. Зазначимо, що при виконанні завдання з експериментом Девіда Лі Viola the Bird у студентів, у яких недостатньо розвинене відчуття ритму, виникали труднощі. Ми пояснюємо це наступним чином: через неточне відтворення тривалості нот, зазнавав змін і ритм музичної композиції, відтак не завжди можна було зрозуміти ритмічний малюнок, який хотіли використати студенти.

Одним із цікавих та незвичних завдань другого етапу – було дослідження свищиків. Студентам запропонували два види свищиків: дерев'яний та глиняний. Завдання полягало у дослідженні впливу матеріалу, розміру, сили подиху на звук.

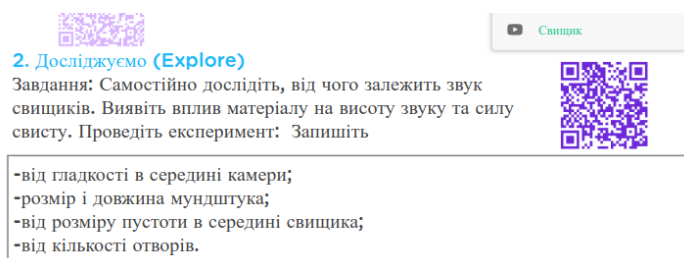


Рис. 6. Відповіді студентів дослідження свищиків

Також студентам після прочитання і пояснення казки Василя Сухомлинського «Співуча пір'їнка» було запропоновано дослідити «Чи може пір'їна співати?». Вони пояснювали як утворюється звук, що таке коливання, як працюють звукові хвилі? Запитання: Чи співала пір'їнка? Пояснення: Звук виникає завдяки коливанням повітря. Як і у творі, вітер колихає пір'їнку і вона видає звук. Чому різні предмети звучать по різному? Для підсилення розуміння суті виникнення звуку, ми запропонували експеримент «Звукові хвилі» https://phet.colorado.edu/sims/html/sound-waves/latest/sound-waves_all.html, у якому можна дослідити залежність звуку від амплітуди та частоти коливань. Візуалізація поширення звукових хвиль допомогла студентам краще зрозуміти як виникає звук та чому ми його чуємо на відстані.

Поясніть (Explain). На цьому етапі потрібно провести дослідження чи експеримент та пояснити його з наукового погляду.

Студентам було запропоновано створити ескізи птахів та «оживити» їх за допомогою інструмента Animated drawings (<https://sketch.metademolab.com/canvas>). Цей цифровий інструмент побудований на основі штучного інтелекту. Його призначення – аналізувати малюнки та перетворювати їх на анімацію. Попередньо здобувачам освіти було запропоновано ознайомитися з інструкцією до роботи у застосунку:

- 1) Створіть ескіз птаха на білому аркуші паперу, сфотографуйте його та завантажте малюнок, у програму sketch.metademolab.com.
- 2) Оживіть Вашого птаха, створіть анімацію польоту.
- 3) Обговоріть принципи аеродинаміки: «Чому деякі птахи ширяють у небі, а інші швидко махають крилами?».

Після дослідження польоту птаха, студентам було запропоновано переглянути відео добірку картин Уласа Самчука, Катерини Білокур та Марії Примаченко, в яких основними «героями» стали птахи та квіти. Студенти звернули увагу на оригінальність картин та проаналізували деталі, які вказували саме на Петриківський розпис.

Після перегляду відео добірки картин, вони дослідили особливості Петриківського розпису, семантику візерунків та флористичних мотивів (Наприклад: основним компонентом є квітка – символ природи. Її майстри малюють, використовуючи різні елементи: «зернятко», «гребінчик», «пірчасте листя», «хвилька», «трипелюсткова квітка», тощо) і визначили, чому він був і залишається популярним.



Рис. 7. Ескізи студентів у техніці Петриківський розпис

Після виконання завдання, студенти мали змогу підсумувати, які кольори переважають у їхньому малюнку та визначити, чи передає семантика кольорів емоційний стан здобувачів освіти в конкретний момент часу. Так, більшість студентів обрали яскраві та насичені кольори, звертали увагу на чітке зображення флористичних деталей. Для проведення аналізу студентам була надана таблиця, що містила інформацію про значення кольорів та їх вплив на емоційний стан людини. Зокрема: червоний колір асоціюється з підвищеним збудженням, енергією та силою; оранжевий – з життєрадісністю, оптимізмом та творчістю; жовтий – з радістю, ентузіазмом та комунікабельністю; зелений – з відчуттям спокою, гармонії та природи; синій – з релаксацією, спокоєм та довірою; фіолетовий – з творчістю, містичністю та розумовою активністю.

Після завершення обговорення, вони зазначили, що значення деяких з кольорів – є індивідуальним і потребує суб'єктивного тлумачення. Не менш цікавим для студентів виявилось завдання, під час виконання якого вони створювали мелодію свого малюнка в toyteatre («Композитор»).

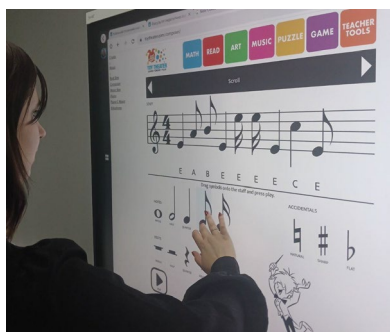


Рис. 8. Виконання завдання

Таким чином, студенти мали змогу відчувати себе творцями музичної композиції та вдосконалити свої знання з нотної грамоти (ноти, тривалості, паузи, тощо).

Неочікуваним завданням для здобувачів освіти виявилось завдання зі створення пісні про птаха за допомогою ШІ (suno IA). Мета стартапу Suno – дозволити людям створювати пісні. У цьому процесі використовуються дві моделі штучного інтелекту: для створення музики застосовується нейромережа Suno, тоді як генерування тексту та назви здійснюється за допомогою ChatGPT від OpenAI. Треки, створені за допомогою Suno, одразу викликають захоплення серед користувачів мережі завдяки їх реалістичності.

Однак, під час генерування треку виникають певні неточності – зміна наголосів у словах, відсутність рими, неритмічність під час проспівування слів, тощо. Відтак, перед тим, як згенерувати пісню, студентам було проведено короткий інструктаж та ознайомлено з алгоритмом створення музичного твору. Вони вчилися прописувати промт (prompt) таким чином, щоб ШІ врахував всі їхні побажання щодо змісту пісні, мелодики, жанру (лірична, поп, рок, тощо).

Всі результати студенти додавали в робочі зошити та представляли свої напрацювання перед однокурсниками.



Рис. 9. Заповнені робочі аркуші студентів у програмі Classkick

У підсумку, на цьому етапі студенти вчилися виконувати дослідження, формулювати висновки на основі проведеного експерименту та пояснювати свої рішення.

На етапі Розробіть (Elaborate) завдання було одне для всіх – розробка та створення моделі птаха за допомогою 3D ручки. Спочатку студенти розробили ескізи та шаблони майбутньої 3D моделі, застосовували математичні обрахунки та експериментували.

Студенти застосували математичні знання, оскільки одним із обов'язкових завдань було створити ескіз, у якому кожна частина птаха буде відповідати певній геометричній фігурі: наприклад, голова – коло, крила – трикутники, тулуб – овал або циліндр. Визначити масштаби для кожної частини птаха. Наприклад, якщо голова має діаметр 2 см, то крила мають бути у 3 рази ширші за діаметр голови. Провести обрахунки та створити ескіз свого птаха. Після створення ескізу, студенти перейшли до роботи з 3D ручкою.

3D ручка – це інструмент для творчості, який дозволяє створювати тривимірні об'єкти за допомогою нагрівання пластикових ниток, наприклад, з пластику типів ABS чи PLA.

Принцип роботи 3D ручки:

1. В середині ручки знаходиться нагрівальний елемент, який плавить пластикову нитку.
2. Розплавлений пластик видавлюється через тонке сопло на кінці ручки.
3. При контакті з повітрям пластик швидко твердне, утворюючи міцну структуру.

Розроблені правила користування 3D-ручкою для студентів:

- працювати в облаштованому робочому місці – зазвичай вистачить столу з вільним простором;
- не торкатися до кінчика ручки – він нагрівається швидше, ніж корпус (із цієї ж причини вчитися малювати 3D-ручкою дітям варто під наглядом дорослих).

Інструктаж:

1. Підготувати робоче місце (підкласти силіконовий килимок на стіл, вибрати колір нитки, одягнути напальчники, підготувати ескіз і плівку);
2. Ввімкнути 3D-ручку, вставити в отвір подачі пластик, визначити температуру відповідно до типу пластика – 195 градусів;
3. Почекати коли пластик нагріється, виставити швидкість подачі пластику – кнопка регулятор швидкості, натиснути кнопку – подача пластику;
4. Після завершення роботи, натиснути кнопку вилучення пластику, дочекатись коли нитка виїде з ручки, ножицями відрізати тонку частину нитки.

Після інструктажу студенти розпочали виконувати вироби за створеними ескізами.

Як додаткове завдання для студентів, що завчасно виконали основне завдання, ми підготували набори з робототехніки Makeblock, за допомогою яких потрібно виконати створену мелодію.

Після того як студенти завершили всі завдання міні проєктів, кожна група презентувала свої результати дослідження, найцікавіші завдання та створені власноруч моделі птахів за допомогою 3D ручки.

Для отримання рефлексії, також застосовано програму Thisissand, студенти спільно створювали картину із застосуванням семантики кольорів з попереднього завдання (Петриківський розпис).

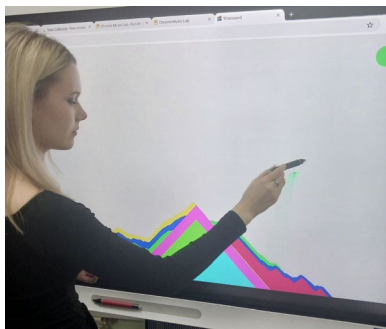


Рис. 10. Рефлексія

На завершальному етапі дослідження, ми знову провели анкетування. За його результатами визначено що: 97% опитаних знають мету STEM-освіти та точно розшифровують аббревіатуру. Результати анкетування засвідчили високий рівень обізнаності учасників щодо ключових компетентностей, які формує STEM-освіта.

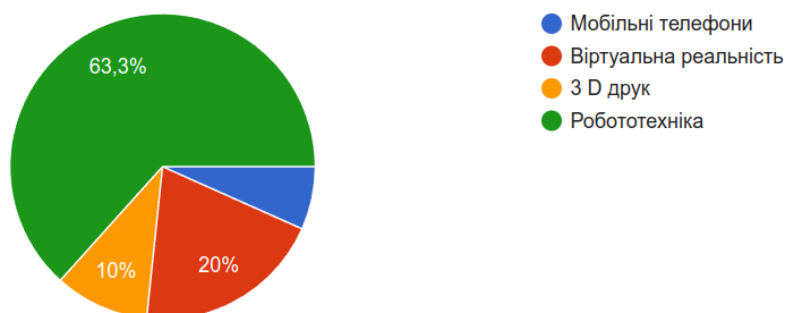


Рис. 11. Розподіл застосування цифрових технологій у проєктах

Висновки дослідження та перспективи подальших розвідок. Отже, реалізуючи програми впровадження STEAM-освіти в закладах освіти, вчителі повинні активно використовувати сучасні технології. Серед методів проблемного навчання значну роль відіграють проєктний метод, що залучає здобувачів освіти до дослідницької діяльності. Саме така діяльність ґрунтується на реальних технічних проблемах і спеціально розроблених завданнях, сприяє формуванню практичних навичок у студентів і їх здатності презентувати отримані результати. Оскільки якість навчального процесу значною мірою визначається рівнем компетентностей і професійної підготовки викладача, критично важливо підготувати майбутніх учителів до організації навчання з використанням елементів STEAM-освіти та до ефективної методичної підтримки дисциплін. Елементами такої підтримки є створення методичних і дидактичних матеріалів для студентів, мотивація до дослідницької діяльності, а також узагальнення результатів досліджень і формулювання висновків. Впровадження програмних засобів (імерсивні технології, ШІ) для реалізації проєктного методу за моделлю 5Е, дозволяє студентам отримати цінний досвід організації та реалізації проєктного навчання з залученням елементів STEAM-освіти до їх підготовки.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо у розробленні практичних і методичних рекомендацій застосування імерсивних технологій та музичних лабораторій та їх ефективного впровадження у процес підготовки вчителів початкових класів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гриневич Л., Морзе Н., Бойко М. Наукова освіта як основа формування інноваційної компетентності в умовах цифрової трансформації суспільства. ITLT 2020. 77 (3). С. 1-26. URL: <https://doi.org/10.33407/itlt.v77i3.3980>.
2. Frederick Benaben, Aurélie Congès, Audrey Fertier A prospective vision of the evolution of immersive technologies: Towards a definition of metaverse, Technovation. 2025. Volume 140. URL: <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2024.103154> (date of access: 16.02.2025).
3. Anuj Rapaka, S.C. Dharmadhikari, Kishori Kasat, Chinnem Rama Mohan, Kuldeep Chouhan, Manu Gupta, Revolutionizing learning – A journey into educational games with immersive and AI technologies, Entertainment Computing. 2025. Volume 52. URL: <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2024.100809> (date of access: 19.01.2025).
4. Paula García-Llamas, Angela Taboada, Patricia Sanz-Chumillas, Luísa Lopes Pereira, Roberto Baelo Álvarez, Breaking barriers in STEAM education: Analyzing competence acquisition through project-based learning in a European context, International Journal of Educational Research Open. 2025. Volume 8. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2025.100449> (date of access: 10.02.2025).
5. Carlos Lage-Gómez, Germán Ros, On the interrelationships between diverse creativities in primary education STEAM projects, Thinking Skills and Creativity. 2024. Volume 51. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101456> (date of access: 26.02.2025).
6. Victor Hugo Mincés, Nagarajan Akshay, STEAM for all: a vision for STEM and arts integration, Editor(s): Robert J Tierney, Fazal Rizvi, Kadriye Ercikan, International Encyclopedia of Education (Fourth Edition). Elsevier. 2023. P. 10-18. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818630-5.13053-2>. (date of access: 24.02.2025).
7. Морзе Н., Варченко-Троценко Л., Терлецька Т., Смирнова-Трибульська Є. Штучний інтелект у ролі асистента вчителя початкової школи. Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету. 2023. №15. С. 97-115. URL: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2023.158>
8. Todorka Glushkova, Krzysztof Gurba, Theo Hug, Nataliia Morze, Tatiana Noskova, Eugenia Smyrnova-Trybulska, New technologies in personalisation of STEM and

- STEAM education – international context, International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning. 2022. 32(5). С. 591-616. URL: <https://www.inderscience.com/info/inarticle.php?artid=125730> (date of access: 03.02.2025).
9. Поліхун Н. І., Постова К. Г., Сліпухіна І. А., Онопченко Г. В., Онопченко О.В. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів: методичні рекомендації. Київ. Інститут обдарованої дитини НАПН України. 2019. 80 с.
 10. Потапенко І. STEM-освіта в початковій школі: від навчальної моделі до реального уроку. За заг. ред. О. Елькін, О. Масалітіна; упорядкув. К. Ремез. Електронне видання. Київ. ГО «EdCamp Ukraine». 2023. 300 с. URL: <http://bit.ly/edcampstembook> (date of access: 06.02.2025).

*Матеріал надіслано до редакції 12.03.2025 р.
Затверджено до друку 24.04.2025 р.*

USING MODERN TECHNOLOGIES IN STEAM PROJECTS DURING PRIMARY SCHOOL TEACHER TRAINING

Oleksandra Shkurenko

PhD of Pedagogical Sciences
Boris Grinchenko Kyiv Metropolitan University, Kyiv, Ukraine
o.shkurenko@kubg.edu.ua
ORCID: 0000-0003-2774-6294

Serhii Stetsyk

PhD of Pedagogical Sciences, Associate Professor
Dragomanov Ukrainian State University, Kyiv, Ukraine
s.p.stetsyk@udu.edu.ua
ORCID: 0000-0002-5668-6182

Roksolana Shpitsa

PhD of Pedagogical Sciences
Boris Grinchenko Kyiv Metropolitan University, Kyiv, Ukraine
r.shpitsa@kubg.edu.ua
ORCID: 0000-0002-9354-0641

Abstract. The article deals with the peculiarities of using modern technologies in the educational process of primary school. It is noted that in addition to the use of various digital technologies, Internet resources and interactive tools in STEAM education, it is effective to use special software tools to visualize, demonstrate and reproduce various phenomena. After conducting an input monitoring, the authors identified an insufficient level of students' theoretical knowledge about the use of STEAM projects, which proves the relevance of the chosen research topic. The authors demonstrate the advantages of using virtual laboratories, immersive technologies (virtual and augmented reality) and relevant mobile applications in the application of STEAM projects for future primary school teachers. The article presents a selection of available modern digital technologies that educators most often use in project activities. The authors analyze modern online resources and offer examples of their use in a higher education institution in the training of future primary school teachers. The study was conducted during the educational process at Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University. This approach allowed us to identify digital applications for STEAM education. The article describes the use of digital technologies such as virtual tours, 360° museums, simulation programs, experiments (Viola the Bird and Paint with music), PhET Sound Simulation, AI (SYNO AI), NoiSee, sketch.metademolab.com, Chrome Music Lab, etc. The introduction of software tools for the implementation of the 5E project method allows students to gain valuable experience in organizing and implementing project-based learning with the involvement of STEAM educational elements.

Keywords: educational technologies; immersive technologies; digital technologies; STEAM; artificial intelligence; online services; virtual laboratories

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Hrynevych, L., Morze, N. & Boiko, M. (2020). Scientific education as a basis for the formation of innovative competence in the context of digital transformation of society. ITLT, 77(3), 1-26.
<https://doi.org/10.33407/itlt.v77i3.3980> (in Ukrainian)
2. Benaben, F., Congès, A. & Fertier, A. (2025). A prospective vision of the evolution of immersive technologies: Towards a definition of metaverse, *Technovation*, 140. February 16, 2025.
<https://doi.org/10.1016/j.technovation.2024.103154>.
3. Rapaka, A., Dharmadhikari, S., Kasat, K., Mohan, C., Chouhan, K. & Gupta, M. (2025). Revolutionizing learning – A journey into educational games with immersive and AI technologies, *Entertainment Computing*, 52. February 19, 2025.
<https://doi.org/10.1016/j.entcom.2024.100809>
4. García-Llamas, P., Taboada, A., Sanz-Chumillas, P., Pereira, L. & Álvarez, R. (2025). Breaking barriers in STEAM education: Analyzing competence acquisition through project-based learning in a European context, *International Journal of Educational Research Open*, 8. February 10, 2025.
<https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2025.100449>
5. Lage-Gómez, C. & Ros, G. (2024). On the interrelationships between diverse creativities in primary education STEAM projects, *Thinking Skills and Creativity*, 51. February 26, 2025.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2023.101456>
6. Mincses, V. & Akshay, N. (2023). STEAM for all: a vision for STEM and arts integration, Editor(s): R. J. Tierney, F. Rizvi, K. Ercikan, *International Encyclopedia of Education (Fourth Edition)*, Elsevier, 10-18. February 24, 2025.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818630-5.13053-2>
7. Morze, N., Varchenko-Trotsenko, L., Terletska, T., Smyrnova-Trybulska, E. (2023). Artificial intelligence as a primary school teacher's assistant. *Open educational e-environment of Modern University* (15), 97-115.
<https://doi.org/10.28925/2414-0325.2023.158> (in Ukrainian)
8. Glushkova, T., Gurba, K., Hug, T., Morze, N., Noskova, T. & Smyrnova-Trybulska, E. (2022). New technologies in personalisation of STEM and STEAM education – international context, *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning*, 32(5), 591-616. February 3, 2025.
<https://www.inderscience.com/info/inarticle.php?artid=125730>
9. Polikhun, N., Postova, K., Slipukhina, I., Onopchenko, Gh. & Onopchenko, O. (2019). Implementation of STEM education in the context of integration of formal and non-formal education of gifted students: methodological recommendations. Kyjiv: Institute of Gifted Children of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, 80 (in Ukrainian)
10. Potapenko, I., Eljkin, O., Masalitina, O. & Remez, K. (2023). STEM education in primary school: from a training model to a real lesson, 300.
<http://bit.ly/edcampstembook> (in Ukrainian)