

4. M. V. Yarmolenko, Phases Formation Kinetics in Binary Multiphase System after Exhausting One of the Components, *Metallofiz. Noveishie Tekhnol.*, 43, No. 8: 1021–1030 (2021) (in Ukrainian). DOI: 10.15407/mfint.43.08.1021
5. M. V. Yarmolenko, Method of Dislocation and Bulk Diffusion Parameters Determination, *Metallofiz. Noveishie Tekhnol.*, 42, No. 11: 1537–1546 (2020). DOI: 10.15407/mfint.42.11.1537
6. M. V. Yarmolenko, Analytically Solvable Differential Diffusion Equations Describing the Intermediate Phase Growth, *Metallofiz. Noveishie Tekhnol.*, 40, No. 9: 1201–1207 (2018). DOI: 10.15407/mfint.40.09.1201
7. Yarmolenko M.V. Intermediate phase cone growth kinetics along dislocation pipes inside polycrystal grains. *AIP Advances*. 2018;8: 095202. <https://doi.org/10.1063/1.5041728>
8. Yarmolenko M.V. (2022) Copper, Iron, and Aluminium Electrochemical Corrosion Rate Dependence on Temperature. *Corrosion - Fundamentals and Protection Mechanisms*. IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.100279
9. Biesiedina D., Yarmolenko M. V. Methods to solve Physics problems by differential equations. Innovation in education, science and business: challenges and opportunities: materials of the II All-Ukrainian conference of higher education applicants and young scientists, Kyiv, November 18, 2021. Vol. 1. Kyiv: KNUTD, 2021. P. 194-200. https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/19516/1/Innovatyka2021_V1_P194-200.pdf
10. Carpentieri B (ed.) (2021) Recent Developments in the Solution of Nonlinear Differential Equations. IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.92489.
11. Tsoularis A (2021) On Some Important Ordinary Differential Equations of Dynamic Economics. Recent Developments in the Solution of Nonlinear Differential Equations. IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.97130.
12. D. Nam, M. Kwon, Y. Ko, J. Huh, S. W. Lee, and J. Cho, *Applied Physics Reviews* 8, 011405 (2021) <https://doi.org/10.1063/5.0039990>
13. D. Nam, M. Kwon, Y. Ko, J. Huh, S. W. Lee, and J. Cho, *Applied Physics Reviews* 8, 029901 (2021) <https://aip.scitation.org/doi/10.1063/5.0053348>
14. *Fisicheskiy entsiklopedicheskiy slovník [Encyclopaedic dictionary of Physics]*, ed. by A.M. Prokhorov (Moscow: Sovietskaya entsiklopediya, 1983) (in Russian).
15. Purushotham E. Synthesis, Characterization, Effect of Lattice Strain on the Debye-Waller Factor and Debye Temperature of Aluminium Nanoparticles. *American Journal of Nanosciences* 5(3), 23(2019) DOI:10.11648/j.ajn.20190503.11

**Богачков Юрій Миколайович,
Ухань Павло Станіславович**

Інститут цифровізації освіти НАПН України,
Київ, Україна

РЕАЛІЗАЦІЯ САМОСПРЯМОВАННОГО НАВЧАННЯ З ЗАСТОСУВАННЯМ СЕРВІСІВ ВІДКРИТОЇ НАУКИ

Постановка проблеми

Напрямок розвитку системи освіти повинен відповідати сучасним запитам суспільства та промисловості. Четверта промислова революція має (серед інших) і такі прояви як *шерингова та циркулярна економіка та індивідуалізація людського світу* [3]. Освітні системи намагаються шукати рішення викликам четвертої промислової революції. Можемо побачити такі тренди як:

- перетворення освітніх систем в освітні екосистеми [4]
- зростання кількості шляхів (траєкторій) здобуття освіти
- зменшення частки інституційного навчання і заміна її іншими формами та способами (хоумскулери, анскулери тощо).

Системи науки теж шукають шляхи вдосконалення. Зокрема, з'явився механізм «відкрита наука». **Відкрита наука** – це концепція наукових досліджень, заснована на принципах відкритого доступу до наукових знань, відкритої публікації та обміну науковою інформацією між науковцями, інститутами та суспільством загалом. Ця концепція також включає використання нових технологій та методів, таких як цифрові технології та відкриті бази даних, для розширення доступу до наукових знань та покращення комунікації між вченими.

Відкрита наука також охоплює відкритий доступ до *наукових статей, відкрити публікацію наукових даних, використання відкритих дослідницьких інструментів та інфраструктури, а також відкритий доступ до освітніх матеріалів та ресурсів*. Ця концепція спрямована на підвищення якості наукових досліджень, прискорення їх розвитку та сприяння їх застосуванню у практичних цілях.

Зрозуміло, що середовище наука+освіта будуть суттєво змінюватись. Також суттєво можуть змінитися шляхи отримання освіти здобувачами. Вони будуть більш індивідуальними та різноманітними.

Мета. Запропонувати модель середовища в якому може ефективно реалізовуватись самоспрямоване навчання великої кількості людей. *Об'єкт* дослідження імерсивний освітній простір. *Предмет* дослідження особливості реалізації самоспрямованого навчання в імерсивному освітньому просторі в умовах відкритої науки.

Виклад основних результатів дослідження

Взаємодію освіти та науки схематично можемо описати наступним чином. Освіта продукує науковців, науковці розробляють нове наукове знання. Нове наукове знання освіта використовує для підготовки нових науковців. Додатково освіта готує кадри для інших галузей, а наука продукує необхідні технології для населення.

Зупинимось на декількох термінах, важливих для подальшого викладення матеріалу.

Самоспрямоване та зовнішньспрямоване навчання [1]. *Зовнішньспрямоване навчання* це коли хтось визначає зміст та очікувані (іноді вони є обов'язковими) результати навчання. *Самострямоване навчання* це коли здобувач освіти сам обирає зміст, спосіб та очікувані результати навчання на основі своїх потреб та прийнятих ним прогнозів соціально економічного розвитку.

Освітня система VS освітня екосистема.

Коли ми кажемо *освітня система* ми означаємо певний об'єкт. Також неявно ми фіксуємо спосіб його організації та функціонування (системний). Пропонуємо позначати ці речі окремо.

Наприклад, коли ми розглядаємо *освітню систему* то ми розглядаємо людей які живуть та функціонують в певному середовищі. Якщо абстрагуватись, то людей можемо вважати за *акторів*, а середовище за набір *об'єктів*. *Актори (суб'єкти)* це сутності які можуть сприймати та усвідомлювати оточуюче середовище, свій внутрішній стан та приймати рішення щодо своїх дій відповідно до свого стану (умов) та своїх цілей. *Об'єкти* це все інше яке не має здатності приймати рішень та діяти відповідно до них.

Може статися так, що одна й та сама множина *акторів* та множина *об'єктів* можуть мати різний організаційний спосіб функціонування.

Можемо навести наступні приклади способів *організації функціонування* (Таблиця.1):

Таблиця 1. Способи організації функціонування.

Назва способу	Опис
<i>Хаотичний</i>	Немає ніяких правил. Всі актори діють як вважають за потрібне.
<i>Авторитарний</i>	Є авторитет, який монополює правила, управляє доступністю ресурсів (об'єктів) може індивідуально вказувати акторам що робити або не робити. Має засоби для примушення

	виконання своїх вказівок.
<i>Системний</i>	Існує (визначена) головна мета (функція) заради досягнення (виконання) якої створена ця система з <i>акторів та об'єктів</i> . Системний спосіб функціонування передбачає, що кожний елемент системи створений спеціально для реалізації певної функції. Функціональна спеціалізація забезпечує високу ефективність, але низьку адаптивність та стійкість для непередбачених при створенні системи змін. Також, системний спосіб організації передбачає необхідність значних ресурсів на управління та підтримку системи в робочому стані.
<i>Екосистемний</i>	Екосистемний спосіб функціонування передбачає стійке співіснування <i>акторів</i> в їх <i>об'єктному</i> оточенні без зовнішнього управління. Правила взаємодії та функціонування формуються поступово в неявному вигляді. Кожний <i>актор</i> сам відчуває ці правила і сам вирішує як і на скільки їм слідувати. Екосистемний спосіб функціонування <i>не передбачає наявності загальної мети</i> акторів які входять до складу екосистеми. Екосистемний спосіб функціонування не потребує зовнішнього управління та спеціальних ресурсів на підтримку свого функціонування. Він підтримує більше різноманіття за рахунок чого забезпечується стійкість при змінах (для екосистемного способу функціонування не буває непередбачених змін). Зазвичай всі, або більшість продуктів «життєдіяльності» акторів споживаються в середині екосистеми.

Головна відмінність екосистемної та системної організації функціонування (будь чого) полягає в тому, що в екосистемній організації мінімізуються зайві витрати енергії та ресурсів. Мінімізуються витрати на подолання бар'єрів. Зазвичай екосистемна організація більш стійкіша та різноманітніша. Навпаки, системна організація більш продуктивна, вузькоспеціалізована, але менш стійка та різноманітна. Вона також менш гнучка до змін. Ці властивості притаманні також освітнім та науковим системам і екосистемам.

Спробуємо з описаних вище позицій розглянути та порівняти *ефективність системного та екосистемного* способів функціонування освітянської галузі. Для коректного порівняння необхідно визначити **цільову функцію**. Наприклад, цільовою функцією може бути:

- валовий приріст навченості
- валовий приріст навченості з певних напрямів
- співвідношення попиту та пропозиції на фахівців
- тощо.

Важливо розуміти, що цільову функцію можна застосовувати не тільки для *систем*, а і для *екосистемного способу* функціонування. Навіть, коли у екосистемі немає мети функціонування.

Слід зауважити що цільова функція не є єдиною. Можемо виділити два класи цільових функцій. Це класи цільових функцій *замовників* (розробників) та *користувачів* систем/екосистем. Замовники мають обирати взаємоузгоджену цільову функцію і відповідно до неї будувати систему (екосистему). А користувачі, в ідеальному випадку, можуть мати свої власні цільові функції процесу реалізації власної освіти. Ці цільові функції дозволяють кожному користувачу порівнювати різні варіанти реалізації здобуття освіти.

Тепер все готово для обговорення мети статті. Якщо ми запропонуємо модель освітнього середовища та способи здобуття освіти, то вже визначені механізми за якими ми можемо їх порівнювати.

Розглянемо чотири варіанти освітнього середовища (Рис.1). Зрозуміло що *ефективна поведінка здобувача освіти* в різних квадрантах (Рис.1) буде різною.

	Відкрита наука	Закрита наука
Системна організація	1	2
Екосистемна організація	3	4

Рис.1 Варіанти освітнього середовища.

Застосовуючи цільову функцію здобувача можемо визначити найбільш ефективний квадрант. Якщо розглянути всіх здобувачів з їх цільовими функціями, то можемо визначити найбільш ефективний квадрант. Розгляд способів побудови оптимальних індивідуальних освітніх траєкторій це тема подальшого дослідження. Дійсно, існує велике різноманіття ресурсів про які не тільки необхідно знати, а вміти приймати рішення щодо їх застосування. Наприклад для самоспрямованого навчання існують онлайн-курси, веб-сайти, блоги, відео уроки, відкриті бібліотеки та архіви, форуми та спільноти. Або платформи для проведення навчальних експериментів. Деякі з них:

- **Citizen Science Alliance:** це платформа, на якій можна приєднатися до наукових проєктів та проводити дослідження в галузі астрономії, екології, зоології та інших галузей.
- **Zooniverse:** це платформа, на якій можна брати участь у наукових проєктах, проводити експерименти та допомагати вченим у зборі та обробці даних.
- **Open Science Framework:** це платформа, на якій можна створювати та публікувати дослідження, а також ділитися даними та результатами своїх експериментів з іншими дослідниками.
- **LabXchange <https://www.labxchange.org/>:** це безкоштовна освітня платформа від Гарвардського університету, на якій можна проводити віртуальні експерименти в галузі біології, хімії та фізики.
- **PhET Interactive Simulations:** це колекція інтерактивних симуляцій та віртуальних експериментів у галузі фізики, хімії, біології та інших наук, створена Колорадським університетом.
- **EdX:** це онлайн-платформа, на якій можна отримувати безкоштовну освіту від провідних університетів, включаючи Массачусетський технологічний інститут, Гарвардський університет та інші, та проводити навчальні експерименти в рамках курсів.
- **Coursera:** це ще одна онлайн-платформа, що надає доступ до безкоштовної та платної освіти від провідних університетів та організацій. Деякі курси на платформі включають навчальні експерименти та практичні завдання.

Також існує безліч ресурсів *відкритої науки*, які надають доступ до наукових статей, досліджень, баз даних та інших матеріалів, які можуть бути корисними при навчанні та дослідженнях. Нижче наведено деякі приклади ресурсів *відкритої науки*:

- **PubMed:** безкоштовна база даних, що містить посилання на більш ніж 30 мільйонів наукових статей та досліджень у галузі медицини та охорони здоров'я.
- **arXiv:** репозиторій переддрукованих наукових статей у галузі фізики, математики, комп'ютерних наук та інших областей.
- **Directory of Open Access Journals (DOAJ):** безкоштовна база даних, що містить посилання на більш ніж 16 тисяч відкритих наукових журналів у різних галузях знань.
- **PLOS ONE:** онлайн-журнал, який публікує наукові статті з усіх галузей знань на основі відкритого доступу.
- **Google Scholar:** безкоштовний пошуковий сервіс, який надає доступ до наукових статей, досліджень та інших матеріалів.
- **Sci-Hub:** сайт, що надає безкоштовний доступ до наукових статей та публікацій, які зазвичай вимагають платної підписки або покупки.
- **Open Library of Humanities:** безкоштовна платформа для публікації та доступу до наукових статей у галузі гуманітарних наук.
- **Khan Academy:** безкоштовна освітня платформа, що надає доступ до онлайн-курсів та відеоуроків з різних предметів.
- **TED Talks:** онлайн-платформа, на якій виступають експерти та лідери в різних галузях, які представляють свої ідеї та знання у вигляді коротких виступів.
- **MIT OpenCourseWare:** безкоштовна платформа, де доступні лекції, навчальні матеріали та інші ресурси, що використовуються в курсах Массачусетського технологічного інституту.

Висновки й перспективи подальших розробок

Тенденції масового переходу на *індивідуальні освітні траєкторії* вимагають розроблення відповідних інструментів їх побудови, управління та оптимізації. Такі інструменти мають ґрунтуватися на прогнозах соціально економічного розвитку та цільових функціях розробників та користувачів освітніх середовищ. Подальшу роботу планується продовжити у напрямі розробки способів побудови оптимальних індивідуальних освітніх траєкторій на основі цільових функцій.

Список використаних джерел

1. Богачков, Ю., Ухань, П., & Пінчук, О. (2022). ПЕРСОНАЛЬНЕ СЕРЕДОВИЩЕ САМОСПРЯМОВАННОГО НАВЧАННЯ УЧНІВ. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*, 24–42. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2020-56-24-42>
2. Open scientific data. https://en.wikipedia.org/wiki/Open_scientific_data
3. Клаус Шваб. Четвертая промышленная революция. Эксимо, 2016. 288 с.
4. J. Spencer-Keyse, P. Luksha, J. Cubista. *Learning Ecosystems: An Emerging Praxis For The Future Of Education*. 2020 176p. https://www.globaledufutures.org/vision_creation

Буров Олександр Юрійович

Інститут цифровізації освіти НАПН України

Київ, Україна

Віденський університет

Відень, Австрія

ОН-ЛАЙН ЕНЦИКЛОПЕДІЯ ЯК ЕЛЕМЕНТ ВІДКРИТОЇ НАУКИ (ДОСВІД ВІДЕНСЬКОГО УНІВЕРСИТЕТУ)

Постановка проблеми. Прискорений розвиток науки у світі, глобальні та водночас дезінтеграційні (внаслідок пандемії та війни в Україні) процеси, зростаючі міграційні процеси,