

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

РИСЬ Оксана Олександрівна – аспірант кафедри теорії і методики технологічної освіти Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка

Наукові інтереси: теорія та методика технологічної освіти.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

RYS Oksana Oleksandrivna – graduate student of the department of theory and methods of technological education, Poltava V.G. Korolenko National Pedagogical University.

Scientific interests: theory and methodology of technological education.

Стаття надійшла до редакції 26.07.2023 р.

УДК 372.853:53

DOI: 10.36550/2415-7988-2023-1-210-203-209

СТЕЦЮК Оксана Богданівна –

аспірантка кафедри експериментальної фізики,

інформаційних та освітніх технологій

Волинського національного університету

імені Лесі Українки,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3250-6359>

e-mail: oksanastetsiuk@vnu.edu.ua

ДОПОВНЕНА РЕАЛЬНІСТЬ (AR) ЯК СКЛАДНИК STEM-ТЕХНОЛОГІЙ В НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКІЙ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАТОРСЬКО-ДОСЛІДНИЦЬКІЙ РОБОТІ УЧНІВ

Формулювання проблеми. У статті проаналізовано проблему використання при викладанні фізики сучасних трендів освіти, тобто інноваційних технологій, таких як STEM-технологія та AR-технологія. Аналіз досліджень і публікацій із цієї проблеми дає можливість стверджувати, що питання візуалізації навчальної інформації через технологію доповненої реальності у поєднанні зі STEM-технологією, яка є новинкою останніх років, не достатньо вивчене. Проблема розкриття психологічних аспектів використання сучасних технологій для створення віртуального освітнього простору в контексті євроінтеграції недостатньо мірою висвітлюється в науковій літературі, що зумовлює актуальність дослідження поставленої проблеми.

Мета дослідження. Представлення результатів огляду та узагальнення контент-аналізу наукових, науково-методичних публікацій з використання AR технологій як складника STEM-освіти в науково-дослідницькій та експериментаторсько-дослідницькій роботі з фізики. Для досягнення мети дослідження нами були використані наступні методи: систематичний та порівняльний аналіз педагогічних праць, методичної та спеціалізованої літератури; аналіз педагогічного досвіду використання AR для підходу STEAM у школі.

Матеріали і методи. Для досягнення мети дослідження нами були використані наступні методи: систематичний та порівняльний аналіз педагогічних праць, методичної та спеціалізованої літератури; аналіз педагогічного досвіду використання AR для підходу STEAM у школі.

Наукова новизна. Визначено, що використання STEM-технологій у поєднанні з технологією доповненої реальності дозволяє: пояснювати використання фізичних явищ і законів демонстрацією AR-контенту та маніпулюванням ним; виконувати природничі, фізико-технічні лабораторні роботи, демонструвати досліди на моделях і макетах; використовувати технічні ресурси AR; здійснювати проектну діяльність.

Показано, що робота з AR контентом розвиває навички планування та організації процесу, використання готових програм AR для проведення експерименту, робить його більш видимим і зрозумілим, спонукає до глибшого засвоєння навчального матеріалу.

Ключові слова: STEM-технології, технології доповненої реальності, віртуальна реальність, AR-контент.

STETSIUK Oksana Bogdanivna –

graduate student of the department of experimental physics,

information and educational technologies,

Lesya Ukrainka Volyn National University.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3250-6359>

e-mail: oksanastetsiuk@vnu.edu.ua

AUGMENTED REALITY (AR) AS A COMPONENT OF STEM TECHNOLOGIES IN SCIENTIFIC RESEARCH AND EXPERIMENTAL RESEARCH WORK OF STUDENTS

Formulation of the problem. The article analyzes the problem of using modern trends in education, that is, innovative technologies, such as STEM technology and AR technology, in teaching physics. The analysis of research and publications on this problem makes it possible to state that the issue of visualizing educational information through augmented reality technology in combination with STEM technology, which is a novelty of recent years, has not been sufficiently studied. The problem of revealing the psychological aspects of the use of modern technologies to create a virtual educational space in the context of European integration is insufficiently covered in the scientific literature, which determines the relevance of the study of the problem.

The aim of the study. Presentation of the results of the review and generalization of the content analysis of scientific, scientific and methodical publications on the use of AR technologies as a component of STEM education in scientific research and

experimental research work in physics. To achieve the goal of the research, we used the following methods: systematic and comparative analysis of pedagogical works, methodical and specialized literature; analysis of the pedagogical experience of using AR for the STEAM approach at school.

Materials and methods. To achieve the goal of the research, we used the following methods: systematic and comparative analysis of pedagogical works, methodical and specialized literature; analysis of the pedagogical experience of using AR for the STEAM approach at school.

Scientific novelty. It was determined that the use of STEM technology in combination with augmented reality technology allows: to explain the use of physical phenomena and laws by demonstrating AR content and manipulating it; perform natural science, physical and technical laboratory work, demonstrate experiments on models and mock-ups; use AR technical resources; to carry out project activities.

It is shown that working with AR content develops the skills of planning and organizing the process, using ready-made AR programs to conduct the experiment, makes it more visible and understandable, and encourages deeper learning of the educational material.

Key words: STEM-technologies, augmented reality technologies, virtual reality, AR content.

Постановка та обґрунтування актуальності проблеми. «Модернізація системи освіти та поява інноваційних технологій навчання таких як STEM-технології та технології доповненої реальності (AR) можуть істотно покращити навчальний процес з фізики. Сучасна освітня модель має містити педагогічні технології, які ґрунтуються на здобутті знань з результатом, що відображається у практичній, науково-дослідницькій, проектній чи конструктивно-технічній діяльності» (11, с. 61). Використання при викладанні фізики сучасних трендів освіти, тобто інноваційних технологій, таких як STEM-технологія та AR -технологія, дає можливість стимулювати учнів до творчості, розвивати їх науково-дослідницькі уміння і навички, створювати мотиваційні умови для самовизначення в майбутньої професії, саморозвитку та самореалізації, реалізувати поточну компетенцію в повсякденне життя. Використання технології доповненої реальності покращує навчальні досягнення окремо взятого учня, його мотивацію, а також допомагає в організації командної роботи, групової співпраці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На наше глибоке переконання, перспективним складником STEM є AR -технологія. Робота над STEM проектом, з виготовлення засобів навчального призначення, у поєднанні з AR-технологіями відкриває широкі можливості для вирішення завдань з активізації пізнавальної діяльності учнів та розвитку конструкторських і творчих здібностей. Окремі аспекти впровадження STEM-технологій розглядали вітчизняні науковці: П. Атаманчук, О. Кузьменко, І. Сліпухіна, М. Садовий, О. Стрижак, І. Чернецький, О. Трифонова, В. Шарко, О. Мартинюк та інші.

О. Трифонова вважає що «для визначення науково обґрунтованого STEM освітнього підходу в навчанні природничих і технічних дисциплін необхідно створити основні його компоненти. До таких компонентів віднесли ідеалізовану модель STEM-освіти навчання технічних та природничих дисциплін; модель STEM технологій; модель техніко-технологічної картини світу (КС). Такий підхід сприяє формуванню у майбутніх фахівців

STEM компетентностей, забезпечує якісну освіту, формує світоглядну позицію навчатися впродовж всього життя та перетворювати знання у безпосередню продуктивну силу» (14, с. 37).

Ми розділяємо думку О. Мартинюка щодо того що саме «перспективним складником STEM є 3D-технології (адитивні технології) – частина майбутнього, що стає важливою складовою нашого життя. Проблема вивчення технологій тривимірного моделювання, можливостей самостійного проектування нині є особливо актуальною. Перевага 3D-прототипування в першу чергу у тому, що користувач має змогу експериментувати, миттєво отримувати результати та впроваджувати ідеї в реальні проекти та конструкції. Тривимірні технології є ще достатньо новими. Тому їх впровадження (до речі, так само як і засобів освітньої робототехніки, графічного програмування, віртуальної реальності тощо) в навчальний процес та науково-дослідну роботу вітчизняних закладів середньої та вищої освіти відбувається достатньо повільно» (10, с. 112).

Окремі питання візуалізації навчальної інформації під час вивчення фізики у школі були предметом дослідження: Д. Безуглого, Л. Білоусова, Н. Житеньова, В. Кожем'яко, А. Ярового та інших. Д. Безуглий акцентує увагу та тому, що «візуалізація інформації є дуже важливою складовою дидактичного процесу. На основі когнітивно-візуальних підходів можливе не лише представлення великої кількості даних у стислій, лаконічній формі, але й більш продуктивна навчальна діяльність, активізація пізнавального інтересу та розвиток асоціативного мислення, перенесення методів опрацювання інформації на різні об'єкти і сфери суспільства» (3, с.5).

В освітній галузі проблема візуалізації навчальної інформації з використанням технологій віртуальної та доповненої реальності досліджувалася в роботах Л. Білоусової, Н. Житеньової, Н. Гончарової. Зокрема Л. Білоусова, Н. Житеньова аналізуючи онлайн інструменти візуалізації у діяльності сучасного педагога зазначають, що «використання технологій візуалізації є провідним трендом в усіх сучасних галузях науки і сферах людської

діяльності, зокрема й в освіті, яка переживає процес докорінних перетворень під впливом змін у способах подання освітню сферу новітніх технологій візуалізації» (4, с. 8).

Процес залучення у навчальний процес технології доповненої реальності став предметом досліджень науковців: Ю. Єчкало, Ю. Матвієнко, Є. Модло, В. Климнюк, С. Семеріков, М. Ярушак, В. Ткачук, Н. Сороко, О. Мерзликін, О.І. Тополова, В. Тронь, О. Шабелюк, М. Кисловою, А. Стрюком.

М. Ярушак вважає, що «використання технології доповненої реальності в освітньому процесі збільшить мотивацію до навчання, підвищить рівень засвоєння інформації внаслідок різноманітності її візуального представлення, дасть змогу перенести частину науково-дослідної роботи учнів у площину дистанційного навчання, поліпшить середовище навчання, сприятиме формуванню дослідницьких умінь, розвитку пам'яті, уваги, уваги, мислення, емоційного інтелекту тощо» (17, с.277).

В. Климнюк стверджує, що «віртуальна реальність на сучасному етапі може стати необхідною формою, яка може значно підвищувати ефективність навчального процесу» (7, с. 207).

Розділяємо думку В. Климнюка щодо впровадження в навчальний процес технологій доповненої реальності С. Семеріков «новітні технології, зокрема AR, для розроблення освітнього контенту мають величезний потенціал для підвищення ефективності навчання здобувачів освіти. З їхньою допомогою можна забезпечити як індивідуальну, так і групову роботу, підтримувати навчання учнів з особливими потребами. Повсюдний доступ до освітнього AR-контенту, простота використання, забезпечать підтримування безперервного процесу навчання, що підвищить інтерес як до конкретного навчального предмета, так до освіти в цілому» (9, с.46).

На думку Д. Мацокіна, І. Пахомової AR додатки корисні не лише для вивчення окремих предметів, а й можуть бути застосовані до розробки нових підходів у навчанні, зокрема концепції STEM «сприяють формуванню інформаційно-цифрової та STEM-компетентності здобувачів освіти у процесі практико-орієнтованого навчання. Переваги використання доповненої реальності в освітньому процесі: візуалізація – полегшує процес запам'ятовування та розвиває абстрактну уяву; наочність – тривимірний підхід дає змогу дослідити прилад або явище у деталях, із різних боків; цікавість – «живі» зображення та 3D- Моделі на сторінках підручника» (12, с.153).

Проте проблема розкриття психологічних аспектів використання сучасних технологій для створення віртуального освітнього простору в

контексті євроінтеграції недостатньою мірою висвітлюються в науковій літературі, що зумовлює актуальність дослідження поставленої проблеми.

Аналіз досліджень і публікацій із цієї проблеми дає можливість стверджувати, що питання візуалізації навчальної інформації через технологію доповненої реальності у поєднанні зі STEM-технологією, яка є новинкою останніх років, не досить вивчене. Для багатьох науковців, учителів, викладачів визначення їх дидактичних можливостей відбувається у процесі практичного використання та під час безпосереднього впровадження в навчальний процес.

Метою статті є представлення результатів огляду та узагальнення контент-аналізу наукових, науково-методичних публікацій з використання AR технологій як складника STEM-освіти в науково-дослідницькій та експериментаторсько-дослідницькій роботі з фізики. Для досягнення мети дослідження нами були використані наступні методи: систематичний та порівняльний аналіз педагогічних праць, методичної та спеціалізованої літератури; аналіз педагогічного досвіду використання AR для підходу STEAM у школі.

Методи дослідження. Для досягнення мети дослідження нами були використані наступні методи: систематичний та порівняльний аналіз педагогічних праць, методичної та спеціалізованої літератури; аналіз педагогічного досвіду використання AR для підходу STEAM у школі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Технологія AR у поєднанні зі STEM освітою та ІКТ значно розширює можливості візуалізації навчального матеріалу з фізики, дозволяє розширити спектр доступних методів навчання, сприяє модернізації навчального середовища, дає можливість активізувати навчальний процес. Під візуалізацією навчального матеріалу з фізики розуміють різноманітні засоби, за допомогою яких конкретизується і з'ясується зміст завдання і прийоми його розв'язування. Розгортання AR-елементів при вивченні фізики з використанням STEM підходу потребує відповідних змін у використанні різних організаційних форм та розширення зазначених ресурсів. STEM-навчання у поєднанні з елементами доповненої реальності впливає на розвиток і формування нових компетенцій, а також на формування когнітивних навичок шляхом поєднання теоретичних і практичних форм навчальної діяльності.

Щодо теоретичних основ використання AR при викладанні фізики слід розглядати - створення AR-контенту та пасивне споживання AR-контенту. Навчальний процес з фізики з використання доповненої реальності організують із врахуванням:

- матеріал AR слід використовувати паралельно з традиційними методами навчання;

- контент AR повинен бути інтерактивним для максимізації ефективності методів навчання;

- розробка AR має враховувати особливості вивчення конкретних користувачів, наприклад вік.

Автори багатьох методичних праць вважають, що рисунок, схема або графік, зроблені учнем самостійно дають можливість учневі зрозуміти зміст процесу, дозволяють конкретизувати абстрактні фізичні поняття і процеси, дають схематичне зображення ходу процесів, принципу дії машин, установок, приладів. Учні краще розуміють логічний аналіз виучуваного поняття коли рисунок з'являється поступово і поєднується з певними візуальними образами, іде формування поняття про фізичні процеси, взаємозв'язки між величинами. Отже, впровадження у навчальний процес AR-технологій у поєднанні зі STEM навчанням є тим інструментом, який забезпечує формування цілісного поняття про фізичний процес, реальні структури експерименту доповнюються віртуальними об'єктами, завдяки чому іде краще розуміння експерименту. Це особливо важливо під час вивчення та моделювання фізичних експериментів з механіки, оптики, термодинаміки і не тільки. У контексті необхідності візуалізації абстрактних наукових ідей і концепцій ми пропонуємо використовувати вбудовані динамічні моделі програми *GeoGebra* - безкоштовна математична програма для розробки інтерактивних (живих) моделей, вона завжди доступна на www.geogebra.org. Динамічні моделі, створені за допомогою *GeoGebra*, можна відкрити за допомогою програми *GeoGebra 3D Calculator* на смартфоні чи планшеті, використання *GeoGebra* з інструкціями AR та експериментами з механіки, електрики та оптики можна знайти зайшовши за посиланням (www.geogebra.org/m/pafxbxfu). Без

спеціальних маркерів вони накладаються на кожен область, яку розпізнає камера, простим натисканням кнопки AR. Порівняно з іншими програмами AR, які орієнтовані на певну тему тут можна вставляти свої самостійно створені або відредаговані динамічні моделі. *GeoGebra* полегшує створення математичних моделей, які дозволяють проводити інтерактивні дослідження при переміщенні об'єктів і зміні параметрів. При вивченні у 9 класі теми «Рух тіла під дією кількох сил» доцільним є використання додатку *GeoGebra* «Рух тіла на похилій площині» рис.1. так як у двовимірному та динамічному (2DD) підході до механіки використовуються вектори для введення основних кінематичних величин. Додаток дозволяє змінювати кут нахилу площини (перетягуванням червоної точки), початкове положення тіла (перетягніть точку M), коефіцієнт тертя (перетягніть повзунок μ). Можна відобразити сили, поставивши відповідну галочку.

Як показує досвід, визначення діючих на тіло сил на похилій площині учням дається важко. Тому вивчення цього питання можна розглянути як STEM проект з елементами AR: «Елементи похилої площини та як вони впливають на силу та відстань» в ході роботи над яким учні мають навчитися визначати напрями сил які діють на тіло на похилій площині та познайомитись із її використанням в побуті і техніці.

Робота над проектом проходить у два етапи. На першому етапі учні працюють із додатком який дозволяє візуалізувати віртуальне зображення сил за допомогою векторів сили як віртуальних об'єктів в експерименті AR. Крім того для різних випадків руху, змінюючи масу візка на моделі і встановлюючи кут нахилу, учні визначають кількісно результат векторного додавання сил (рис. 1).

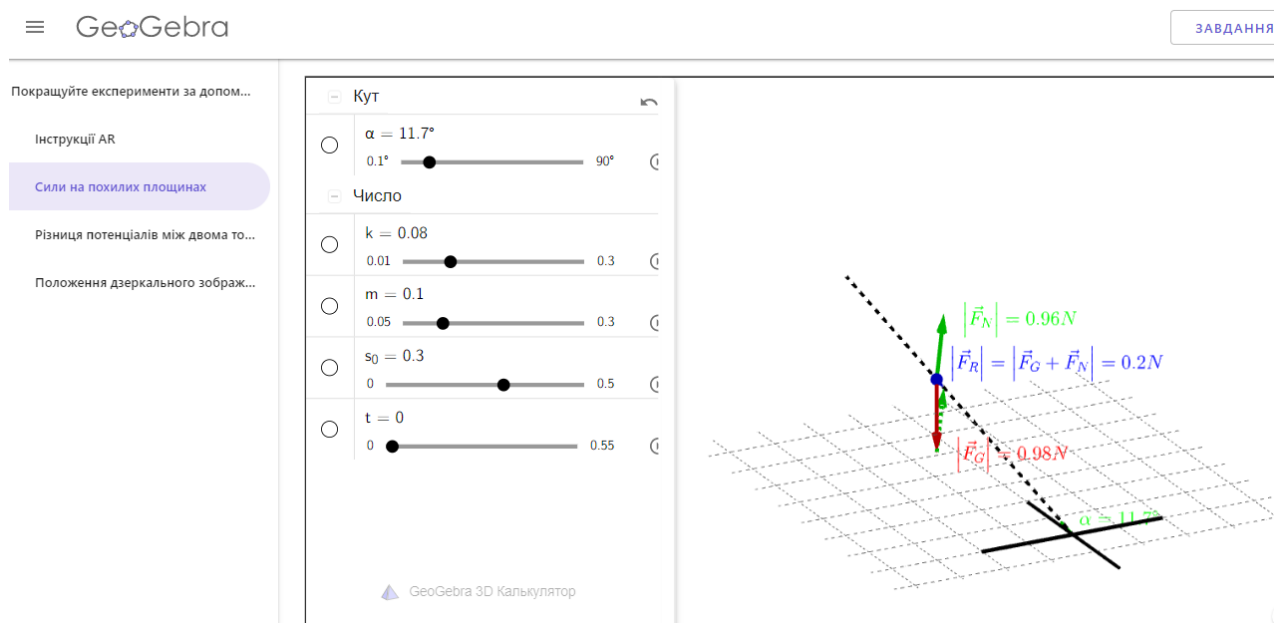


Рисунок 1. Експериментальна установка, яка переглядається через смартфон під час експерименту AR щодо сил на похиліх площинах(www.geogebra.org/m/pafxbxfu).

Використовуючи симуляцію, змінюючи положення тіла на похилій площині, демонструємо, що за рахунок ваги тіла утворюється сила, яка переміщує тіло вниз по похилій площині, і ця сила діє паралельно похилій площині. Використовуючи модель учні знаходять напрям складових сил, і переконуються в тому що сили вибрано не довільно, а їх дія обумовлена тією дією, яку чинить тіло на похилій площині. Крім того модель дозволяє побачити що величина сили яка стягує тіло по похилій площині змінюється для того самого тіла залежно від кута нахилу похилої площини.

В ході реалізації другого етапу проекту учні отримують завдання:

1. *Із курсу механіки відомо, що при рівномірному зісковзуванні тіла з похилої площини коефіцієнт тертя ковзання дорівнює тангенсу кута нахилу даної похилої, тобто $\mu = \tan \alpha$. Попробуйте на цій основі розробити конструкцію приладу для вимірювання коефіцієнта тертя. Очевидно, що основним елементом цього приладу буде похила площина і шкала для вимірювання кута. Учні виконують роботу по виготовленню приладу. Прилад складається із основи і шарнірно з'єднаної з нею похилої площини. До основи, за*



допомогою різьбового гвинта, який дозволяє фіксувати положення похилої площини, кріпиться шкала. Шкала має форму половини кола і на неї нанесені градусні поділки, які дозволять виміряти кут нахилу похилої площини (рис.2) Використовуючи даний прилад учні швидко знаходять коефіцієнт тертя для різних поверхонь.

Рисунок 2. Похила площина і шкала для вимірювання кута нахилу.

2. *Уявіть собі чергу на АЗС: весь транспорт стоїть з працюючим двигуном, адже після того, як від'їде від колонки із заправленим баком який-небудь автомобіль, всі інші повинні під'їхати вперед на вільне місце. І так після кожної чергової заправки. Зрозуміло, що це не тільки невигідно з точки зору економії (даремно згоряє паливо, зношуються деталі двигуна), попри це водії і обслуговуючий персонал станції вдихають вихлопні гази. Запропонуйте, як можна*

покращити ситуацію на АЗС без значних матеріальних затрат. Учні використовуючи виготовлений прилад приходять до висновку що необхідно зробити під'їзні платформи до колонок з невеликим кутом нахилу - 4-5°. Цього достатньо для того, щоб автомобіль скочувався з підвищення після того, як водій відпустить педаль гальма.

Отже, використання STEM-технології у поєднанні з технологією доповненої реальності дозволяє:

- пояснювати використання фізичних явищ і законів демонстрацією AR-контенту та маніпулюванням ним.
- виконувати природничі, фізико-технічні лабораторні роботи, демонструвати досліди на моделях і макетах.
- використовувати технічні ресурси AR
- здійснювати проектну діяльність.

Створення об'єктів за допомогою AR дає можливість учневі самостійно виконувати фізичний експеримент, створювати цифровий контент, спонукають до глибшого засвоєння навчального матеріалу. Робота з AR контентом розвиває навички планування та організації процесу, використання готових програм AR для проведення експерименту, робить його більш видимим і зрозумілим.

Таким чином використання AR в освітніх дослідженнях STEM показало, що необхідно:

1. Працювати над створенням електронних освітніх ресурсів. Можливе використання існуючих моделей.
 2. Здійснювати методичний супровід.
 3. Навчати вчителів створювати контент AR.
- Проводити підвищення кваліфікації вчителів у напрямі проектування навчального середовища та його формування.

Висновки та перспективи подальших розвідок напряму. В ході проведеного аналізу науково-методичних публікацій виявили, що загалом вчені вважають сприятливим використання дидактичних можливостей доповненої реальності для реалізації STEM підходу при вивченні фізики. Навчальне STEM середовище на основі AR надає вчителям нові можливості щодо подання навчального матеріалу, дозволяє розширити та збагатити традиційну педагогіку новими навчальними ресурсами; стимулює розвиток автономії учня у процесі навчання, дозволяє учневі вибрати свою освітню траєкторію; підвищує мотивацію та покращує успіхи учнів у засвоєнні нових знань.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Атаманчук П.С., Атаманчук В.П. STEM-інтеграція як важлива інноватика сучасної освітньої парадигми. *STEM-освіта – проблеми та перспективи:*

зб. матеріалів доп. учасників II Міжнар. наук.-практ. семінару. Кропивницький : КІА НАУ, 2017. С. 9-10.

2. Атаманчук П.С. Впровадження елементів STEM-освіти в освітній процес. *Наукові записки. Серія: педагогічні науки*. Центральноросійський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка, Кропивницький, 2019. Вип. 179. С. 15-24.

3. Безуглий Д. Візуалізація як сучасна стратегія навчання. *Фізико-математична освіта*. Суми : СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2014. С. 5-11

4. Білоусова Л.І. Онлайн-інструменти візуалізації у діяльності сучасного педагога. *ScienceRise*, 2018. С. 8-15. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/textped_2018_7_4. (дата звернення 21.06.2023р.)

5. Василяшко І.П., Білик Т.В. Упровадження STEM-навчання – відповідь на виклик часу. *Управління освітою*. Київ, 2017. № 2 (386). С. 28-31.

6. Кузьменко О.С. Теоретичні і методичні засади навчання фізики студентів технічних закладів вищої освіти в контексті розвитку STEM-освіти : монографія. Кропивницький : КОД, 2018. 624 с.

7. Климнюк В.С. Віртуальна реальність в освітньому процесі: збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2018. С. 207-212

8. Лист ІМЗО “Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2021/2022 навчальному році”. 11.08.2021 № 22.1/10-1775 URL: <https://imzo.gov.ua/2021/08/16/lyst-imzo-vid-11-08-2021-22-1-10-1775>. (дата звернення 21.06.2023р.)

9. Литвинова, С., Буров, О., Семеріков, С. Концептуальні підходи до використання засобів доповненої реальності в освітньому процесі. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців*. 2021. с. 207-212. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2020-55-46-62>

10. Мартинюк О.С. Інноваційні напрями STEM-технологій у системі формування науково орієнтованої освіти. *Неперервна освіта в модусах минулого, теперішнього, майбутнього: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнарод. участю./ Луцьк : Вежа-Друк, 2018. С. 112- 114.*

11. Мартинюк О.С. Тривимірне прототипування як складник STEM-технологій у конструктивно-технічній і науково-дослідній роботі студентів та учнів: збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Кам'янець-Подільський, 2019. С. 61-64. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkp_ped_2019_25_16 . (дата звернення 21.06.2023р.)

12. Мацокін Д.В., Пахомова І.М. Платформи й мобільні додатки для створення та використання контенту із технологією доповненої реальності в освітньому процесі. *Проблеми сучасної освіти*. 2020. с. 153-160. URL: <https://periodicals.karazin.ua/issuesedu/article/view/17672>. (дата звернення 25.06.2023р.)

13. Про затвердження плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-planu-zahodiv-sh-a131g>. (дата звернення 25.06.2023р.)

14. Трифонова О.М. STEM середовище навчання фізико-технічних дисциплін: зб. наукових праць Кам'янець-Подільського Національного університету

ім. Івана Огієнка №24, м. Кам'янець-Подільський 10.04.2018р. Кам'янець-Подільський, 2018. С. 37-39.

15. Хомутенко М.В., Садовий М.І., Трифонова О.М., Курнат Г.Л. Особливості формування проектно-технологічної компетентності засобами 3Dмоделювання. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. С. 170-175. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2020-1-191-170-175>.

16. Шарко В.Д. Методична підготовка вчителя фізики в умовах неперервної освіти: монографія. Херсон : ХДУ, 2006. 400 с.

17. Ярушак М. Використання технологій доповненої реальності (AR) у навчальному процесі. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2021. С. 277-280. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/apgnd_2021_44\(3\)_46](http://nbuv.gov.ua/UJRN/apgnd_2021_44(3)_46) (дата звернення 15.06.2023р.)

18. GeoGebra 3D Calculator. URL: www.geogebra.org/m/pafx6bxfu (дата звернення 25.06.2023р.)

REFERENCES

1. Atamanchuk, P.S., & Atamanchuk, V.P. (2017). STEM-integratsiia yak vazhlyva innovatka suchasnoi osvitoi paradyhmy [STEM-integration as an important innovation of the modern educational paradigm]. *STEM-osvita – problemy ta perspektyvy - STEM education - problems and prospects: Proceedings of the 2nd International Seminar* (pp. 9-10). Kropyvnytskyi [in Ukrainian]

2. Atamanchuk, P.S. (2019). Vprovadzhennia elementiv STEM-osvity v osvittii protses [Implementation of elements of STEM-education in the educational process]. 15-24. Kropyvnytskyi. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nz_p_2019_179_4. [in Ukrainian]

3. Bezuhlyi, D. (2014). Vizualizatsiia yak suchasna stratehiia navchannia [Visualization as a modern learning strategy]. *Fiziko-matematychna osvita - Physical and mathematical education*. (pp. 5-11). Sumy. [in Ukrainian]

4. Bilousova, L. I. (2018). Onlainovi instrumenty vizualizatsii u diialnosti suchasnoho pedahoha [Online visualization tools in the activity of a modern teacher], 8-15. http://nbuv.gov.ua/UJRN/textped_2018_7_4. [in Ukrainian]

5. Vasylyashko, I.P., & Bilyk, T.V. (2017). Uprovadzhennia STEM-navchannia – vidpovid na vyklyk chasu [Introduction of STEM-training is a response to the challenge of time]. *Upravlinnia osvitoiu - Management of education*. . (pp. 28-31). Kyiv. [in Ukrainian]

6. Kuzmenko, O.S. (2018). Teoretychni i metodychni zasady navchannia fizyky studentiv tekhnichnykh zakladiv vyshchoi osvity v konteksti rozvytku STEM-osvity [Theoretical and methodological principles of teaching physics to students of technical institutions of higher education in the context of the development of STEM education] : monohrafiia, 624. Kropyvnytskyi. [in Ukrainian]

7. Klymniuk, V.Ye. (2018). Virtualna realnist v osvittomu protsesi [Virtual reality in the educational process], 207-212. Kharkiv. [in Ukrainian]

8. Metodychni rekomendatsii shchodo rozvytku STEM-osvity v zakladakh zahalnoi serednoi ta pozashkilnoi osvity u 2021/2022 navchalnomu rotsi [Methodological recommendations for the development of STEM education in institutions of general secondary and extracurricular education in the 2021/2022 academic year]. (2021, August,11). <https://imzo.gov.ua/2021/08/16/lyst-imzo-vid-11-08-2021-22-1-10-1775> [in Ukrainian]

9. Lytvynova, S., Burov, O. & Semerikov, S. (2021). Kontseptualni pidkhody do vykorystannia zasobiv dopovnoei realnosti v osvitnomu protsesi [Conceptual approaches to the use of augmented reality tools in the educational process]. *Suchasni informatsiini tekhnologii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv*, 207-212. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2020-55-46-62>

10. Martyniuk, O.S. (2018). Innovatsiini napriamky STEM-tekhnologii u systemi formuvannia naukovo oriantovanoi osvity [Innovative directions of STEM technologies in the system of formation of scientifically oriented education] *Neperervna osvita v modusakh mynuloho, teperishnoho, maibutnoho* (pp. 112- 114). Luts: Vezha [in Ukrainian]

11. Martyniuk, O.S. (2019). Tryvymirne prototypubannia yak skladnyk STEM-tekhnologii u konstruktivno-tekhnichnii I naukovo-doslidnii roboti studentiv ta uchniv [Three-dimensional prototyping as a component of STEM technologies in the constructive, technical and scientific research work of students and pupils], 61-64. Kamianets-Podilkyi. http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkp_ped_2019_25_16 [in Ukrainian]

12. Matsokin, D.V. (2020). Platformy i mobilni dodatky dlia stvorennia ta vykorystannia kontentu iz tekhnolohiiei dopovnoei realnosti v osvitnomu protsesi [Platforms and mobile applications for creating and using content with augmented reality technology in the educational process]. *Problemy suchasnoi osvity*, 153-160. <https://periodicals.karazin.ua/issuesedu/article/view/17672> [in Ukrainian]

13. Pro zatverdzhennia planu zahodiv shchodo realizatsii kontseptsii rozvytku pryrodnycho-matematychnoi osvity (STEM-osvity) do 2027 roku [On the approval of the plan of measures for the implementation of the Concept of development of science and mathematics education (STEM education) until 2027]. (2021) <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-planu-zahodiv-sh-a131r>. [in Ukrainian]

14. Tryfonova, O.M. (2018). STEM seredovyshche navchannia fizyko-tekhnichnykh dystsyplin [STEM learning

environment for physical and technical disciplines]. *STEM-sntegratsiia yak vazhlyva peredumova upravlinnia pezultatyvnistiu ta yakistiu fizychnoi osvity*, (24), 37-39 [in Ukrainian] .

15. Khomutenko, M.V., Sadovyi, M.I., Tryfonova, O. M., & Kurnat, H. L. Osoblyvosti formuvannia proektno-tekhnolohichnoi kompetentnosti zasobamy 3D-modeliuvannia [Peculiarities of the formation of design and technological competence by means of 3D modeling], 170-175. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2020-1-191-170-175> . [in Ukrainian]

16. Sharko, V.D. (2006). Metodychna pidhotovka vchytelia fizyky v umovakh neperervnoi osvity [Methodical training of a physics teacher in the conditions of continuous education]. 400. Kherson. [in Ukrainian]

17. Yarushak, M. (2021). Vykoryctannia tekhnologii dopovnoei realnosti (AR) u navchalnomu protsesi [Use of augmented reality (AR) technologies in the educational process]. *Aktualni pytannia humanitarnykh nauk*. 277-280. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/apgnd_2021_44\(3\)_46](http://nbuv.gov.ua/UJRN/apgnd_2021_44(3)_46) [in Ukrainian]

18. GeoGebra 3D Calculator. www.geogebra.org/m/pafx6xfu [in Ukrainian]

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

СТЕЦЮК Оксана Богданівна – аспірантка кафедри експериментальної фізики, інформаційних та освітніх технологій Волинський національний університет ім. Лесі Українки.

Наукові інтереси: теорія та методика навчання (фізика).

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

STETSIUK Oksana – graduate student of the department of experimental physics, information and educational technologies, Lesya Ukrainka Volyn National University.

Scientific interests: theory and methodology of teaching (physics).

Стаття надійшла до редакції 17.07.2023 р.

УДК 378.147:37.011.3-051:62/64

DOI: 10.36550/2415-7988-2023-1-210-209-214

ЧЕРНИШОВ Сергій Олександрович –

аспірант кафедри теорії і практики

технологічної та професійної освіти

ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет»

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5284-7033>

e-mail: en841604@gmail.com

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕДАГОГІЧНИХ УМОВ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ТРУДОВОГО НАВЧАННЯ ДО ФОРМУВАННЯ В УЧНІВ ПРЕДМЕТНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ

У статті представлено визначення педагогічної ефективності педагогічних умов підготовки майбутніх вчителів трудового навчання до формування в учнів предметних компетентностей з технологічної освітньої галузі. У якості таких умов було виокремлено стимулювання потреби до саморозвитку майбутнього вчителя трудового навчання в технологічній освітній галузі; модернізація змісту професійної підготовки у частині професійно-орієнтованих освітніх компонентів з урахуванням Державного стандарту з технологічної освітньої галузі; збільшення ваги активних форм і методів професійного навчання при опануванні шляхів формування предметних компетентностей в технологічній освітній галузі; поглиблення психолого-педагогічної та цифрової підготовки з орієнтацією на майбутню діяльність з поколіннями Z і A; створення інформаційно-освітнього середовища ЗВО для забезпечення повсюдного доступу до освітніх компонентів на засадах візуально-цифрового підходу та технологій Веб 3.0.