



УДК 37.378.147

DOI: [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2024-4\(217\)-5-12](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2024-4(217)-5-12)



ЛУЧАНІНОВА ОЛЬГА ПЕТРІВНА,

докторка педагогічних наук, професорка, професорка кафедри металургії чавуну і сталі (інженерна педагогіка), Український державний університет науки і технологій, ННІ «Інститут промислових та бізнес технологій», м. Дніпро, Україна

Olga Luchaninova,

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor at the Department of Iron and Steel Metallurgy (Engineering Pedagogy), Ukrainian State University of Science and Technology, and Scientific Institute "Institute of Industrial and Business Technologies", Dnipro, Ukraine

E-mail: 2017olgapetrovna@gmail.com

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-8336-9273>



ШТАПЕНКО ЕДУАРД ПИЛИПОВИЧ,

доктор фізико-математичних наук, професор, професор кафедри фізики та прикладної математики, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту», м. Дніпро, Україна

Eduard Shtapenko,

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Professor at the Department of Physics and Applied Mathematics, Ukrainian State University of Science and Technology, Scientific Institute "Dnipro Institute of Infrastructure and Transport", Dnipro, Ukraine

E-mail: e.ph.shtapenko@gmail.com

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-7046-3578>



ГУЛІВЕЦЬ ОЛЕКСІЙ МИКОЛАЙОВИЧ,

кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри фізики та прикладної математики, Український державний університет науки і технологій, ННІ «Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту», м. Дніпро, Україна

Oleksiy Gulivets,

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Physics and Applied Mathematics, Ukrainian State University of Science and Technology, Scientific Institute "Dnipro Institute of Infrastructure and Transport", Dnipro, Ukraine

E-mail: agulivets@outlook.com

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-3410-9605>

ОСОБЛИВОСТІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ ЗІ STEM-ОСВІТИ В УМОВАХ ЕКОСИСТЕМИ УНІВЕРСИТЕТУ ЗАСОБАМИ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

А Зміни у технологічному, економічному та соціокультурному середовищі створюють потребу у нових підходах до навчання та дослідницької діяльності. Виклики, які породжують можливості, виникають зі зростанням технологічного впливу та глобалізації, що вказує на потребу інновацій для досягнення стратегічних цілей вищої освіти в Україні. В умовах освітньої екосистеми університету, яка у своїй структурі повинна відповідати технологічним, соціальним та екологічним викликам 21 століття, можна формувати трансверсальні навички, які допоможуть майбутнім фахівцям гнучко й персоналізовано, відповідально навчатися протягом усього життя. Сучасний університет реагує на виклики та розбудову соціальної відповідальності задля майбутнього. Майбутні вчителі зі STEM-освіти якраз і повинні мати таку відповідальність перед суспільством.

Мета статті: проаналізувати вплив освітньої екосистеми університету та цифрових технологій на професійну підготовку майбутніх учителів зі STEM-освіти; визначити особливості цієї підготовки; уточнити дефініції «освітня екосистема університету», «цифрові технології».

У статті використано аналіз, синтез, порівняння, систематизацію – для з'ясування впливу освітньої екосистеми університету та цифрових технологій на професійну підготовку майбутніх учителів зі STEM-освіти; уточнення дефініцій – для розуміння цих понять відносно нашого дослідження; узагальнення як шлях вирішення проблеми й висновків.

Автори обґрунтовують актуальність професійної підготовки майбутніх учителів зі STEM-освіти засобами цифрових технологій, розкривають їхні потенційні можливості.

Теоретичне значення полягає в уточненні понять дослідження: «освітня екосистема університету», «цифрові технології», аналізі особливостей професійної підготовки майбутніх учителів зі STEM-освіти засобами цифрових технологій.

Практичне значення – у застосуванні методів, характерних для однієї дисципліни в інших галузях знання, що сприяє ефективній професійній підготовці майбутніх учителів зі STEM-освіти через міждисциплінарний інструментарій.

Висновки статті сприяють розвитку професійної підготовки майбутніх учителів зі STEM-освіти, поглибленню теоретичних основ STEM-освіти у вищій школі, що підвищить конкурентоспроможність фахівців на сучасному ринку праці.

Ключові слова: освітня екосистема університету; цифрові технології; STEM-освіта; підготовка майбутніх учителів зі STEM-освіти

PROFESSIONAL TRAINING OF STEM EDUCATION TEACHERS IN THE UNIVERSITY ECOSYSTEM BY MEANS OF DIGITAL TECHNOLOGIES

S Changes in the technological, economic, and sociocultural environments have created the need for new approaches to teaching and research. Challenges that generate opportunities arise with the growth of technological influence and globalization, indicating the need for innovation to achieve strategic higher education goals in Ukraine. In the context of the university's educational ecosystem, which must meet the technological, social, and environmental challenges of the 21st century, it is possible to develop transversal skills that will help future professionals to learn flexibly, personally, and responsibly throughout their lives. A modern university responds to these challenges and builds social responsibility for the future. Future teachers in STEM education should assume such a responsibility to society.

The purpose of this article is to analyze the impact of the university's educational ecosystem and digital technologies on the professional training of future STEM teachers; determine the features of this training; to clarify the definitions of "university educational ecosystem", "digital technologies".

The article uses analysis, synthesis, comparison, and systematization to determine the impact of the university's educational ecosystem and digital technologies on the professional training of future teachers in STEM education; clarification of definitions to understand these concepts in relation to our study; generalization as a way to solve the problem and draw conclusions.

This study substantiates the relevance of professional training for teachers in STEM education using digital technologies and highlights their potential.

The theoretical significance of this study is to clarify the concepts of "university educational ecosystem", "digital technologies", analysis of the features of professional training for future teachers in STEM education by means of digital technologies.

Practical significance lies in the application of methods characteristic of one discipline to other fields of knowledge, which contributes to the effective professional training of future teachers of STEM education through interdisciplinary approaches.

The conclusions of this article contribute to the development of professional training for future teachers in STEM education and deepen the theoretical foundation of STEM education in higher education, which will increase the competitiveness of specialists in the modern labor market.

Keywords: university educational ecosystem; digital technologies; STEM education; training of future teachers in STEM education

Актуальність проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними завданнями.

Освітній процес в університеті все більше відбувається на засадах трансдисциплінарності. Будь-яка парадигма має у своїй структурі набір концептів, переконань, методів дослідження і цінностей, тож трансдисциплінарність як концепт парадигми вимагає створення як нової парадигми мислення, так і нової освітньої екосистеми, яка зможе забезпечити цей взаємозв'язок. Нова парадигма мислення у вищій освіті спирається на розвиток критичного мислення (зрозуміти універсальне), модерацію (світ людей різний, але мета – збереження життя), психотехніку (життя у злагоді із собою й своїм внутрішнім «Я»), екологічну свідомість (як жити на цій планеті й зберегти її для наступних поколінь), це співтворчість, багатогранність й цілеспрямованість в еволюційному пошуку й наближення загального образу майбутнього тощо. Має прийти усвідомлення, що цифровізація, автоматизація призведе до трансформацій соціальних інститутів. У таких умовах професійна підготовка майбутніх учителів зі STEM-освіти стає актуальнішою.

Нова парадигма мислення є дороговказом для формування й функціонування освітньої екосистеми

університету, яка передбачає стратегії співпраці, обміну знаннями та стимулювання економіки, залучення громади, стейкхолдерів до освітнього процесу, дослідження впливу екології й економіки, співпраця й спільні проекти [2]. Нова роль сучасного університету – реагування на виклики та розбудова соціальної відповідальності задля майбутнього. Майбутні вчителі зі STEM-освіти якраз і повинні мати таку відповідальність перед суспільством.

Аналіз попередніх досліджень і публікацій. У науково-методичній і психологічній літературі (як у вітчизняній, так і зарубіжній літературі) є цілий арсенал досліджень щодо підготовки майбутніх учителів зі STEM-освіти в умовах екосистеми університету засобами цифрових технологій. Наприклад, дослідження платформи з відкритим доступом для надання перевірених ресурсів доповненої реальності для STEAM-освіти, яка спрямована на покращення освітніх процесів і сприяння рівному доступу до якісної освіти (Velarde-Camaqui Davis, Rosario Celaya-Ramírez та ін., 2024); мультимедійна гра з доповненою реальністю для вивчення математики (Rebollo C., Remolar I. та ін., 2022); новітні цифрові технології технології AR та VR у вищій освіті (Cabero Almenara, J., and Fernández Robles, B., 2018);

створення еколого-орієнтованого освітнього середовища у закладах вищої освіти (О. Микитюк, Р. Конечна, О. Швед, 2019); інноваційні екосистеми України в умовах глокалізації та європейської інтеграції (І. Підоричева, 2021); інноваційні підходи у викладанні STEM-предметів та розвитку креативності учнів (Н. Морзе); упровадження STEM-освіти у процес фахової підготовки майбутніх учителів (В. Кириленко, А. Крижановський, Н. Кириленко, О. Майданик, Г. Медведєв, 2024) [3; 6; 10; 14; 15; 16].

І. Підоричева (2021), досліджуючи інноваційні екосистеми України в умовах глокалізації та європейської інтеграції, наголошує на ролі науково-освітнього сектору, де відбувається навчання, нарощення людського потенціалу; продукування нових знань, ідей, відкриттів; сектор включає заклади освіти всіх рівнів (дошкільної, загальної середньої, професійної (професійно-технічної), фахової передвищої та вищої); організації, які займаються фундаментальними і прикладними дослідженнями, експериментальними розробками тощо [10, с. 378].

На думку Н. Подольчак та ін. (2023), підґрунтям для успішного розвитку екосистем ЗВО є рівень конкурентоспроможності країни в цілому. Наприклад, людський капітал має на сьогодні низький рівень підприємницької культури та розуміння ролі інновацій; існує невідповідність освітніх програм реальним потребам бізнесу; спостерігається низька якість підприємницької освіти [1, с. 10].

Ефективне впровадження STEM-освіти потребує не лише цифровізації освітнього процесу, а й зміни традиційних методик викладання для формування STEM-компетентностей [3].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Вважаємо, що при достатньо широкому висвітленні проблеми професійної підготовки майбутніх учителів зі STEM-освіти, автори наукових досліджень не брали до уваги потенціал освітньої екосистеми університету у поєднанні із засобами цифрових технологій, які мають свої особливості залежно від того, який компонент у підготовці є пріоритетним – математика, фізика, інформатика тощо. Постає питання ефективної професійної підготовки майбутніх учителів зі STEM-освіти, які професійно володіють цифровими компетентностями й використовують потенціал освітньої екосистеми університету.

Мета: здійснити аналіз наукової літератури щодо впливу освітньої екосистеми університету та цифрових технологій на професійну підготовку майбутніх учителів зі STEM-освіти; визначити особливості цієї підготовки; уточнити дефініції «освітня екосистема університету», «цифрові технології».

Методи: аналіз, синтез, порівняння, систематизація – для з'ясування особливостей і впливу освітньої екосистеми університету та цифрових технологій на професійну підготовку майбутніх учителів зі STEM-освіти; уточнення дефініцій – для розуміння цих понять відносно нашого дослідження; узагальнення як шлях вирішення проблеми й висновків.

Викладення основного матеріалу з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Із початку 21 століття по всьому світу відбувається формування інноваційної екосистеми у закладах вищої освіти.

При створенні освітньої екосистеми враховується наступне:

- індивідуальний характер університету (визначаються унікальні риси, особливості простору, потенціалу, можливостей і викликів; розробляється стратегія інноваційної діяльності);

- довгострокове, перспективне бачення напрямів нових інноваційних шляхів використання потенціалу ЗВО (активне стимулювання створення нових інноваційних рішень і підходів в освітньому процесі та наукових дослідженнях);

- збільшення інвестицій в економіку знань (екосистема ЗВО спрямована на дослідження, розроблення та інновації, залучення додаткових фінансових ресурсів і партнерств із приватним сектором);

- передавання інновацій у комерційну сферу (екосистема сприяє прискореному передаванню інноваційних результатів від наукових досліджень до комерційної сфери; підтримка підприємницької активності та створення сприятливого середовища для технологічного трансферу);

- інноваційні наслідки (створення позитивних наслідків, що перевищують початкові інвестиції в економіку знань і науково-дослідницьку та інноваційну діяльність (R&D); зростання виробництва, покращення якості життя, створення нових робочих місць і сприяння сталому економічному розвитку [1, с. 28].

Необхідно зазначити, що модернізація, оптимізація шляхом трансформації закладів вищої освіти відбувається в Україні вже багато років, однак через війну цей процес пришвидшився. Об'єднання 4–5 ЗВО створює новий, унікальний за своїм змістом та еконаповненням університет. Таким став Український державний університет науки і технологій – потужний багатопрофільний регіональний центр вищої освіти, місією якого є підготовка висококваліфікованих фахівців, яких визнано в Україні та за її межами, для транспортного, інфраструктурного і металургійного комплексу України і шляхом надання високоякісних освітніх послуг [7]. Освітня екосистема університету спрямована на розвиток навчальних стратегій розвитку творчих здібностей, відкритості для технологічних інновацій і підприємництва її суб'єктів.

Спираючись на подане вище, уточнюємо поняття «освітня екосистема університету» – це тісний взаємозв'язок людини, освіти, її професійної діяльності через університет, місцеву культуру, виробництво, бізнес, співпрацю з громадою, альтернативні джерела освіти. Світова освітня спільнота опікується створенням такої екосистеми, яка має будуватися не директивно, а завдяки залученню тих, хто хоче мати екосистему знань для збереження майбутнього.

Відповідно до трансформаційних процесів у вищій освіті університет має виступати центром і провайдером інновацій в освіті, визначати ключові, зокрема й «екологічні» позиції освіти, спрямовані на добробут і безпечне життя громадян. Можна назвати три структурні рівні: освітня екосистема університету інтегрує взаємодію просторово-матеріально-інформаційних відносин, є сукупністю компонентів (факультет, кафедра, курс, група тощо), а також це міжсуб'єктна взаємодія, що лежить в основі професійно-особистісного становлення майбутнього фахівця, зокрема вчителя зі STEM-освіти. Від розвитку цих структурних рівнів розвивається й екосистема університету. Усі суб'єкти освітньої екосистеми – здобувачі вищої освіти, викладачі, ректорат – взаємодіють, користуються інноваційними технологіями, методиками навчання, через які визначаються як умови навчання, так і розвитку компетентностей здобувачів вищої освіти (ключова дія – обмін даними, знаннями, досвідом, як у природній екосистемі – обмін енергією).

Головним у професійній підготовці майбутніх учителів зі STEM-освіти є не тільки людина-фахівець із відповідними професійними характеристиками, яка спроможна прийняти креативне, ефективне, оптимальне рішення [8], але й її особистісні якості, наприклад, в управлінні безпекою розвитку підприємства. У зв'язку із цим зростає роль поєднання декількох складних наукових дисциплін щодо впровадження інноваційних трансформацій в екосередовищі.

В умовах економічної кризи, нестабільності й війни в Україні, непередбачуваності в усіх сферах життєдіяльності українського суспільства опинилися й заклади вищої освіти, які не припиняють свою освітню діяльність. Авторами визначено, що для ефективною підготовки вчителів зі STEM-освіти повинні відбуватися інноваційні трансформації, і, перш за все, – в освітній екосистемі університету. Викладач є центральним суб'єктом освітнього процесу, тому має бути агентом-носієм новітніх знань, фасилітатором для студента, провідником у потоці інформації. За час перебування в університеті як освітній екосистемі студент, майбутній учитель зі STEM-освіти, має навчитися поєднувати основи наук з інтегрованими курсами через повне злиття предметів, чи широку міждисциплінарну інтеграцію, чи поєднання блоків знань з окремих предметів; навчитися приймати нестандартні рішення, розвинути креативність і глибину мислення. Для цього треба працювати й жити за певними принципами й підходами: системним, трансдисциплінарним, компетентнісним, синергетичним тощо [4]. Це можливо лише через поєднання різних наукових підходів. Трансдисциплінарну освітню екосистему університету можна розглядати у вигляді трикутника: сучасні *підходи* до функціонування системи, інформаційно-аналітичне *забезпечення* підготовки майбутніх фахівців зі STEM-освіти, *сама система та її суб'єкти*.

Дослідження підходів, компетенцій, кваліфікації і практичного досвіду майбутніх учителів зі STEM-освіти,

а також особливостей освітньої екосистеми університету в умовах цифровізації показали, що саме освітня екосистема університету є за своєю сутністю експериментальним майданчиком або науково-дослідною платформою для розвитку та підтвердження гіпотези дослідження, створює підстави для підготовки вчителів зі STEM-освіти засобами цифрових технологій.

Система цифрових технологій підготовки вчителів зі STEM-освіти є інтелектуальною, інтегрованою, динамічною, еволюційною, гнучкою, відкритою до інтеграції, надійною, індивідуальною для окремо взятого закладу.

Окремі університети тільки починають набір абітурієнтів на спеціальність 014 – середня освіта – учитель, наприклад, інформатики (математики, фізики), спеціалізація STEM-орієнтоване навчання. Автоматично освітня екосистема університету стає трансдисциплінарною. Це передбачає взаємодію багатьох дисциплін при вирішенні комплексних проблем природи і суспільства, диференціацію наук різних областей знання, розуміння реальності в її складності; дозволяє застосувати методи, характерні для однієї дисципліни в інших галузях знання, що сприяє ефективній професійній підготовці майбутніх учителів зі STEM-освіти через міждисциплінарний інструментарій.

Сутність STEM-освіти – у поєднанні міждисциплінарних практик, підходів до вивчення природничо-математичних дисциплін, дослідницько-проектної діяльності, інноваційних технологій, мистецьких дисциплін, LEGO-конструювання, робототехніки, співпраці та самореалізації. STEAM-навчання – застосування знань з різних областей: математики й інших точних наук, інженерії, дизайну, цифрових пристроїв та технологій [5]. Як, наприклад, доводять у своєму дослідженні Velarde-Camaqui Davis та ін. (2024), поєднання AR, STEAM та OER не лише збагачує процес навчання, а й готує студентів до розв'язання майбутніх завдань, розвиває ключові компетенції та комплексне мислення [15].

У табл. 1 подаємо вибіркового блоку фахових компонент практичного профілю (STEM-технології) та їх зв'язок із обов'язковими компонентами практичного блоку з освітньо-професійної програми підготовки майбутніх учителів зі STEM-освіти:

Як зрозуміло з табл. 1, вибіркового блоку фахових компонент практичного профілю (STEM-технології) тісно пов'язаний із обов'язковими компонентами практичного блоку з освітньо-професійної програми підготовки майбутніх учителів зі STEM-освіти, де ОК2.12 – методика викладання інформатики, ОК2.17 – комп'ютерна графіка, ОК2.20 – педагогічна практика, ОК2.21 – кваліфікаційна робота.

Вважаємо, що в освітній екосистемі університету наукова бібліотека з її цифровими технологіями має виступати як основний засіб освітнього процесу й професійної підготовки вчителів зі STEM-освіти, зокрема: студенти з 1 курсу знайомляться з просторами бібліотеки:

Вибірковий блок фахових компонент практичного профілю (STEM-технології) та їх зв'язок з обов'язковими компонентами ОПП

Вибірковий блок фахових компонент практичного профілю (STEM-технології)	Обов'язкові компоненти
STEM-технології на основі платформи ARDUINO	OK2.20, OK2.21
Віртуальна лабораторія природничих наук	OK2.20, OK2.21
Програмування в STEM-освіті	OK2.20, OK2.21
Основи 3D-моделювання	OK2.20, OK2.21
Основи Front-End (розробка)	OK2.12, OK2.17
Основи представлення знань, машинного навчання і штучного інтелекту	OK2.12
Основи захисту інформації та криптографія	OK2.20, OK2.21

візуальним (екскурсії-візуалізації); методичним (архів відеолекцій, відкриті підручники, охорона авторського права; лекції-інструкції щодо створення е-підручника); читальні зали онлайн тощо.

Нині важливо об'єднати зусилля наукової освіти й надбання практиків із метою створення інноваційних напрямів та ідей. Якщо в Європі спостерігається зниження допитливості студентів, то в Україні набирає обертів STEM-і STEAM-освіта. Так, у Європі є STEM-коаліція – мережа, яка формує політиків для економічного зростання добробуту, виховання. Наукова освіта з гуманітарним складником звернена до всіх. Під час підготовки вчителів зі STEM-освіти враховується ця стратегія – вміння майбутнього вчителя розвинути обдарованість в учня через допитливість, мотивацію, а потім секторально її розвивати (в університеті імені М. П. Драгоманова є кафедра наукової освіти, досвід якої є прикладом). Освітня екосистема сприймається як середовище обміну, засвоєння, передавання та продукування інформації [12]. Чим більше студент використовує можливості освітньої екосистеми та виховного простору, тим активніше відбувається його професійне становлення [13, с. 193].

Саме цифрові технології у підготовці майбутніх учителів зі STEM-освіти є надважливими, бо ця професійна підготовка включає знання й навички для майбутнього.

Освіта, й вища зокрема, опікується вирішенням питань щодо нових методів організації освітнього процесу, переходу до цифрових платформ і мереж. Сучасні технології змінюють доступ до інформації та взаємозв'язок із нею, що викликає зміну взаємовідносин між учасниками освітнього процесу, відбувається розширення освітньої структури, яка охоплює різні формальні, неформальні тренінги в контексті неперервного професійного розвитку.

Цифрові технології представляють собою широкий спектр інструментів і ресурсів, це об'єднання комп'ютерних, електронних, інформаційних, інформаційно-комунікаційних і телекомунікаційних технологій. Студентам, майбутнім учителям зі STEM-освіти, стануть у нагоді наступні цифрові освітні ресурси: електронні підручники; електронні навчальні посібники; довідники та словники; практичні та лабораторні системи;

електронні навчально-методичні комплекси; електронні видання контролю (тести, тестові завдання) тощо. Майбутні вчителі зі STEM-освіти за роки навчання в університеті мають на високому рівні володіти навичками пошуку інформації у глобальній і локальній мережах; умінням: її зберігати, обробляти й передавати; розробляти методичні й дидактичні матеріали; здійснювати автоматизований контроль навчальної діяльності; розробляти вебсайти навчального призначення; організовувати й проводити комп'ютерні експерименти тощо. У табл. 2 подаємо стисло інформацію про можливості цифрових технологій у професійній підготовці майбутніх учителів зі STEM-освіти.

Інформація у сучасному світі швидко перестає бути актуальною або правдивою, тому важливо навчити студентів учитися все життя. Концепція навчання впродовж усього життя (Lifelong learning). У процесі професійної підготовки майбутніх учителів цікавим і корисним буде знання про технології MBOK та платформи MBOK; про українські освітні платформи Prometheus, EdEra, ГО «Відкритий Університет Майдану», найпопулярніші світові MBOK: Coursera, edX, FutureLearn тощо [11].

Так, програма з професійної підготовки майбутніх учителів зі STEM-світи передбачає якісну підготовку вчителів Нової української школи, зокрема: здійснення міждисциплінарних наукових досліджень, участь у проєктній діяльності в контексті STEM-світи, використання в освітньому процесі інноваційних форм проведення занять, участь у міжнародних інноваційних проєктах; формування та розвиток професійних умінь і трансверсальних навичок, а саме: комунікативні навички, критичне та інноваційне мислення, толерантність до невизначеності, здатність до міжособистісної комунікації і командної роботи, до аналізу та синтезу, організації та планування часу. В основі підготовки – студентоцентризоване навчання, проблемно-орієнтоване навчання, електронне навчання в системі Moodle, самонавчання, навчання на основі досліджень. Викладання проводиться у формі: лекцій (у т. ч. мультимедійні та інтерактивні лекції з використанням інноваційних форм і методів), семінарів, практичних занять із розв'язуванням проблемних ситуацій і квазіпрофесійних ситуацій, лабораторних робіт дослідницького характеру, індивідуальних

Цифрові технології та їх можливості у професійній підготовці майбутніх учителів зі STEM-освіти

Цифрові технології	Можливості цифрових технологій	Професійні навички майбутніх учителів зі STEM-освіти
G Suite for Education	Корпоративний обліковий запис, корпоративна пошта, хмарні сервіси	Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
Google Workspace	Складник персонального освітнього середовища викладача	Здатність розробляти та управляти проектами, генерувати нові ідеї.
хмарні сервіси Google	(Google Диск, Google документи, Google таблиці, Google презентації, Google анкети та ін.	Здатність розробляти та управляти проектами, генерувати нові ідеї.
Google Classroom	Організація електронних навчальних курсів на основі платформи	Здатність до проєктування осередків навчання, виховання та розвитку учнів в освітньому екосередовищі
Хмарні сервіси Microsoft.	Можливості OneDrive, Microsoft Office 365	Здатність зорієнтуватися на рівні фахівця в певній вузькій області STEM-освіти, яка лежить поза межами обраної спеціалізації.
Google Meet, Microsoft Teams, Zoom, Skype, Webex Cisco та ін	Системи для організації відеоконференцій та їх використання в освітній діяльності	Володіння методикою викладання фізики, математики, інформатики та використання інноваційних та ІКТ-навчання.
(LearningApps, WorldWall та ін	Платформи для розроблення цифрових дидактичних матеріалів	Здатність застосовувати методи навчання, методичні прийоми, технології навчання, сучасні технології розвитку критичного мислення, мобільного навчання, компетентісно-орієнтовані технології навчання
Padlet Kahoot!	Віртуальна дошка Платформи для онлайн-тестування й опитування	Розвиток аналітичного мислення та навичок вирішення проблем;
Canva, Prezi	Візуалізація даних та інфографіка. Сервіси для створення інфографіки та онлайн-презентацій	Формування креативності та інноваційного мислення
Powtoon	Створення дидактичних матеріалів з анімацією.	Формування креативності та інноваційного мислення.
Trello	Сервіси для управління проектами	Здатність зорієнтуватися на рівні фахівця у певній вузькій області STEM-освіти, яка лежить поза межами обраної спеціалізації.
Moodle	Середовище системи дистанційного навчання, навчальна платформа	Підвищення мотивації до навчання

науково-дослідницьких завдань, самостійної роботи на основі електронних навчальних комплексів, консультацій із викладачами [9]. Особливо наголосимо на практичних уміннях студентів правильно використовувати можливості штучного інтелекту як екстрацифрової технології на цей час. І все це у співпраці зі структурними підрозділами, центрами освітньої екосистеми університету.

Освітній процес за програмою професійної підготовки майбутніх учителів зі STEM-освіти відбувається в аудиторіях і лабораторіях, обладнаних аудіовізуальною апаратурою і необхідними лабораторним обладнанням, технічними засобами та локальною мережею Ethernet. Навчальні заняття проводяться у 4-х фізичних лабораторіях, 2-х комп'ютерних класах і 2-х навчальних лабораторіях інформатики, які оснащені понад 30-ма комп'ютерами з ліцензійним програмним забезпеченням [9].

Освітні платформи, які використовують доповнену реальність, мають потенціал для значного покращення

навчання та викладання. Цей міждисциплінарний підхід не лише сприяє глибшому та інноваційному навчанню, а й готує студентів до майбутніх викликів із міцним фундаментом ключових компетенцій і комплексного мислення, підкреслюючи важливість дослідження та розроблення освітніх додатків на основі доповненої реальності. Наприклад, майбутні вчителі можуть навчитися доцільно використовувати відеоігри для продуктивного засвоєння учнями системи множення [16].

Досвід професійної підготовки майбутніх викладачів із професійної освіти дозволяє стверджувати, що у процесі підготовки майбутніх учителів зі STEM-освіти треба враховувати сучасні вимоги до вищої освіти та розвитку цифрових технологій: вивчення практичної цінності ефективних методів і практик упровадження STEM-освіти; необхідність розроблення методичних рекомендацій для викладачів, задіяних у професійній підготовці майбутніх учителів зі STEM-освіти; підвищення кваліфікації цих

викладачів у галузі STEM-освіти; розвиток STEM-освіти в умовах освітньої екосистеми університету через створення нових лабораторій, співпраці університету «з бізнесом та науковими установами» [3].

Для здійснення професійної підготовки майбутніх учителів важливо забезпечити цей процес дотриманням педагогічних умов, до яких відносимо: готовність майбутніх учителів до інтегративної професійної підготовки; підсилення мотивації майбутніх учителів до професійної підготовки; використання потенціалу екосистеми університету у підготовці вчителів зі STEM-освіти; використання цифрових технологій у підготовці майбутніх учителів зі STEM-освіти; нова роль викладача у процесі цієї підготовки.

Висновки з дослідження. Здійснивши аналіз щодо особливостей професійної підготовки майбутніх учителів зі STEM-освіти в умовах освітньої екосистеми університету засобами цифрових технологій, робимо висновки, що:

– професійна підготовка майбутніх учителів зі STEM-освіти є складним та багатогранним процесом, який потребує комплексного, міждисциплінарного, системного, компетентнісного, синергетичного, трансдисциплінарного підходів;

– головним у професійній підготовці майбутніх учителів зі STEM-освіти є не тільки людина-фахівець із відповідними професійними характеристиками, а й розвиток особистості, здатної діяти заради безпечного майбутнього;

– важливими у професійній підготовці майбутніх учителів зі STEM-освіти є зміна ролі викладача, які зможуть розвинути трансверсальні навички у підготовці майбутніх учителів зі STEM-освіти, здійснюючи інтегроване навчання;

– освітня екосистема університету є ефективною стратегією професійної підготовки майбутніх учителів зі STEM-освіти; вона є трансдисциплінарною, забезпечує взаємодію багатьох дисциплін, дозволяє застосувати методи, характерні для однієї дисципліни в інших галузях знань, що сприяє ефективній професійній підготовці майбутніх учителів зі STEM-освіти через міждисциплінарний інструментарій;

– у процесі професійної підготовки майбутніх учителів зі STEM-освіти відбувається обмін даними, знаннями, досвідом у середині освітньої екосистеми у процесі взаємодії її учасників;

– особливостями професійної підготовки майбутніх учителів зі STEM-освіти є: змістовне наповнення освітньої екосистеми університету як середовища обміну, засвоєння, передавання та продукування інформації; її трансдисциплінарність; перспективне бачення напрямів інноваційних шляхів використання потенціалу екосистеми на прикладі підготовки майбутніх учителів зі STEM-освіти в технічному університеті; бібліотека з її цифровими технологіями як основний засіб освітнього процесу й професійної підготовки вчителів зі STEM-освіти зокрема; розмаїття цифрових технологій, які сприяють розвитку у студентів креативності, критичного та інноваційного мислення, проєктної діяльності, вміння приймати рішення в умовах невизначеності.

Перспективи подальших досліджень. Вважаємо, що у процесі професійної підготовки майбутніх учителів зі STEM-освіти треба звернути увагу на розроблення нових STEM-програм і курсів, з'ясувати вплив STEM-освіти на розвиток особистості майбутнього учителя та дослідити не тільки педагогічні, а й дидактичні умови професійної підготовки таких учителів.

Список використаних джерел

1. Інноваційний розвиток ЗВО: Роль R&D та партнерства з бізнесом : навч. посіб. / за заг. ред.: Н. Ю. Подольчака, О. Г. Сокола, Ю. М. Дзюраха. Львів : Растр-7, 2023. 148 с.
2. Кириленко В., Крижановський А., Кириленко Н. та ін. Імплементация stem-освіти у процес фахової підготовки майбутніх учителів. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*. 2024. № 71. С. 30–39. URL: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2024-71-30-39> (дата звернення 16.06.2024).
3. Лідери трансформації університетів задля відродження України. URL: <https://www.britishcouncil.org.ua/leaders-of-university-transformation-for-ukraines-reinvention-programme> (дата звернення 7.03 2024).
4. Лучанинова О. П. Трансдисциплінарний підхід до підвищення кваліфікації викладачів вищої школи в умовах воєнного стану і повоєнного періоду. *Імідж сучасного педагога*: електрон. наук. фак. журн. (категорія «Б»). 2023. № 5 (212). С. 54–62. DOI: [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2023-5\(212\)-54-62](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2023-5(212)-54-62)
5. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік : лист ІМЗО № 21.1/10-1470 від 13.07.17 року. https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/56880/ (дата звернення 16.06.2024).
6. Микитюк О., Конечна Р., Швед О. та ін. Шляхи створення екологоорієнтованого освітнього середовища у закладах вищої освіти. *Молодь і ринок*. 2019. № 12 (179). С. 11–16. URL: [https://www.academia.edu/105226032/%D0%A8%D0%9B%D0%AF%D0%A5%D0%98_%D0%A1%D0%A2%D0%92%D0%9E%D0%A0%D0%95%D0%9D%D0%9D%D0%9D%D0%95%D0%9A%D0%9E%D0%9B%D0%9E%D0%93%D0%9E%D0%9E%D0%A0%D0%86%D0%84%D0%9D%D0%A2%D0%9E%D0%92%D0%90%D0%9D%D0%9E%D0%93%D0%9E_%D0%9E%D0%A1%D0%92%D0%86%D0%A2%D0%9D%D0%AC%D0%9E%D0%93%D0%9E_%D0%A1%D0%95%D0%A0%D0%95%D0%94%D0%9E%D0%92%D0%98%D0%A9%D0%90_%D0%A3_%D0%97%D0%90%D0%9A%D0%9B%D0%90%D0%94%D0%90%D0%A5_%D0%92%D0%98%D0%A9%D0%9E%D0%87_%D0%9E%D0%A1%D0%92%D0%86%D0%A2%D0%98?uc-sb-sw=56950218](https://www.academia.edu/105226032/%D0%A8%D0%9B%D0%AF%D0%A5%D0%98_%D0%A1%D0%A2%D0%92%D0%9E%D0%A0%D0%95%D0%9D%D0%9D%D0%9D%D0%9D%D0%95%D0%9A%D0%9E%D0%9B%D0%9E%D0%93%D0%9E%D0%9E%D0%A0%D0%86%D0%84%D0%9D%D0%A2%D0%9E%D0%92%D0%90%D0%9D%D0%9E%D0%93%D0%9E_%D0%9E%D0%A1%D0%92%D0%86%D0%A2%D0%9D%D0%AC%D0%9E%D0%93%D0%9E_%D0%A1%D0%95%D0%A0%D0%95%D0%94%D0%9E%D0%92%D0%98%D0%A9%D0%90_%D0%A3_%D0%97%D0%90%D0%9A%D0%9B%D0%90%D0%94%D0%90%D0%A5_%D0%92%D0%98%D0%A9%D0%9E%D0%87_%D0%9E%D0%A1%D0%92%D0%86%D0%A2%D0%98?uc-sb-sw=56950218)
7. Місія та стратегічні цілі Українського державного університету науки і технологій. URL: <https://ust.edu.ua/> (дата звернення 19.06.2024).
8. Мушнікова С. А. Трансдисциплінарна парадигма та інноваційні трансформації економічного середовища як фундаментальна основа управління безпекою розвитку металургійних підприємств. *Бізнес-інформ*. 2020. № 4 С. 446–453. URL: <https://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/157608/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B5%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%20%D0%9C%D1%83%D1%88%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20CD%201277.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (дата звернення 14.05.2024).
9. Освітньо-професійна програма «Середня освіта (Фізика, математика та інформатика)» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 014 Середня освіта (за предметними спеціальностями) предметна спеціальність: 014.08 Середня освіта (Фізика та астрономія); 014.04 Середня освіта (Математика); 014.09 Середня освіта (Інформатика) спеціалізація STEM-орієнтоване навчання галузь знань 01 Освіта/Педагогіка кваліфікація Вчитель фізики, математики та інформатики. URL: <https://ust.edu.ua/> (дата звернення 19.06.2024).
10. Підоричева І. Ю. Розвиток інноваційних екосистем України в умовах глобалізації та європейської інтеграції : дис. ... д-ра економ. наук : 08.00.03. Київ, 2021.

11. Рамський Ю. С. (Уклад.). Навчальна програма навчальної дисципліни «Цифрові освітні технології» першого (бакалаврського) рівня освіти для усіх педагогічних спеціальностей / Міністерство освіти і науки України Національний педагогічний університет ім. М. П. Драгоманова. Київ, 2022. 19 с. URL: <https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/37992/Tsyfrovi%20osvitni%20tehnolohii.pdf?sequence=1> (дата звернення 14.06.2024).
12. Феномен університету в контексті «суспільства знань»: монографія / [В. П. Андрущенко, І. М. Предборська, Є. А. Пінчук, І. В. Степаненко та ін.]. Київ, 2014. 256 с. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/32308902.pdf> (дата звернення 14.03.2024).
13. Хмельницька О. І. Сутність та характеристика елементів освітньо-виховного простору сучасного університету. *Духовність особистості: методологія, теорія і практика*. 2012. Вип. 2 (49). С. 189–194.
14. Cabero Almenara J., Fernández Robles B. (2018). Las tecnologías digitales emergentes entran en la Universidad: RA y RV. *Rev. Iberoam. Educ. Distancia* 21:119. DOI: 10.5944/ried.21.2.20094.
15. Velarde-Camaqui Davis, Rosario Celaya-Ramírez, Yéssica Contreras-Fuentes, Jorge Sanabria-Z. Enhancing STEAM education through augmented reality: the EduAR open platform experience *Front. Educ. Leadership in Education*. 2024. Vol. 9. DOI: <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1391803>. URL: https://www.researchgate.net/profile/Davis-Velarde-Camaqui/publication/380976553_Enhancing_STEAM_education_through_augmented_reality_the_EduAR_open_platform_experience/links/6657fe98479366623a20ae58/Enhancing-STEAM-education-through-augmented-reality-the-EduAR-open-platform-experience.pdf
16. Rebollo C., Remolar I., Rossano V., Lanzilotti R. Multimedia augmented reality game for learning math. *Multimed. Tools Appl.* 2022. No. 81. P. 14851–14868. DOI: 10.1007/s11042-021-10821-3. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11042-021-10821-3>

References

1. Podolchak, N. І., Sokil, O. H., & Dziurakh, Yu. M. (Eds.). (2023). *Innovatsiyni rozvytok ZVO: Rol R&D ta partnerstva z biznesom [Innovative development of higher education institutions: The role of R&D and partnership with business]: navch. posibnyk*. Lviv: Rastr-7 [in Ukrainian].
2. Kyrylenko, V., Kryzhanovskiy, A., & Kyrylenko, N. et al. (2024). Implementatsiia stem-osvity u protses fakhovoi pidhotovky maibutnykh uchyteliv [Implementation of stem-education in the process of professional training of future teachers]. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*, 71, 30-39. DOI: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2024-71-30-39> [in Ukrainian].
3. *Lidery transformatsii universytetiv zadlia vidrodzhennia Ukrainy [Leaders of the transformation of universities for the revival of Ukraine]*. Retrieved from <https://www.britishcouncil.org.ua/leaders-of-university-transformation-for-ukraines-reinvention-programm-e> [in Ukrainian].
4. Luchaninova, O. P. (2023). Transdystyplinarnyi pidkhid do pidvyshchennia kvalifikatsii vykladachiv vyshchoi shkoly v umovakh voiennoho stanu i povoiennoho periodu [A transdisciplinary approach to improving the qualifications of higher school teachers in the conditions of martial law and the post-war period]. *Imidzh suchasnoho pedahoha [The image of a modern teacher]*, 5 (212), 54-62. DOI: [https://doi.org/10.33272/2522-9729-2023-5\(212\)-54-62](https://doi.org/10.33272/2522-9729-2023-5(212)-54-62) [in Ukrainian].
5. *Metodychni rekomendatsii shchodo vprovadzhennia STEM-osvity u zahalno-osvitnikh ta pozashkilnykh navchalnykh zakladakh Ukrainy na 2017/2018 navchalnyi rik [Methodological recommendations for the introduction of STEM education in general and extracurricular educational institutions of Ukraine for the 2017/2018 academic year]: lyst IMZO № 21.1/10-1470 vid 13.07.17 roku*. Retrieved from https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/56880/ [in Ukrainian].
6. Mykytiuk, O., Konechna, R., & Shved, O. et al. (2019). Shliakhy stvorennia ekoloohoorientovanoho osvitnoho seredovyschcha u zakladakh vyshchoi osvity [Ways of creating an ecologically oriented educational environment in institutions of higher education]. *Molod i rynek [Youth and the market]*, 12 (179), 11-16. Retrieved from https://www.academia.edu/105226032/%D0%A8%D0%9B%D0%AF%D0%A5%D0%98_%D0%A1%D0%A2%D0%92%D0%9E%D0%A0%D0%95%D0%9D%D0%9D%D0%AF_%D0%95%D0%9A%D0%9E%D0%9B%D0%9E%D0%93%D0%9E%D0%9E%D0%A0%D0%86%D0%84%D0%9D%D0%A2%D0%9E%D0%92%D0%90%D0%9D%D0%9E%D0%93%D0%9E_%D0%9E%D0%A1%D0%92%D0%86%D0%A2%D0%9D%D0%AC%D0%9E%D0%93%D0%9E_%D0%A1%D0%95%D0%A0%D0%95%D0%94%D0%9E%D0%92%D0%98%D0%A9%D0%90_%D0%A3_%D0%97%D0%90%D0%9A%D0%9B%D0%90%D0%94%D0%90%D0%A5_%D0%92%D0%98%D0%A9%D0%9E%D0%87_%D0%9E%D0%A1%D0%92%D0%86%D0%A2%D0%98%uc-sb-sw=56950218 [in Ukrainian].
7. *Misiia ta stratehichni tsili Ukrainskoho derzhavnoho universytetu nauky i tekhnolohii [Mission and strategic goals of the Ukrainian State University of Science and Technology]*. Retrieved from <https://ust.edu.ua/> [in Ukrainian].
8. Mushnykova, S. A. (2020). Transdystyplinarna paradyhma ta innovatsiini transformatsii ekonomichnoho seredovyschcha yak fundamentalna osnova upravlinnia bezpekoiu rozvytku metalurhiinykh pidpriemstv [Transdisciplinary paradigm and innovative transformations of the economic environment as a fundamental basis of safety management for the development of metallurgical enterprises]. *Biznes-inform [Business information]*, 4, 446-453. Retrieved from <https://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/157608/%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%B5%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%20%20%D0%9C%D1%83%D1%88%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20CD%201277.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [in Ukrainian].
9. *Osvitno-profesiina prohrama «Serednia osvita (Fizyka, matematyka ta informatyka)» pershoho (bakalavrskoho) rivnia vyshchoi osvity za spetsialnistiu 014 Serednia osvita (za predmetnymi spetsialnostiamy) predmetna spetsialnist: 014.08 Serednia osvita (Fizyka ta astronomiia); 014.04 Serednia osvita (Matematyka); 014.09 Serednia osvita (Informatyka) spetsializatsiia STEM-orientovane navchannia haluz znan 01 Osvita/Pedahohika kvalifikatsiia Vchytel fizyky, matematyky ta informatyky [Educational and professional program «Secondary education (Physics, mathematics and informatics)» of the first (bachelor's) level of higher education in specialty 014 Secondary education (by subject specialties) subject specialty: 014.08 Secondary education (Physics and astronomy); 014.04 Secondary education (Mathematics); 014.09 Secondary education (Informatics) specialization STEM-oriented learning branch of knowledge 01 Education/Pedagogy qualification Teacher of physics, mathematics and informatics]*. Retrieved from <https://ust.edu.ua/> [in Ukrainian].
10. Pidorycheva, I. І. (2021). *Rozvytok innovatsiinykh ekosystem v Ukrainy vumovakh hlokalizatsii ta yevropeiskoi intehtratsii [The development of innovative ecosystems of Ukraine in the conditions of globalization and European integration]*. (D diss.). Kyiv [in Ukrainian].
11. Ramskyi, Yu. S. (Comp.). (2022). *Navchalna prohrama navchalnoi dystsypliny «tsyvrovi osvitni tekhnolohii» pershoho (bakalavrskoho) rivnia osvity dlia usikh pedahohichnykh spetsialnostei [Curriculum of the educational discipline «Digital educational technologies» of the first (bachelor's) level of education for all pedagogical specialties]*. Kyiv. Retrieved from <https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/37992/Tsyfrovi%20osvitni%20tehnolohii.pdf?sequence=1> [in Ukrainian].
12. Andrushchenko, V. P., Predborska, I. M., Pinchuk, Ye. A., & Stepanenko, I. V. et al. (2014). *Fenomen universytetu v konteksti «susplstva znan» [The phenomenon of the university in the context of the «knowledge society»]: monohrafiia*. Kyiv. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/32308902.pdf> [in Ukrainian].
13. Khmelnytska, O. I. (2012). *Sutnist ta kharakterystyka elementiv osvitno-vykhovnoho prostoru suchasnoho universytetu [The essence and characteristics of the elements of the educational space of a modern university]*. *Dukhovnist osobystosti: metodolohiia, teoriia i praktyka [Personal spirituality: methodology, theory and practice]*, 2 (49), 189-194 [in Ukrainian].
14. Cabero Almenara, J., & Fernández Robles, B. (2018). *Las tecnologías digitales emergentes entran en la Universidad: RA y RV. Rev. Iberoam. Educ. Distancia* 21:119. DOI: 10.5944/ried.21.2.20094.
15. Velarde-Camaqui, Davis, Rosario, Celaya-Ramírez, Yéssica, Contreras-Fuentes, & Jorge, Sanabria-Z (2024). Enhancing STEAM education through augmented reality: the EduAR open platform experience *Front. Educ. Leadership in Education*, 9. Retrieved from <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1391803> <https://www.researchgate.net/prof>
16. Rebollo, C., Remolar, I., Rossano, V., & Lanzilotti, R. (2022). Multimedia augmented reality game for learning math. *Multimed. Tools Appl.* 81, 14851–14868. DOI: 10.1007/s11042-021-10821-3 <https://link.springer.com/article/10.1007/s11042-021-10821-3>

Дата надходження до редакції
авторського оригіналу: 19.06.2024