

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка
Фізико-математичний факультет

ISSN 2413-1571 (print)
ISSN 2413-158X (online)

ФІЗИКО- МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА

Науковий журнал

Том 38, № 5

Суми – 2023

**Рекомендовано до видання вченою радою
Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка
(протокол № 4 від 27.11.2023 р.)**

Редакційна колегія

М.П. Вовк	доктор педагогічних наук, старший науковий співробітник (Україна)
М.Гр. Воскоглу	доктор філософії, почесний професор математичних наук (Греція)
М.Г. Друшляк	доктор педагогічних наук, професор (Україна)
Р.А. Зіатдінов	доктор педагогічних наук, професор (Південна Корея)
А.П. Кудін	доктор фізико-математичних наук, професор (Україна)
О.Ю. Кудріна	доктор економічних наук, професор (Україна)
О.О. Лаврентьєва	доктор педагогічних наук, професор (Україна)
Т.Д. Лукашова	доктор фізико-математичних наук, професор (Україна)
Т.Ю. Осипова	доктор педагогічних наук, професор (Україна)
М.В. Працьовитий	доктор фізико-математичних наук, професор (Україна)
Д.О. Сарфо	доктор педагогічних наук, професор (Гана)
О.В. Семеніхіна	доктор педагогічних наук, професор (Україна)
О.М. Семеног	доктор педагогічних наук, професор (Україна)
В.І. Статівка	доктор педагогічних наук, професор (Китай)
І.Я. Субботін	доктор фізико-математичних наук, професор (США)
О.С. Чашечникова	доктор педагогічних наук, професор (Україна)
О.В. Шкільний	доктор педагогічних наук, професор (Україна)
А.М. Добровольська	доктор педагогічних наук, доцент (Україна)
О.О. Пипка	доктор фізико-математичних наук, доцент (Україна)
С.Д. Фатмар'янті	доктор фізичних наук, Університет Мухаммадії Пурворехо (Індонезія)
В.О. Швець	кандидат педагогічних наук, професор (Україна)
В.Г. Шамония	кандидат фізико-математичних наук, доцент (Україна)

Ф45 Фізико-математична освіта : науковий журнал. Том 38, № 5. Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Фізико-математичний факультет ; редкол.: О.В. Семеніхіна (гол.ред.) [та ін.]. Суми : [СумДПУ ім. А.С. Макаренка], 2023. 64 с.

*Наказом МОН України №1412 від 18.12.2018 р. журнал
«Фізико-математична освіта» затверджено як **фахове
наукове видання категорії «Б»** у галузі педагогічних
наук (13.00.02 – математика, фізика, інформатика;
13.00.10) і за спеціальностями 011, 014, 015.*

Журнал індексується наукометричною базою **Index Copernicus Journals Master List**

Автори статей несуть відповідальність за достовірність наведеної інформації (точність наведених у статті даних, цитат, статистичних матеріалів тощо) та за порушення прав інтелектуальної власності інших осіб.

Висловлені авторами думки можуть не співпадати з точкою зору редакції.

**УДК 53+51]:37(051)
DOI 10.31110/2413-1571**

© СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2023

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
Makarenko Sumy State Pedagogical University
Physics and Mathematics Faculty**

**ISSN 2413-1571 (print)
ISSN 2413-158X (online)**

PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION

Scientific Journal

Vol. 38, No 5

Sumy – 2023

**Recommended for publication of the Academic Council
of Makarenko Sumy State Pedagogical University
(protocol No 4 from 27.11.2023)**

Editorial Board

M.P. Vovk	Doctor of Pedagogical Sciences, Senior Research Fellow (Ukraine)
M.Gr. Voskoglou	Doctor of Philosophy, Professor Emeritus of Mathematical Sciences (Greece)
M.G. Drushlyak	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Ukraine)
R.A. Ziatdinov	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (South Korea)
A.P. Kudin	Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Professor (Ukraine)
O.Yu. Kudrina	Doctor of Economic Sciences, Professor (Ukraine)
O.O. Lavrentjeva	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Ukraine)
T.D. Lukashova	Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Professor (Ukraine)
T.Yu. Osyova	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Ukraine)
M.V. Pratsiovytyi	Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Professor (Ukraine)
J.O. Sarfo	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Ghana)
O.V. Semenikhina	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Ukraine)
O.M. Semenog	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Ukraine)
V.I. Stativka	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (China)
I.Ya. Subbotin	Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Professor (USA)
O.S. Chashechnykova	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Ukraine)
O.V. Shkolnyi	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Ukraine)
A.M. Dobrovolska	Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Ukraine)
O.A. Pypka	Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Associate Professor (Ukraine)
S.D. Fatmaryanti	Dr. of Physics Education, Universitas Muhammadiyah Purworejo (Indonesia)
V.O. Shvets	PhD (Physics and Mathematics Sciences), Professor (Ukraine)
V.G. Shamonia	PhD (Physics and Mathematics Sciences), Associate Professor (Ukraine)

F 45 Physical and Mathematical Education : Scientific Journal. Vol. 38, No 5. Makarenko Sumy State Pedagogical University, Physics and Mathematics Faculty ; O.V. Semenikhina (chief editor). Sumy : [Makarenko Sumy State Pedagogical University], 2023. 64 p.

The authors of the articles are responsible for the authenticity of the information (the accuracy of the presented information in the article, quotations, statistical materials, etc.) and for the violation of intellectual property rights of others.

Opinions expressed by the authors may not reflect the views of the editors.

**UDC 53+51]:37(051)
DOI 10.31110/2413-1571**

ЗМІСТ

Валько К., Кузьмич В., Кузьмич Л., Савченко О.	7
ФОРМУВАННЯ ПОНЯТТЯ ПЛОСКОГО РОЗМІЩЕННЯ ТОЧОК ЗАСОБАМИ МЕТРИЧНОЇ ГЕОМЕТРІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ МЕТРИЧНИХ ПРОСТОРІВ	7
Корольчук В., Саяпіна Т., Волошина Т.	12
СТВОРЕННЯ ТА ДОСТАВКА НАВЧАЛЬНОГО ВІДЕОКОНТЕНТУ: МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСУ, КРИТЕРІЇ, ІНДИКАТОРИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ	12
Лукашова Т., Друшляк М.	18
ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ	18
Руденко Ю.	26
ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ГІГІЄНИ МОЛОДІ: ПОГЛЯД КРІЗЬ ПРИЗМУ МЕДІАГРАМОТНОСТІ	26
Сурін Д., Заїкіна А.	32
КЛАСИФІКАЦІЯ ЗАСОБІВ ЦИФРОВОГО ЗДОРОВ'Я	32
Сухіх А.	39
ВИКОРИСТАННЯ СЕРВІСІВ ВІДКРИТОЇ НАУКИ ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ, КОМБІНОВАНОЇ ТА СІМЕЙНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ У ЗЗСО	39
Чкана Я., Мартиненко О., Шищенко І., Удовиченко О.	46
ПЕДАГОГІЧНА ФАСИЛІТАЦІЯ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ЗАСОБАМИ ПАКЕТУ MAPLE.....	46
Юрченко А., Хворостіна Ю., Шамоня В., Семеніхіна О.	53
ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИКЛАДАННІ ФІЗИКИ: АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПРАКТИК.....	53
Деордіца Т., Толмачов В.	60
РЕЦЕНЗІЯ НА КНИГУ: ОСНОВИ. 10 КЛЮЧІВ ДО РЕАЛЬНОСТІ.....	60

CONTENTS

Valko K., Kuz'mich V., Kuzmich L., Savchenko O.	7
FORMATION OF THE CONCEPT OF FLAT ARRANGEMENT OF POINTS USING MEANS OF METRIC GEOMETRY IN THE STUDY OF METRIC SPACES	7
Korolchuk V., Saiapina T., Voloshyna T.	12
CREATION AND DELIVERY OF EDUCATIONAL VIDEO CONTENT: BUSINESS PROCESS MODELING, CRITERIA, QUALITY EVALUATION INDICATORS	12
Lukashova T., Drushlyak M.	18
ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A MEANS OF DEVELOPING PRE-SERVICE MATHEMATICS TEACHERS' CRITICAL THINKING	18
Rudenko Yu.	26
FORMATION OF INFORMATION HYGIENE OF YOUNG PEOPLE THROUGH THE PRISM OF MEDIA LITERACY	26
Surin D., Zaikina A.	32
CLASSIFICATION OF DIGITAL HEALTH TOOLS	32
Sukhikh A.	39
USING OPEN SCIENCE SERVICES TO IMPROVE DISTANCE, COMBINED AND FAMILY FORMS OF LEARNING IN GENERAL EDUCATION INSTITUTIONS	39
Chkana Ya., Martynenko O., Shyshenko I., Udovychenko O.	46
PEDAGOGICAL FACILITATION IN THE PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS USING THE MEANS OF THE MAPLE PACKAGE	46
Yurchenko A., Khvorostina Yu., Shamonia V., Semenikhina O.	53
DIGITAL TECHNOLOGIES IN TEACHING PHYSICS: AN ANALYSIS OF EXISTING PRACTICES.....	53
Dieorditsa T., Tolmachov V.	60
BOOK REVIEW: FUNDAMENTALS: TEN KEYS TO REALITY	60

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.



p-ISSN 2413-1571
e-ISSN 2413-158X

DOI: 10.31110/2413-1571
<https://fmo-journal.org/>

DOI 10.31110/2413-1571-2023-038-5-001

УДК 372.851

ФОРМУВАННЯ ПОНЯТТЯ ПЛОСКОГО РОЗМІЩЕННЯ ТОЧОК ЗАСОБАМИ МЕТРИЧНОЇ ГЕОМЕТРІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ МЕТРИЧНИХ ПРОСТОРІВ

Катерина ВАЛЬКО

Київський національний університет
імені Тараса Шевченка, Україна
katernavalko@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9746-018X>

Валерій КУЗЬМИЧ ✉

Херсонський державний університет, Україна
vikuzmichksu@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8150-3456>

Людмила КУЗЬМИЧ

Херсонський державний університет, Україна
lvkuzmichksu@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6727-9064>

Олександр САВЧЕНКО

Херсонський державний університет, Україна
savchenko.o.g@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0003-4687-5542>

FORMATION OF THE CONCEPT OF FLAT ARRANGEMENT OF POINTS USING MEANS OF METRIC GEOMETRY IN THE STUDY OF METRIC SPACES

Kateryna VALKO

Kyiv National University
named after Taras Shevchenko, Ukraine
katernavalko@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9746-018X>

Valerii KUZ'MICH ✉

Kherson State University, Ukraine
vikuzmichksu@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8150-3456>

Liudmyla KUZMICH

Kherson State University, Ukraine
lvkuzmichksu@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6727-9064>

Oleksandr SAVCHENKO

Kherson State University, Ukraine
savchenko.o.g@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0003-4687-5542>

АНОТАЦІЯ

Постановка проблеми. При вивченні метричних просторів у здобувачів вищої освіти часто виникають труднощі з розумінням основних понять та властивостей цих просторів. Це, у значній мірі, є наслідком формалізації цих понять з одного боку, та збереження відповідних формулювань та назв, звичних для здобувачів зі шкільного курсу математики. Найпростіші поняття взаємного розміщення точок метричного простору, наприклад, прямолінійності їх розміщення, у різних просторах можуть набувати різних властивостей. Іноді ці властивості ніяким чином не узгоджуються з відповідними властивостями у звичних для здобувачів евклідових просторах. Для подолання вказаних труднощів доцільно використовувати методи геометричної інтерпретації та візуалізації цих властивостей. Доцільним, при цьому, є використання елементів метричної геометрії. Її методи дозволяють інтерпретувати геометричні особливості взаємного розміщення точок метричного простору у звичних для здобувачів вищої освіти декартових (прямокутних) системах координат. У роботі наведено приклади візуалізації властивості плоского розміщення чотирьох точок неевклідового метричного простору у прямокутній тривимірній системі координат.

Матеріали та методи. Результати роботи отримані на підставі аналізу діючих підручників з вищої математики для закладів вищої освіти, наукових публікацій та апробовані при читанні відповідного спецкурсу студентам спеціальності «014.04 Середня освіта (математика)» магістерського рівня вищої освіти. Для отримання зображень використовувалось динамічне геометричне середовище GeoGebra 3D.

Результати. На основі означення кута як упорядкованої трійки точок довільного метричного простору, та кутової характеристики цього кута, встановлено факт плоского розміщення чотирьох точок неевклідового метричного простору, та наведено приклади цифрової візуалізації цього розміщення за допомогою динамічного геометричного середовища GeoGebra 3D. Така візуалізація дає можливість знайомити здобувачів вищої освіти з найпростішими особливостями неевклідових геометрій.

ABSTRACT

Formulation of the problem. When studying metric spaces, higher education students often need help understanding these spaces' basic concepts and properties. It, to a large extent, is a consequence of the significant formalization of such concepts on the one hand and the preservation of the corresponding formulations and names familiar to students from a school mathematics course. The most straightforward concepts of mutual placement of points of metric space, for example, the rectilinearity of their arrangement, can acquire different properties in different spaces. Sometimes, these properties do not agree with the corresponding properties in Euclidean spaces. It is advisable to use geometric interpretation and visualization methods of these properties to overcome these difficulties. At the same time, it is appropriate to use elements of metric geometry. Its methods make it possible to interpret the geometric features of the mutual placement of points of metric space in Cartesian (rectangular) coordinate systems known to students. Moreover, it becomes possible to visualize these features with the help of graphic editors since they, as a rule, use numerical values of the coordinates of points to visualize them. The paper gives examples of visualization of the property of the flat arrangement of four points of non-Euclidean metric space in a rectangular three-dimensional coordinate system.

Materials and methods. The results of the work were obtained by analyzing existing higher mathematics textbooks for higher education institutions and scientific publications. They were tested while reading the corresponding special course for students of the specialty "014.04 Secondary education (mathematics)" of the master's level of higher education. The dynamic geometric environment GeoGebra 3D was used to obtain images.

Results. Based on the definition of an angle as an ordered trio of points of an arbitrary metric space and the angular characteristic of this angle, the fact of the flat arrangement of four points of a non-Euclidean metric space is established, with using the dynamic geometric environment GeoGebra 3D examples of digital visualization of this arrangement are given. Such a visualization makes it possible to familiarize students with higher education with the most straightforward features of non-Euclidean geometries.

Для цитування:

Валько К., Кузьмич В., Кузьмич Л., Савченко О. Формування поняття плоского розміщення точок засобами метричної геометрії при вивченні метричних просторів. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 5. С. 7-11. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-5-001

Валько, К., Кузьмич, В., Кузьмич, Л., & Савченко, О. (2023). Формування поняття плоского розміщення точок засобами метричної геометрії при вивченні метричних просторів. *Фізико-математична освіта*, 38(5), 7-11. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-001>

For citation:

Valko, K., Kuz'mich, V., Kuzmich, L., & Savchenko, O. (2023). Formation of the concept of flat arrangement of points using means of metric geometry in the study of metric spaces. *Physical and Mathematical Education*, 38(5), 7-11. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-001>

Valko, K., Kuz'mich, V., Kuzmich, L., & Savchenko, O. (2023). Formuvannya poniattia ploskoho rozmishchennia tochk zasobami metrychnoi geometrii pry vyvchenni metrychnykh prostoriv [Formation of the concept of flat arrangement of points using means of metric geometry in the study of metric spaces]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(5), 7-11. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-001>

✉ Corresponding author

© K. Valko, V. Kuz'mich, L. Kuzmich, O. Savchenko, 2023

Висновки. Аналітичний апарат метричної геометрії дає можливість сформувати узагальнене поняття плоского розміщення точок довільного метричного простору. Використання цифрових технологій, зокрема графічних редакторів, дозволяє зробити візуалізацію окремих особливостей взаємного розміщення точок довільного метричного простору. Використання достатньо простих аналітичних перетворень при побудові поняття плоского розміщення точок робить можливим знайомство здобувачів загальної середньої освіти, які навчаються у профільних класах з поглибленим вивченням математики, з основами неевклідових геометрій.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: точка; відстань; метрика; метричний простір; кут; кутова характеристика; прямолінійне та плоске розміщення точок.

Conclusions. The analytical apparatus of metric geometry makes it possible to form a generalized concept of a flat arrangement of points in an arbitrary metric space. Digital technologies, particularly graphic editors, make it possible to visualize individual features of the mutual placement of points in an arbitrary metric space. The use of relatively simple analytical transformations when constructing the concept of a flat arrangement of points makes it possible for general secondary education students who study in special classes with in-depth study of mathematics to know themselves with the basics of non-Euclidean geometries.

KEYWORDS: point; distance; metrics; metric space; angle; angular characteristic; rectilinear and flat arrangement of points.

ВСТУП

Постановка проблеми. Засвоєння здобувачами вищої освіти основних понять метричних просторів викликає у них певні труднощі, які пов'язані зі значним рівнем формалізації цих понять. У окремих випадках геометричні властивості неевклідових метричних просторів можуть прямо протирічити відповідним поняттям та властивостям класичних евклідових просторів. Ці протиріччя, значною мірою, можна пояснити здобувачам, побудувавши геометричну інтерпретацію окремого поняття у конкретному метричному просторі. У даній роботі пропонується використання елементів метричної геометрії для побудови таких інтерпретацій. Це дає можливість зробити не лише графічну інтерпретацію окремого поняття конкретного метричного простору, але і його візуалізацію у класичних декартових (прямокутних) системах координат, за допомогою цифрових технологій.

Актуальність дослідження. Серед досліджень, присвячених питанням геометризації метричних просторів, слід виокремити фундаментальні роботи (Менгер, 1928; Блюменталь, 1970; Бурого, 2001; Берже, 2009) у яких викладені основні положення та найновіші дослідження з метричної геометрії. Серед вітчизняних робіт, присвячених різноманітним питанням геометризації метричних просторів, можна відзначити роботи: (Dovgoshei & Dordovskii, 2009; Галушак, 2016). Питання геометричної інтерпретації та візуалізації геометричних властивостей метричних просторів у курсі вищої математики розглядалися у роботах (Lenart & Rybak, 2017; Lenart, 2020; Lenart, 2021; Kuz'mich et al., 2022). Питання впровадження елементів теорії метричних просторів у шкільний курс математики та позакласну роботу з математики розглядалися у дисертаційній роботі (Следзинський, 1973). Дана робота є логічним продовженням роботи (Валько et al., 2022). Зокрема, розглянуто випадок плоского розміщення точок у метричному просторі, та наведено приклад зміни геометрії простору при зміні його метрики. Наведено приклад переходу від об'ємного розміщення чотирьох точок простору до їх плоского розміщення. Це плоске розміщення продемонстроване за допомогою динамічного геометричного середовища GeoGebra 3D.

Мета статті. Метою статті є демонстрація можливості застосування елементів метричної геометрії до побудови геометричної інтерпретації та цифрової візуалізації основних понять теорії метричних просторів, з метою покращення їх засвоєння здобувачами вищої освіти.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

При отриманні головних результатів роботи використовувався аксіоматичний метод, з використанням системи аксіом метричного простору. Для отримання умови плоского розміщення точок метричного простору використовувався метод аналітичних перетворень, зокрема, метод визначників. Для отримання зображень використовувався метод геометричної інтерпретації та цифрової візуалізації, з використанням застосунку GeoGebra 3D.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

На початку роботи наведемо деякі із основних означень та фактів теорії метричних просторів. Базовими з них є поняття простору, точки простору, відстані між точками простору.

Нехай у множині X елементів x за певним правилом ρ будь-яким двом різним елементам x_1 і x_2 цієї множини можна поставити у відповідність єдине дійсне число $\rho(x_1, x_2)$ так, що при цьому будуть виконуватись умови:

- 1) $\rho(x_1, x_2) > 0$,
- 2) $\rho(x_1, x_2) = \rho(x_2, x_1)$,
- 3) $\rho(x_1, x_2) \leq \rho(x_1, x_3) + \rho(x_2, x_3)$, для будь-якого елемента x_3 множини,

тоді таке правило ρ називають метрикою множини X , саму множину називають метричним простором з метрикою ρ і позначають (X, ρ) , числові значення $\rho(x_1, x_2)$ – відстанню між елементами x_1 і x_2 , а самі елементи – точками метричного простору. У подальшому, відстань між точками x_1 і x_2 будемо коротко позначати ρ_{12} . Найбільш простими прикладами метричних просторів є одновимірний (R^1) , двовимірний (R^2) та тривимірний (R^3) евклідові простори, з якими учні знайомі зі шкільного курсу математики.

Прикладом метричного простору є простір $C_{[0;1]}$ – неперервних на відрізку $[0; 1]$ дійсних функцій. У цьому просторі відстань між функціями $f(x)$ і $g(x)$ задається формулою:

$$\rho(f; g) = \max_{x \in [0;1]} |f(x) - g(x)|. \quad (1)$$

У метричному просторі C_L інтегрованих на відрізку $[0; 1]$ дійсних функцій відстань між функціями $f(x)$ і $g(x)$ задається формулою:

$$\rho(f; g) = \int_0^1 |f(x) - g(x)| dx \quad (2)$$

(Колмогоров & Фомін, 1974; Давидов, 1979).

Якщо в умові 3) нерівність перетворюється у рівність, то кажуть, що точки x_1, x_2, x_3 розміщені прямолинійно у просторі X . Деяку множину точок метричного простору будемо називати прямолинійно розміщеною у цьому просторі, якщо будь-які її три точки розміщені прямолинійно.

Поняття плоского розміщення точок означається за допомогою поняття кута, утвореного трьома точками x_1, x_2, x_3 метричного простору (X, ρ) . Таким кутом будемо називати упорядковану трійку точок (x_1, x_2, x_3) , у якій точку x_2 називають вершиною кута, пари точок (x_1, x_2) і (x_2, x_3) – сторонами кута. Для його позначення можна використати класичне позначення кута: $\angle(x_1, x_2, x_3)$. Це означення відмінне від класичних означень кута, як об'єднання двох променів зі спільною вершиною, або частини площини, що обмежується цими променями, однак воно найбільш підходить для випадку дискретних метричних просторів, оскільки там не можливо використати класичні означення. Для вимірювання та порівняння кутів за величиною можна використати класичну теорему косинусів. При цьому, кутовою характеристикою кута $\angle(x_1, x_2, x_3)$ будемо називати дійсне число $\varphi(x_1, x_2, x_3)$, яке знаходиться за формулою

$$\varphi(x_1, x_2, x_3) = \frac{\rho^2(x_1, x_2) + \rho^2(x_2, x_3) - \rho^2(x_1, x_3)}{2\rho(x_1, x_2)\rho(x_2, x_3)},$$

або коротше

$$\varphi_{ijk} = \frac{\rho_{ij}^2 + \rho_{jk}^2 - \rho_{ik}^2}{2\rho_{ij}\rho_{jk}} \quad (i, j, k = 1, 2, 3, \dots) \quad (3)$$

У основі означення плоского розміщення чотирьох різних точок метричного простору лежить факт рівності нулю об'єму тетраедра, вершинами якого є ці точки. Будемо казати, що чотири різні точки x_1, x_2, x_3, x_4 простору (X, ρ) плоско розміщені у цьому просторі, якщо виконується рівність (Валько et al., 2022).

$$\begin{vmatrix} 1 & \varphi_{213} & \varphi_{214} \\ \varphi_{213} & 1 & \varphi_{314} \\ \varphi_{214} & \varphi_{314} & 1 \end{vmatrix} = 1 + 2\varphi_{213}\varphi_{214}\varphi_{314} - \varphi_{213}^2 - \varphi_{214}^2 - \varphi_{314}^2 = 0 \quad (4)$$

Попередню рівність можна вивести самостійно, не використовуючи поняття визначника, або ж ознайомити учнів з простішими властивостями визначників третього порядку, при розв'язуванні систем трьох лінійних рівнянь з трьома невідомими. Деяку множину точок метричного простору будемо називати плоско розміщеною, якщо будь-які її чотири точки є плоско розміщеними у цьому просторі.

Розглянемо на прикладах окремі властивості плоского розміщення точок у різних просторах, та як впливає на ці властивості зміна метрики простору.

Приклад 1. У просторі $C_{[0;1]}$ візьмемо чотири точки (функції):

$$y_1 = x, y_2 = 0, y_3 = x - 1, y_4 = \frac{2\sqrt{3}}{3}(x - 0,5).$$

За формулою (1) знайдемо відстані між цими точками:

$$\rho_{12} = 1, \rho_{13} = 1, \rho_{14} = \frac{\sqrt{3}}{3}, \rho_{23} = 1, \rho_{24} = \frac{\sqrt{3}}{3}, \rho_{34} = \frac{\sqrt{3}}{3}.$$

За формулою (3) знайдемо кутові характеристики:

$$\varphi_{142} = \varphi_{143} = \varphi_{243} = -0,5.$$

Підставивши ці значення у ліву частину формули (4), будемо мати:

$$1 + 2(-0,5)(-0,5)(-0,5) - (-0,5)^2 - (-0,5)^2 - (-0,5)^2 = 0.$$

Отже, точки y_1, y_2, y_3, y_4 плоско розміщені у просторі $C_{[0;1]}$, причому, ніякі три з цих точок не розміщені прямолинійно (немає відстані, що дорівнює сумі двох інших). У геометрії Евкліда, у просторі R^2 , точка y_4 є центром рівностороннього трикутника з вершинами у точках y_1, y_2, y_3 , і тому у цьому просторі точки y_1, y_2, y_3, y_4 , теж є плоско розміщені.

Зміна метрики простору може суттєво вплинути на його геометричні властивості. Щоб впевнитись у цьому, розглянемо функції з Прикладу 1 у просторі C_L .

Приклад 2. За формулою (2) метрики простору C_L , на відрізку $[0; 1]$, відстані між точками y_1, y_2, y_3, y_4 будуть:

$$\rho_{12} = 0,5, \rho_{13} = 1, \rho_{14} = 0,5, \rho_{23} = 0,5, \rho_{24} = \frac{\sqrt{3}}{6}, \rho_{34} = 0,5.$$

З отриманих значень відстаней впливає, що точки y_1, y_2, y_3 , як і точки y_1, y_3, y_4 , прямолинійно розміщені у просторі C_L , причому, як точка y_2 , так і точка y_4 лежать між точками y_1 і y_3 . У евклідовому просторі це означало б, що усі чотири точки розміщені прямолинійно, однак, нерівності

$$\rho_{12} + \rho_{14} = 0,5 + 0,5 = 1 > \frac{\sqrt{3}}{6} = \rho_{24}, \rho_{14} + \rho_{24} = 0,5 + \frac{\sqrt{3}}{6} > 0,5 = \rho_{12},$$

$$\rho_{12} + \rho_{24} = 0,5 + \frac{\sqrt{3}}{6} > 0,5 = \rho_{14},$$

вказують на те, що точки y_1, y_2, y_4 , (аналогічно і точки y_2, y_3, y_4) не розміщені прямолинійно у просторі C_L . Тобто, зі зміною метрики простору змінились його геометричні властивості.

Тепер перевіримо, чи залишились точки y_1, y_2, y_3, y_4 плоско розміщеними і у просторі C_L . Для цього, за формулою (3), знайдемо значення кутових характеристик:

$$\varphi_{213} = 1, \varphi_{214} = \frac{5}{6}, \varphi_{314} = 1.$$

Підставивши ці значення у формулу (4), будемо мати:

$$1 + 2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \frac{5}{6} - 1^2 - 1^2 - \left(\frac{5}{6}\right)^2 = -\frac{1}{36} \neq 0.$$

Таким чином, точки y_1, y_2, y_3, y_4 не є плоско розміщеними у просторі C_L (об'єм тетраедра з вершинами у цих точках не дорівнює нулю), і отже, зміна метрики вплинула також і на властивість плоского розміщення точок. По іншому можна сказати, що змінилась геометрія простору.

Наведені вище приклади 1 і 2 свідчать про можливість знайомства учнів старших класів або під час уроків математики, або на різноманітних видах неформальної освіти, з основами метричної геометрії та найпростішими властивостями неевклідової геометрії.

Сучасні цифрові технології дають можливість візуалізації окремих геометричних властивостей метричних просторів. Наприклад, за допомогою динамічного геометричного середовища GeoGebra 3D можна впевнитись, що точки u_1, u_2, u_3, u_4 плоско розміщені у просторі $C_{[0;1]}$, оскільки їхні образи у просторі R^3 плоско розміщені. Для побудови точок у цьому середовищі потрібні їхні координати. Авторами отримані формули для координат вершин тетраедра за довжинами його ребер, та створений застосунок для побудови зображення тетраедра за цими координатами (Валько et al., 2022). Ввівши значення довжин $\rho_{12}, \rho_{13}, \rho_{14}, \rho_{23}, \rho_{24}, \rho_{34}$ з прикладу 1 у цей застосунок отримуємо наступне зображення (рис. 1).

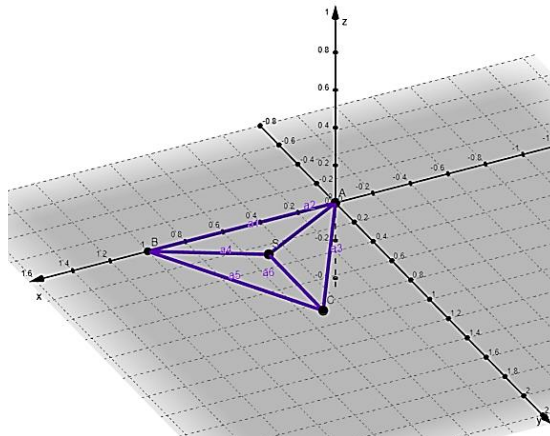


Рис. 1. Інтерпретація плоского розміщення точок u_1, u_2, u_3, u_4 у просторі $C_{[0;1]}$

У тому, що усі чотири точки лежать у площині XOY можна впевнитись, повернувши зображення так, щоб точка споглядання лежала у цій площині (рис. 2).

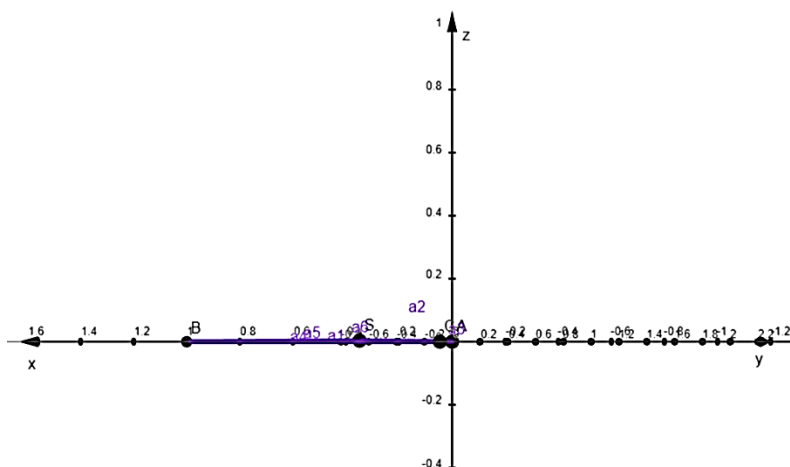


Рис. 2. Інтерпретація плоского розміщення точок u_1, u_2, u_3, u_4 у просторі $C_{[0;1]}$ (вид з точки площини XOY)

Цифрові технології, у більшості випадків, використовують наближені значення координат точок, тому візуалізації наведені на рисунках 1 і 2, носять ілюстративний характер, однак у достатній мірі відображають характер взаємного розміщення точок простору.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Наведений у даній роботі матеріал свідчить про можливість використання елементів метричної геометрії при вивченні теорії метричних просторів здобувачами вищої освіти. Аналітичний апарат метричної геометрії достатній для побудови геометричних інтерпретацій та цифрових візуалізацій основних понять та властивостей неевклідових метричних просторів. Використання елементів метричної геометрії полегшує розуміння здобувачами вищої освіти тих особливостей неевклідових метричних просторів, які носять геометричний характер. Матеріал даної роботи можна використати на різних видах неформальної освіти, знайомлячи з ним здобувачів загальної середньої освіти, які навчаються у профільних класах з поглибленим вивченням математики. Його застосування дасть змогу ознайомити учнів з найпростішими елементами неевклідової геометрії.

Подальші дослідження, на нашу думку, мають бути спрямовані на побудову аналітичної та геометричної інтерпретацій паралельного та перпендикулярного розміщення точок довільного метричного простору. Це значно розширить область застосування метричної геометрії при вивченні метричних просторів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Валько, К., Кузьмич, В., Кузьмич, Л., & Савченко, О. (2022). Інтерпретація взаємного розміщення точок метричного простору за допомогою графічних засобів. *Фізико-математична освіта*, 2(34), 7–11. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-034-2-001>.
2. Галушак, С.І. (2016). Деякі геометричні криві у сенсі d-відрізка. *Прикарпатський вісник НТШ. Число*, 1(33), 157–166.
3. Давидов, М.О. (1979). *Курс математичного аналізу*, 3. Київ: Вища школа.
4. Колмогоров, А.М., & Фомін, С.В. (1974). *Елементи теорії функцій і функціонального аналізу*. Київ: Вища школа.
5. Следзинский, И.Ф. (1973). *Формирование понятий расстояния и метрического пространства у учащихся общеобразовательной средней школы*. Автореф. дис. ... канд. пед. наук. Київ: Київський державний педагогічний інститут ім. О. М. Горького.
6. Berger, M. (2009). *Geometry I*. Springer.
7. Blumenthal, L. (1970). *Theory and applications of distance geometry*. Chelsea Publishing Company.
8. Burago, D., Burago, Y., & Ivanov, S. (2001). *A course in metric geometry*. AMS.
9. Dovgoshei, A.A., & Dordovskii, D.V. (2009). Betweenness relation and isometric imbeddings of metric spaces. *Ukr. Math. J.*, 61(10), 1556–1567.
10. Kuzmich, V.I., & Kuzmich, L.V. (2021). Elements of non-Euclidean geometry in the formation of the concept of rectilinear placement of points in schoolchildren. *J. Phys.: Conf. Ser.* 1840, 012004. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1840/1/012004>.
11. Kuz'mich, V.I., Kuzmich, L.V., Savchenko, A.G., & Valko, K.V. (2022). Geometric interpretation and visualization of particular geometric concepts at metric spaces study. *Journal of Physics: Conference Series*, 2288, 012024. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2288/1/012024>.
12. Lénárt, I. (2021). Comparative Geometry in distance education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1840(1), 012003. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1840/1/012003>.
13. Lenart, I. (2020). The Algebra of Projective Spheres on Plane, Sphere and Hemisphere. *J. of Appl. Math. and Phys.*, 8(10), 2286–2333. <https://doi.org/10.4236/jamp.2020.810171>.
14. Lenart, I., & Rybak, A. (2017). Comparative Geometry in Primary and Secondary School. *The Pedagogy of Mathematics: Is There a Unifying Logic? Johannesburg: Mapungubwe Institute for Strategic Reflection (MISTRA)*, 107–124.
15. Menger, K. (1928). Untersuchungen über allgemeine Metrik. *Math. Ann.*, 75–163.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Valko, K., Kuzmich, V., Kuzmich, L., & Savchenko, O. (2022). Interpretatsiia vzaiemnoho rozmishchennia tochok metrychnoho prostoru za dopomohoiu hrafichnykh zasobiv [Interpretation of mutual location of points of metric space by help of graphic means]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 34(2), 7–11. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-034-2-001>. (in Ukrainian).
2. Halushchak, S. I. (2016). Deyaki heometrychni kryvi u sensi d-vidrizka [Some geometric curves in the sense of a d-segment]. *Prykarpats'kyy visnyk NTSh. Chyslo – Prykarpatsky herald of the NTSh. Numeric*, 1(33), 157–166 (in Ukrainian).
3. Davydov, M. O. (1979). *Kurs matematychnoho analizu. Chastyna 3 [Course of mathematical analysis. Part 3]*. Kyiv: Vyshcha shkola (in Ukrainian).
4. Kolmogorov, A. M. & Fomin, S. V. (1974). *Elementy teorii funktsiy i funktsional'noho analizu [Elements of the theory of functions and functional analysis]*. Kyiv: Vyshcha shkola (in Ukrainian).
5. Sledzinskij, I. F. (1973). *Formirovanie ponjatij rasstojanija i metricheskogo prostranstva u uchashhihsja obshheobrazovatel'noj srednej shkoly [Formation of the concepts of distance and metric space in secondary school students]*. Extended abstract of candidate's thesis. KSPI named after A.M. Gorky (in Ukrainian).
6. Berger, M. (2009). *Geometry I*. Springer.
7. Blumenthal, L. (1970). *Theory and applications of distance geometry*. Chelsea Publishing Company.
8. Burago, D., Burago, Y. & Ivanov, S. (2001). *A course in metric geometry*. AMS.
9. Dovgoshei, A. A. & Dordovskii, D. V. (2009). Betweenness relation and isometric imbeddings of metric spaces. *Ukr. Math. J.*, 61(10), 1556–1567.
10. Kuz'mich, V. I. & Kuzmich, L. V. (2021). Elements of non-Euclidean geometry in the formation of the concept of rectilinear placement of points in schoolchildren. *Journal of Physics: Conference Series*, 1840, 012004.
11. Kuz'mich, V. I., Kuzmich, L. V., Savchenko, A. G., & Valko, K. V. (2022). Geometric interpretation and visualization of particular geometric concepts at metric spaces study. *Journal of Physics: Conference Series*, 2288, 012024.
12. Lénárt, I. (2021). Comparative Geometry in distance education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1840(1), 012003.
13. Lénárt, I. (2020). The Algebra of Projective Spheres on Plane, Sphere and Hemisphere. *Journal of Applied Mathematics and Physics*, 10(8), 2286–2333.
14. Lénárt, I., & Rybak, A. (2017). *Comparative Geometry in Primary and Secondary School. In: The Pedagogy of Mathematics: Is There a Unifying Logic? Johannesburg: Mapungubwe Institute for Strategic Reflection (MISTRA)*, 107–124.
15. Menger, K. (1928). Untersuchungen über allgemeine Metrik. *Math. Ann.*, 75–163.



Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
 Has been issued since 2013.
 Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.



p-ISSN 2413-1571
 e-ISSN 2413-158X

DOI: 10.31110/2413-1571
<https://fmo-journal.org/>

DOI 10.31110/2413-1571-2023-038-5-002

УДК 005.511:37.018.43

СТВОРЕННЯ ТА ДОСТАВКА НАВЧАЛЬНОГО ВІДЕОКОНТЕНТУ: МОДЕЛЮВАННЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСУ, КРИТЕРІЇ, ІНДИКАТОРИ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ

Валентина КОРОЛЬЧУК

Національний університет біоресурсів
 і природокористування України, Україна
 korolchuk@nubip.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0002-3145-8802>

Таїсія САЯПІНА ✉

Національний університет біоресурсів
 і природокористування України, Україна
 t_sayapina@nubip.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0001-9905-4268>

Тетяна ВОЛОШИНА

Національний університет біоресурсів
 і природокористування України, Україна
 t-voloshina@nubip.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0001-6020-5233>

CREATION AND DELIVERY OF EDUCATIONAL VIDEO CONTENT: BUSINESS PROCESS MODELING, CRITERIA, QUALITY EVALUATION INDICATORS

Valentyna KOROLCHUK

National University of Life
 and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
 korolchuk@nubip.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0002-3145-8802>

Taisiia SAIAPINA ✉

National University of Life
 and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
 t_sayapina@nubip.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0001-9905-4268>

Tetiana VOLOSHYNA

National University of Life
 and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
 t-voloshina@nubip.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0001-6020-5233>

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Зростання важливості створення та доставки відеоконтенту в освітньому процесі, потреба в забезпеченні якісної, доступної та ефективної освіти, включає в себе ряд аспектів, таких як створення якісного відеоконтенту, зберігання, а також ефективну доставку його здобувачам освіти. Розв'язання цієї проблеми може покращити якість освіти та забезпечити кращий доступ до різноманітного навчального контенту для різних рівнів і стилів навчання.

Матеріали і методи. З метою вирішення поставленої проблеми було розроблено бізнес-модель, здійснено аналіз, класифікацію, систематизацію наукових джерел та застосовано метод експертного оцінювання для проведення оцінки якості навчального відеоконтенту за визначеними критеріями (збалансований та актуальний вміст, персоналізація, інтерактивність, доступність, оцінювання) та відповідними індикаторами.

Результати. У дослідженні проведено аналіз ефективності використання відео в навчальному процесі. Розроблено модель бізнес-процесу, яка дозволяє створювати, зберігати викладачем/автором, адміністратором та доставляти навчальний відеоконтент здобувачам освіти, визначено критерії та відповідні індикатори оцінювання якості відео, здійснено їх експертну оцінку. Стаття узагальнює результати педагогічного дослідження за участю студентів-експертів ОС Магістр, які навчалися за спеціальністю 011 Освітні, педагогічні науки освітньої програми «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті» денної та заочної форми навчання, а також викладачів, які мають досвід створення та доставки навчального відеоконтенту під час змішаного та дистанційного навчання. Визначено вплив критеріїв та індикаторів на якість відео на думку двох груп експертів: студентів та викладачів.

Висновки. Розроблена бізнес-модель, визначені критерії та індикатори оцінки якості відеоконтенту сприятимуть підвищенню рівня якості надання освітніх послуг. Запропонована модель бізнес-процесу може бути використана при створенні та доставці навчального контенту здобувачам освіти, а також в рамках підвищення кваліфікації викладачів закладів різних рівнів освіти. В ході створення та доставки навчального контенту рекомендовано враховувати критерії та індикатори оцінки якості навчального відеоконтенту за запропонованою бізнес-моделлю.

ABSTRACT

Formulation of the problem. The increasing importance of creating and delivering video content in the educational process, as well as the need to ensure the quality, accessibility, and effectiveness of education, encompasses several aspects, including the production of high-quality video content, storage, and efficient delivery to educational learners. Solving this problem can enhance the quality of education and provide better access to diverse educational content for different levels and learning styles.

Materials and Methods. A business model was developed in order to solve the problem. The analysis, classification, and systematization of scientific sources and the expert evaluation method were applied to evaluate the quality of educational video content according to the specified criteria (balanced and relevant content, personalization, interactivity, accessibility, evaluation) and relevant indicators.

Results. The study involved analyzing the effectiveness of video in the educational process. A business process model has been developed that allows the teacher/author and administrator to create, store, and deliver educational video content to students. Criteria and relevant indicators for video quality assessment have been determined, and expert evaluation has been carried out. The article summarizes the results of pedagogical research with the participation of expert students of the Master of Science who studied in the specialty 011 Educational, pedagogical sciences of the educational program "Information and communication technologies in education" (full-time and part-time forms of study), and teachers who have experience in creating and delivering educational video content during blended and distance learning. The influence of criteria and indicators on the quality of the video, according to the opinion of two groups of experts, students and teachers, was determined.

Conclusions. The developed business model and defined criteria and indicators for evaluating the quality of video content will contribute to increasing the quality of educational services. The proposed business process model can be used in creating and delivering educational content to education seekers, as well as in the framework of improving the qualifications of teachers in institutions of various levels of education. During the creation and delivery of educational content, it is recommended to consider criteria and indicators for evaluating the quality of educational video content according to the proposed business model.

Для цитування:

Корольчук В., Саяпіна Т., Волошина Т. Створення та доставка навчального відеоконтенту: моделювання бізнес-процесу, критерії, індикатори оцінювання якості. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 5. С. 12-17. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-5-002

Корольчук В., Саяпіна Т., & Волошина Т. (2023). Створення та доставка навчального відеоконтенту: моделювання бізнес-процесу, критерії, індикатори оцінювання якості. *Фізико-математична освіта*, 38(5), 12-17. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-002>

For citation:

Korolchuk, V., Saiapina, T., & Voloshyna, T. (2023). Creation and delivery of educational video content: business process modeling, criteria, quality evaluation indicators. *Physical and Mathematical Education*, 38(5), 12-17. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-002>

Korolchuk, V., Saiapina, T., & Voloshyna, T. (2023). Stvorennia ta dostavka navchalnoho videokontentu: modeliuвання biznes-protsesu, kryterii, indykatory otsiniuvannia yakosti [Creation and delivery of educational video content: business process modeling, criteria, quality evaluation indicators]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(5), 12-17. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-02>

✉ Corresponding author

© V. Korolchuk, T. Saiapina, T. Voloshyna, 2023

КЛЮЧОВІ СЛОВА: моделювання бізнес-процесу; навчальний відеоконтент; створення відеоконтенту; доставка відеоконтенту; критерії та індикатори оцінювання.

KEYWORDS: business process modeling; educational video content; creating video content; delivery of video content; evaluation criteria and indicators.

ВСТУП

Постановка проблеми. З швидким розвитком цифрових технологій, а також викликами та трансформаціями сучасної освіти, зростає попит на створення та доставку різноманітного навчального контенту, який може бути швидко і якісно адаптований до різних потреб та можливостей здобувачів освіти, їх домінуючих стилів навчання у закладах освіти. В інформаційно-освітньому середовищі, де відбувається зростання популярності використання навчального відеоконтенту, виникає необхідність оптимізації та ефективного управління процесом створення, редагування, зберігання та доставки навчального відеоконтенту.

Аналіз актуальних досліджень. Цифрові технології є потужним інструментом, який може допомогти покращити організацію освітнього процесу, наприклад полегшити для викладачів створення різноманітного навчального контенту, впроваджувати нові методи навчання та співпрацю в режимі реального часу (Haleem et al., 2022). Навчання студентів в онлайн чи змішаному форматах призвели до активного використання мультимедіа, зокрема цифрового відео, для викладання та навчання у закладах вищої освіти (Stuart, 2019). Д. Шактер, К. Шпунар пропонують концептуальну основу для покращення навчання за допомогою навчальних відео, яка визначає онлайн-навчання як тип саморегульованого навчання (Schacter & Szpunar, 2015). Навчання на основі відео (VBL) вважається одним з найпоширеніших видів навчального контенту, оскільки надається можливість студентам працювати з навчальним матеріалом у спосіб, який відповідає їхнім особистим потребам, здібностям та стилю навчання (Lewis et al., 2023). У дослідженні (Nagy, 2018) здійснено оцінку використання онлайн-відео інтегрованого в електронний курс на базі платформи Moodle, ефективність та задоволення студентів під час традиційного або дистанційного навчання.

Завданням онлайн навчання у вищій освіті є підготовка різноманітного навчального контенту для студентів відповідної якості. Саме відеоконтент є одним із важливих та найбільш поширених видів навчальних матеріалів під час онлайн та дистанційного навчання. Перевагами відеоконтенту є можливість зручного повторення навчального матеріалу, його самостійного опрацювання або засвоєння у зручному темпі. Студенти вивчаючи певну тему навчальної дисципліни можуть самостійно обирати темп сприйняття представленого контенту, перегляд з відео або ж лише його прослуховування, що дає відчуття навчання в аудиторії, але створення навчального відеоконтенту потребує багато часу та відповідної підготовки з боку викладача (Badamjav & Tudevdaya, 2022).

На цінності використання відеолекції в освітньому процесі, перегляд якої не обмежується часом, місцем, тривалістю, дозволяє вільно переміщатись по навчальному матеріалу, відповідно до індивідуальних можливостей, темпу навчання, використовувати на етапах вивчення, закріплення чи повторення матеріалу наголошують у своєму дослідженні О. Дутко та І. Лебідь. Саме проведення лекційного заняття – асинхронна онлайн діяльність та використання професійно підготовленого відеоконтенту, який представлено як комбінацію мультимедійної презентації, яка передбачає зображення на основному екрані ілюстративного матеріалу лекції у вигляді слайдів, лектора або інших відеоматеріалів, а також засоби навігації, що дозволяють управляти (зупиняти чи поновлювати, перемотати вперед чи назад) переглядом (Дутко & Лебідь, 2021).

Ефективність використання відео в навчальному процесі підвищується, коли викладачі враховують три елементи: як керувати когнітивним навантаженням відео; як максимізувати залучення студентів до відео; як сприяти активному навчанню з інтеграцією відео (Brame, 2016). В дослідженні (Backeberg et al., 2015) представлено використання моделі навчання на основі відео, що включає відеозворотний зв'язок у поєднанні з рефлексивним опитуванням, нотатками, відеозаписами для самостійної роботи та відеомоделиванням. К. Ферер та А. Квенні у своєму дослідженні (Ferrer & Quennie, 2022) представили основні етапи створення відеороликів, а саме: планування, розробка відеокліпу, перевірка/оцінка та впровадження. надання доступу. Отож відеоконтент в освітньому процесі може виконувати різноманітні функції, і відповідно до них його застосування може варіюватися:

– *пояснення та навчання:* відеоролики можуть бути використані для пояснення складних концепцій, процесів або окремих тем навчальної дисципліни, надаючи візуальні та аудіальні ілюстрації для кращого розуміння навчального матеріалу;

– *відеолекції:* дозволяють інтегрувати у навчальний процес лекції від експертів у галузі та допомагати здобувачам освіти отримати знання від кваліфікованих фахівців.

– *демонстрація практичних навичок:* відеоролики демонструють, як виконувати певні практичні завдання, інструкції до яких складно передати словами або за допомогою тексту.

– *мотивація та залучення:* цікаво оформлені відеоролики з використанням вбудованих інтерактивних елементів, дозволяють мотивувати здобувачів освіти та зробити засвоєння матеріалу більш ефективним.

– *адаптація до нових умов:* відеоролики можуть використовуватися для підготовки та розуміння здобувачами освіти реальних робочих процесів;

– *оцінка та контроль знань:* відеоролики можуть бути використані для проведення оцінювання знань здобувачів освіти через інтегровані тестування або завдання.

– *зворотний зв'язок та обговорення:* можливість дискусії та обговорення переглянутого навчального контенту сприяє мотивації та активному навчанню.

– *індивідуалізація та адаптація:* відеоролики можуть бути адаптовані для індивідуальних потреб здобувачів освіти, дозволяючи кожному навчатися у власному темпі та побудувати індивідуальну освітню траєкторію.

– *доступність:* відеоролики можуть бути доступними для вивчення навчального матеріалу у будь-який зручний час, з будь-якого місця та пристрою.

Мета статті. Розробка моделі бізнес-процесу створення та доставки відеоконтенту здобувачам освіти, визначення критеріїв та індикаторів оцінки якості такого відеоконтенту з метою покращення ефективності освітнього процесу.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для розв'язання поставлених завдань здійснено аналіз стану дослідження у наукових публікаціях вітчизняних та зарубіжних дослідників; узагальнення та систематизація досвіду створення та використання різнотипного відеоконтенту у навчальному процесі; моделювання бізнес-процесу процесу створення та доставки відеоконтенту. З метою визначення вагомості критеріїв та індикаторів застосовано методи анкетування, експертного оцінювання, а також статистичні методи оцінки експериментальних даних, зокрема оцінка ступеня узгодженості думок експертів з використанням коефіцієнту конкордації.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

За результатами аналізу наукових праць виявлено, що представлення навчальних матеріалів у вигляді відео контенту сприяють покращенню засвоєння та сприйняття навчального контенту. На основі проведеного аналізу та власного досвіду створення та використання відео у навчальному процесі розроблено модель бізнес-процесу створення та доставки навчального відеоконтенту. Оскільки кожен тип та формат відео потребує свого підходу, його необхідно враховувати на етапі написання сценарію. Перед початком розміщення будь-якого навчального контенту викладачу необхідно надіслати адміністратору запит на створення електронного навчального курсу (ЕНК), за допомогою якого і буде здійснюватися доставка навчального контенту до здобувачів вищої освіти. Для створення та доставки відеоконтенту, отримавши доступ до ЕНК, викладачу необхідно здійснити підготовку сценарію та визначити тип майбутнього відео. Авторська модель бізнес-процесу створення та доставки навчального відеоконтенту представлено на рис. 1.

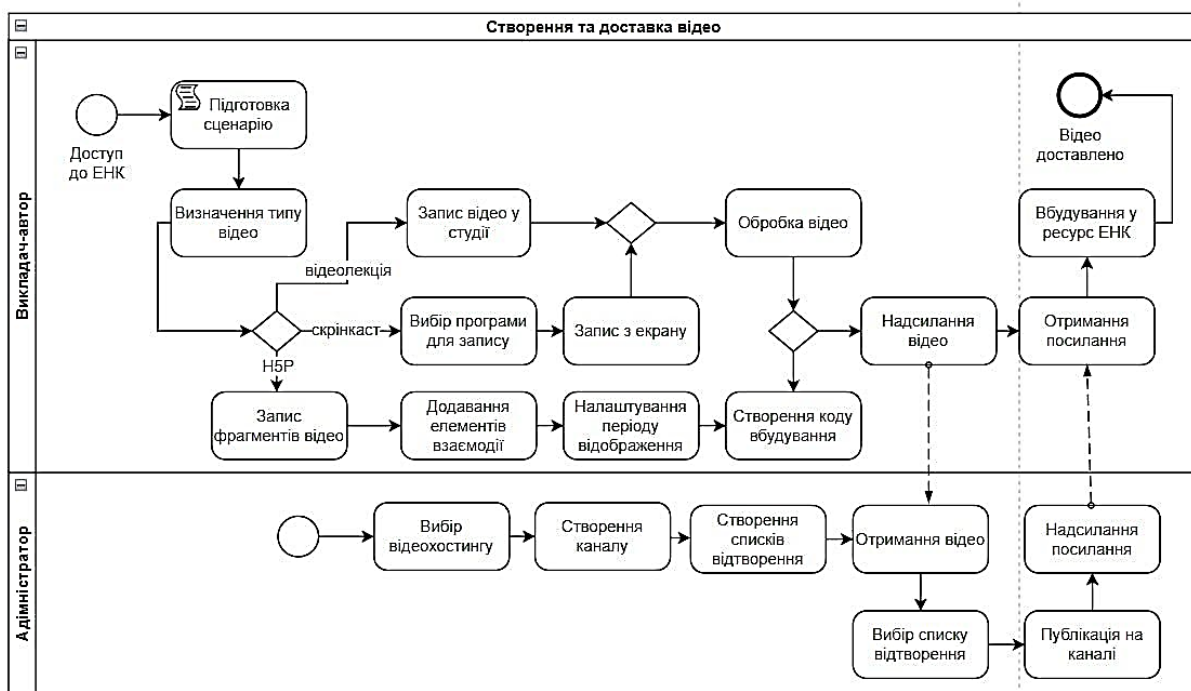


Рис. 1. Модель бізнес-процесу створення та доставки навчального відеоконтенту

При створенні відеолекції, викладач проводить відповідний запис підготовленого матеріалу у відеостудії. При створенні скрінкасту, викладачу необхідно спочатку обрати програму для запису з екрану та відповідно здійснити запис навчального контенту з екрану. При необхідності створення інтерактивного відео (H5P), викладачу спочатку необхідно провести запис фрагментів майбутнього відео, додати елементи взаємодії та налаштувати період відображення кожного з поданих фрагментів. Після створення такого відео, для можливості його подальшого вбудування, необхідно отримати код його вбудування. Готове відео викладач надсилає адміністратору. Адміністратор, для розміщення відео-контенту, необхідно вибрати один з доступних відеохостингів, створити на ньому канал для розміщення та списки відтворення. При отриманні відео від викладача, адміністратор обирає список відтворення, у якому необхідно розмістити даний відео-контент, здійснює публікацію даного відео-контенту та надсилає посилання автору навчального контенту. В свою чергу, викладач, отримавши посилання від адміністратора, має можливість вбудувати його як на сторінці електронного курсу, так і окремих його ресурсах.

Важливим аспектом, використання такого відео у навчальному процесі виступає якість його створення, наповнення та можливості адаптації до індивідуальних потреб здобувачів освіти. Д. Бучинська у своєму дослідженні (Бучинська, 2015) наводить показники оцінки якісного навчального відео. Р. Соед, Н. Рахматові та М. Асарі у своїй праці (Soe'oe et al., 2018) розглядають оцінку анімаційних сюжетних відео та обговорюють аспекти змісту, структури, дизайну інструктивних матеріалів, технічного дизайну, а також потенційні фактори, які впливають на якість такого відеоконтенту.

На основі аналізу наукових праць вчених та власного досвіду створення та доставки навчального відеоконтенту, нами було визначено критерії оцінки його якості (збалансований та актуальний зміст, персоналізація, інтерактивність, доступність, оцінювання) та відповідні індикатори, які дозволяють оцінити якість відео за кожним критерієм окремо. Для оцінювання ступеню важливості кожного з запропонованих індикаторів якості відеоконтенту, нами було розроблено

анкети, у якій кожному з експертів пропонувалось проранжувати представлені індикатори за ступенем впливу на якість відеоконтенту. Індикатору, який на думку експерта має найбільший вплив на якість відео присвоювався ранг 1. Експертами у дослідженні виступали студенти ОС «Магістр» спеціальності 011 Освітні, педагогічні науки освітньої програми «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті» (23 експерти) та викладачі Національного університету біоресурсів і природокористування України, які мають досвід створення та використання цифрового відеоконтенту у навчальному процесі під час змішаного та дистанційного навчання. Педагогічне дослідження проводилось протягом 2022-2023 навчального року. Представлені індикатори оцінки якості навчального відеоконтенту за кожним з визначених критеріїв (збалансований та актуальний вміст, персоналізація, інтерактивність, доступність, оцінювання) наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Оцінка якості навчального відеоконтенту за визначеними критеріями та індикаторами

Індикатори	Оцінка студентів (23)			Оцінка викладачів (9)		
	Сума рангів	S	Вага	Сума рангів	S	Вага
Збалансований та актуальний вміст						
навчальний контент актуальний та відповідає основним цілям і завданням дисципліни	417	26896	0,01	33	4356	0,08
відображено найновіші дослідження, тренди і зміни в галузі	127	15876	0,07	109	100	0,04
логічне та послідовне викладення навчального матеріалу	246	49	0,05	98	1	0,05
цікавий, зрозумілий і сприяє активній взаємодії	309	3136	0,04	141	1764	0,03
Персоналізація						
можливість адаптації навчального контенту до різних рівнів і стилів навчання здобувачів	203	2500	0,06	49	2500	0,07
можливість здобувачем обирати індивідуальні завдання або теми, що відповідають їхнім інтересам чи потребам	191	3844	0,06	163	4096	0,01
можливість вибору рівня складності завдань або матеріалів, щоб вони відповідали особистим навчальним потребам	377	15376	0,02	151	2704	0,02
можливість здобувачем визначення власного темпу навчання	107	21316	0,08	91	64	0,05
Інтерактивність						
можливість використання інтерактивних елементів, таких як відео, графіка, симулятори тощо	264	121	0,05	29	4900	0,08
можливість самостійно розв'язувати завдання в режимі реального часу за допомогою вбудованих інтерактивних інструментів	394	19881	0,02	130	961	0,03
можливість спільно працювати над завданнями чи проектами в режимі реального часу, використовуючи спільні інтерактивні інструменти	212	1681	0,06	88	121	0,05
можливість залишати коментарі, обговорювати матеріал з іншими учасниками освітнього процесу	436	33489	0,01	69	900	0,06
можливість отримання зворотного зв'язку	96	24649	0,08	122	529	0,04
Доступність						
доступність з різних пристроїв та операційних систем	111	20164	0,08	157	3364	0,02
доступність для здобувачів з різними видами обмежених можливостей та відповідність вимогам норм доступності	224	841	0,05	136	1369	0,03
можливість завантаження чи зберігання навчального контенту для подальшого використання без доступу до інтернету	148	11025	0,07	41	3364	0,08
доступність навчального контенту для різних рівнів підготовки здобувачів освіти	421	28224	0,01	148	2401	0,02
контент представлений у форматах, які легко доступні для здобувачів освіти	117	18496	0,08	38	3721	0,08
Оцінювання						
можливість інтеграції різноманітних методів оцінювання, таких як тести, індивідуальні завдання, практичні проекти, обговорення	448	38025	0,01	54	2025	0,07
можливість адаптації методів оцінювання до індивідуальних потреб та можливостей здобувачів освіти	298	2025	0,04	161	3844	0,01
можливість надання коментарів здобувачам після оцінювання для розуміння їхніх досягнень та можливостей покращення	167	7396	0,07	71	784	0,06
Всього	5313	295010	1	2079	43868	1
Коефіцієнт конкордації	0,72			0,7		
розрахунковий	331,2			126		
табличний (k=20, α=0,05)	31,4			31,4		

Для оцінювання ступеня впливу представлених індикаторів на якість відеоконтенту, експерти присвоїли кожному з них ранговий номер. Індикатору, який на думку експерта найбільше впливає на якість відеоконтенту та надано найвищу оцінку, присвоювався ранг 1. Оцінка рівня узгодженості думок експертів, проводилась з використанням коефіцієнту конкордації, який було розраховано за формулою: $W = \frac{12S}{m^2(n^3-n)}$, де $S = (\sum x_{ij} - \frac{\sum \sum x_{ij})^2}{n}$, m – кількість експертів, n – кількість факторів. На основі розрахованих сум рангів було обчислено індикаторами вагомості представлених індикаторів за оцінками студентів та викладачів окремо.

При оцінці студентами впливу визначених індикаторів на якість відеоконтенту було визначено можливість здобувачем визначення власного темпу навчання (0,08); доступність з різних пристроїв та операційних систем (0,08); контент представлений у форматах, які легко доступні для здобувачів освіти (0,08); можливість отримання зворотного зв'язку (0,08) найбільш ваговими індикаторами. Коефіцієнт конкордації склав 0,72, що свідчить про високий рівень узгодженості думок експертів. Оцінку значущості отриманого коефіцієнта конкордації було визначено за критерієм узгодження Пірсона (χ^2). Розрахований χ^2 (331,2) перевищує табличне значення критерію (31,4) для числа ступенів свободи $K=n-1=21-1=20$ при заданому рівні значущості $\alpha=0.05$, що дає змогу зробити висновок, що $W=0,72$ – величина не випадкова, а тому отримані результати є статистично значущими.

Експертна оцінка викладачами показала, що для них найбільш ваговими індикаторами при оцінюванні якості відеоконтенту виступають актуальність навчального контенту та відповідність основним цілям і завданням дисципліни (0,08); можливість використання інтерактивних елементів, таких як відео, графіка, симулятори тощо (0,08); можливість завантаження чи зберігання навчального контенту для подальшого використання без доступу до інтернету (0,08) та представлення контенту у форматах, які легко доступні для здобувачів освіти (0,08). Отриманий високий коефіцієнт узгодженості думок експертів-викладачів (0,7) є не випадковим та статистично значущим, оскільки також перевірений за критерієм узгодження Пірсона.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

В результаті нашого дослідження було змодельовано бізнес-процес створення та доставки навчального відеоконтенту, який дасть змогу ефективно управляти процесом створення, редагування, зберігання та доставки навчального відеоконтенту до здобувачів освіти під час змішаного та дистанційного навчання. Розроблені індикатори за п'ятьма критеріями: збалансований та актуальний зміст, персоналізація, інтерактивність, доступність, оцінювання дають змогу оцінити якість створеного відеоконтенту. Проведення експертного оцінювання дало змогу визначити найбільш вагомні індикатори окремо для здобувачів освіти та науково-педагогічних працівників. Отримані результати дослідження, а саме створення та доставка відео за представленою моделлю бізнес-процесу та запропонованими критеріями, індикатори оцінки його якості можуть бути використанні викладачами при створенні навчальних відео у межах окремих дисциплін, а також в рамках підготовки відеоконтенту лекторами курсів підвищення кваліфікації.

Перспективами подальшого дослідження є визначення критеріїв та індикаторів добору інструментів для створення відеоконтенту, розробка методики використання відеоконтенту в освітньому процесі та оцінка ефективності створення та доставки різнотипного відеоконтенту на якість засвоєння навчального матеріалу здобувачами освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Backaberg, S., Rask, M., Gummesson, C., & Brunt, D. (2015). Video-based feedback combined with reflective enquiry – An interactive model for movement awareness among nursing students. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 10(4), 246–264. <https://doi.org/10.18261/ISSN1891-943X-2015-04-04>.
- Badamjav, Z., & Tudevdayva, U. (2022). Video Content Development Guides based on Teaching Experiences. *Conference: 8th International Conference on Artificial Intelligence (ARIN 2022)*. <https://doi.org/10.5121/csit.2022.121001>.
- Brame, C. (2016). Effective Educational Videos: Principles and Guidelines for Maximizing Student Learning from Video Content. *CBE Life Sci Educ*. 2016 Winter; 15(4): es6. <https://doi.org/10.1187/cbe.16-03-0125>.
- Ferrer, C., & Quennie, A. (2022). Utilization of English Video Lessons and Their Significance To The Philippine Language Curriculum: A Literature Review. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4222378>.
- Haleem, A., Javaid, M., Qadri, A., & Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 275–285. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.05.004>.
- Lewis, N., Lewis, R., & Luca, C. (2023). Impact of video-based learning in business statistics: a longitudinal study, *Palgrave Communications*, Palgrave Macmillan, 10(1), 1–10. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01634-w>.
- Nagy, J. (2018). Evaluation of online video usage and learning satisfaction: an extension of the technology acceptance model. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 19(1), 160–185. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v19i1.2886>.
- Schacter, D., & Szpunar, K. (2015) Enhancing attention and memory during video-recorded lectures. *Sch Teach Learn Psychol.*, 1, 60–71.
- Soe'oed, R., Rachmawaty, N., & As'ari, M. H. (2018). Evaluation on the use of animated narrative video in teaching narrative text. *SHS Web of Conferences*, 42 (00087). <https://doi.org/10.1051/shsconf/20184200087>.
- Stuart, D. (2019). Beyond lecture capture: Creating digital video content for online learning – a case study, *Journal of University Teaching & Learning Practice*, 16(1). <https://ro.uow.edu.au/jutlp/vol16/iss1/7>.
- Бучинська, Д. (2015). Використання відео в навчальному процесі - потреба сьогодення. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*, 1, 30–39. <http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/216905/232919>.
- Дутко, О., & Лебідь, І. (2021). Проблеми та особливості проведення лекції в умовах дистанційного навчання, *Педагогічна освіта: теорія і практика*, 30(1), 19–32. <https://doi.org/10.32626/2309-9763.2021-30.19-32>.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- Backaberg, S., Rask, M., Gummesson, C., & Brunt, D. (2015). Video-based feedback combined with reflective enquiry – An interactive model for movement awareness among nursing students. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 10(4), 246–264. <https://doi.org/10.18261/ISSN1891-943X-2015-04-04>.

2. Badamjav, Z., & Tudevdaeva, U. (2022). Video Content Development Guides based on Teaching Experiences. *Conference: 8th International Conference on Artificial Intelligence (ARIN 2022)*. <https://doi.org/10.5121/csit.2022.121001>.
3. Brame, C. (2016). Effective Educational Videos: Principles and Guidelines for Maximizing Student Learning from Video Content. *CBE Life Sci Educ. 2016 Winter*; 15(4): es6. <https://doi.org/10.1187/cbe.16-03-0125>.
4. Ferrer, C., & Quennie, A. (2022). Utilization of English Video Lessons and Their Significance To The Philippine Language Curriculum: A Literature Review. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4222378>.
5. Haleem, A., Javaid, M. Qadri, A., & Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 275-285. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.05.004>.
6. Lewis, N., Lewis, R., & Luca, C. (2023). Impact of video-based learning in business statistics: a longitudinal study, *Palgrave Communications, Palgrave Macmillan*, 10(1), 1-10. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01634-w>.
7. Nagy, J. (2018). Evaluation of online video usage and learning satisfaction: an extension of the technology acceptance model. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 19(1), 160-185. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v19i1.2886>.
8. Schacter, D., & Szpunar, K. (2015) Enhancing attention and memory during video-recorded lectures. *Sch Teach Learn Psychol.*, 1, 60-71.
9. Soe'oed, R., Rachmawaty, N., & As'ari, M. H. (2018). Evaluation on the use of animated narrative video in teaching narrative text. *SHS Web of Conferences*, 42 (00087). <https://doi.org/10.1051/shsconf/20184200087>.
10. Stuart, D. (2019). Beyond lecture capture: Creating digital video content for online learning – a case study, *Journal of University Teaching & Learning Practice*, 16(1). <https://ro.uow.edu.au/jutlp/vol16/iss1/7>.
11. Buchynska, D. (2015). Vykorystannia video v navchalnomu protsesi - potreba sohodennia [Vykorystannia video v navchalnomu protsesi - potreba sohodennia]. *Vidkryte osvritnie e-seredovyshe suchasnoho universytetu – Vidkryte osvritnie e-seredovyshe suchasnoho universytetu*, 1, 30-39. <http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/216905/232919>. (in Ukrainian).
12. Dutko, O., Lebid, I. (2021). Problemy ta osoblyvosti provedennia lektsii v umovakh dystantsiinoho navchannia, *Pedahohichna osvita: teoriia i praktyka*, 30(1), 19-32. DOI: <https://doi.org/10.32626/2309-9763.2021-30.19-32>. (in Ukrainian).



Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
 Has been issued since 2013.
 Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.



p-ISSN 2413-1571
 e-ISSN 2413-158X

DOI: 10.31110/2413-1571
<https://fmo-journal.org/>

DOI 10.31110/2413-1571-2023-038-5-003

УДК 378.147

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ

Тетяна ЛУКАШОВА

Сумський державний педагогічний університет
 імені А.С. Макаренка, Україна
 tanya.lukashova2015@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1465-9530>

Марина ДРУШЛЯК ✉

Сумський державний педагогічний університет
 імені А.С. Макаренка, Україна
 marydru@fizmatsspu.sumy.ua
<https://orcid.org/0000-0002-9648-2248>

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A MEANS OF DEVELOPING PRE-SERVICE MATHEMATICS TEACHERS' CRITICAL THINKING

Tetiana LUKASHOVA

Sumy State Pedagogical University
 named after A. S. Makarenko, Ukraine
 tanya.lukashova2015@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1465-9530>

Marina DRUSHLYAK ✉

Sumy State Pedagogical University
 named after A. S. Makarenko, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-9648-2248>
 marydru@fizmatsspu.sumy.ua

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. На сьогодні освіта зосереджується не тільки на набутті випускниками *hard skills* (знання, вміння, навички у певній предметній галузі), а на набутті *soft skills*, тобто якостей, притаманних майбутньому конкурентоспроможному фахівцю, серед яких важливе місце займають навички критичного мислення. Нагальним питанням у системі професійної освіти майбутніх учителів математики є пошук і доведення ефективності засобів розвитку критичного мислення.

Матеріали і методи. Для досягнення мети були використані методи теоретичного рівня наукового пізнання: аналіз наукової літератури, синтез, формалізація наукових джерел, опис, зіставлення, узагальнення власного досвіду.

Результати. Проаналізовано зарубіжний досвід використання штучного інтелекту в освітній сфері, виокремлено позитивні та негативні сторони такого використання. Розглянуто можливості використання штучного інтелекту для розвитку критичного мислення майбутніх учителів математики на прикладі використання чат-бота зі штучним інтелектом ChartGPT. Запропоновано варіант завдань для студентів при вивченні теми «Доведення нерівностей», в ході виконання яких ChartGPT використовується як «симулятор» роботи з учнями та критичного оцінювання їх розв'язань. Показано, що ChartGPT пропонує цілу низку способів доведення запропонованої нерівності, проте, у кожному з розв'язань допускає помилки; проаналізовано як штучний інтелект реагує на зазначення його помилок.

Висновки. Впровадження штучного інтелекту в освітній процес і використання його як засобу розвитку критичного мислення майбутніх учителів математики вбачається доцільним. Показана ефективність такої імплементації на прикладі вивчення теми «Доведення нерівностей».

КЛЮЧОВІ СЛОВА: критичне мислення; штучний інтелект; процес навчання математики; майбутні вчителі математики; доведення нерівностей; метод математичної індукції.

ABSTRACT

Formulation of the problem. Today, education focuses not only on the acquisition of *hard skills* (knowledge, abilities, skills in a certain subject area) by graduates but on the acquisition of so-called *soft skills*, i.e., the qualities of the future that a future competitive specialist must have, among which the skills of critical thinking. An urgent issue in the professional education system of pre-service mathematics teachers is the search for proof of the effectiveness of developing critical thinking.

Materials and methods. Methods of the theoretical level of scientific knowledge were used to achieve the goal: analysis of scientific literature, synthesis, formalization of scientific sources, description, comparison, and generalization of own experience.

Results. The foreign experience of using artificial intelligence in the educational sphere is analyzed. The positive and negative aspects of such use are highlighted. The possibilities of using artificial intelligence for the development of critical thinking of future mathematics teachers are considered using the example of ChartGPT. When studying the topic "Proofing Inequalities," a variant of tasks for students is offered. In completing tasks, ChartGPT is used as a "simulator" for future teachers in working with students. Students are required to evaluate the solutions offered by ChartGPT critically. AI provides several ways to prove the inequalities. However, it makes mistakes in the solutions. The reactions of artificial intelligence to pointing out its errors are presented.

Conclusions. The introduction of artificial intelligence into the educational process and its use as a means of developing the critical thinking of future mathematics teachers is considered appropriate. The effectiveness of such an implementation is shown in the example of studying the topic "Proofing Inequalities".

KEYWORDS: critical thinking; Artificial Intelligence; the process of learning mathematics; pre-service mathematics teachers; proof of inequalities; mathematical induction method.

ВСТУП

Постановка проблеми. На сьогодні освіта зосереджується не тільки на набутті випускниками *hard skills* (знання, вміння, навички у певній предметній галузі), а на набутті, так званих *soft skills*, тобто якості майбутнього, які повинен мати майбутній конкурентоспроможний фахівець. Узагальнюючи такі якості, можна сформулювати провідні *soft skills* у «Four Cs» (Collaboration, Communication, Creativity, Critical thinking) – «Систему 4К» (Колаборація, Комунікація, Креативність, Критичне мислення) (10 Top Soft Skills for 2020: What They Are and How To Train Them, 2016).

Для цитування:

Лукашова Т., Друшляк М. Штучний інтелект як засіб розвитку критичного мислення майбутніх учителів математики. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38, № 5. С. 18-25. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-5-003

Лукашова, Т., & Друшляк, М. (2023). Штучний інтелект як засіб розвитку критичного мислення майбутніх учителів математики. *Фізико-математична освіта*, 38(5), 18-25. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-003>

For citation:

Lukashova, T., & Drushlyak, M. (2023). Artificial intelligence as a means of developing pre-service mathematics teachers' critical thinking. *Physical and Mathematical Education*, 38(5), 18-25. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-003>

Lukashova, T., & Drushlyak, M. (2023). Shchuchnyi intelekt yak zasib rozvytku krytychnoho myslennia maibutnykh uchyteliv matematyky [Artificial intelligence as a means of developing pre-service mathematics teachers' critical thinking]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(5), 18-25. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-0003>

З 2022 року у науковому дискурсі з'являються дослідження, які пов'язують проблему розвитку критичного мислення (однієї зі складових soft skills) з проблемою використання штучного інтелекту (ШІ) в освітньому процесі. В суспільстві загалом та серед академічної спільноти зокрема з'являються побоювання щодо використання штучного інтелекту типу «вбивця професій», «вплив на думки людей, оскільки здатен генерувати пости для соцмереж та коментарі», «генерація академічних текстів», «витік конфіденційної та особистої інформації». Через подібні побоювання в деяких школах навіть забороняють використання ChatGPT (Dibble, 2023; Lukpat, 2023).

Деякі науковці стурбовані з етичних міркувань (Mhlana, 2023), з приводу потенційних негативних впливів на методи оцінювання (Rudolph et al., 2023), через наукову доброчесність (Cotton et al., 2023; Shiri, 2023) та навички мислення студентів вищого рівня (Susnjak, 2022). Так, S. Marche (2022) передбачив, що може знадобитися «десять років, щоб наукові кола зіткнулися з цією новою реальністю: два роки, щоб студенти зрозуміли технологію, ще три роки, щоб професори визнали, що студенти використовують цю технологію, а потім п'ять років, щоб адміністратори університетів вирішили, що з цим робити, якщо взагалі робити».

Сучасний дискурс навколо штучного інтелекту та його впливу на освіту, як правило, зосереджується на проблемах, які він створює для освітян (Stokel-Walker, 2022) або можливості, які він надає як для викладачів, так і для студентів (Zhai, 2023). Науковці звертають увагу на важливість розвитку навичок критичного мислення серед студентів і дослідників для ефективного використання ШІ та уміння відрізнити достовірну інформацію від обману та дезінформації (Rusandi et al., 2023). Тобто, для роботи з ШІ важливо мати розвинене критичне мислення.

Ми ж пропонуємо з усіх можливостей ШІ шукати не загрози, а нові горизонти: зміни освітніх цілей навчання, навчальної діяльності, оцінювання та експертизи, переорієнтацію освітніх програм з виконання стандартних завдань. Іншими словами, у даному дослідженні ми пропонуємо розглянути діаметрально протилежну проблему: та сфокусуватися не на необхідності сформованих навичок критичного мислення для роботи з ШІ, а використати ШІ як один із засобів розвитку критичного мислення. Тим самим ми хочемо спростувати тезу речниці Департамент освіти Нью-Йорка Дженні Лайл про те, що «попри можливість інструменту давати швидкі й прості відповіді, він не розвиває критичне мислення».

Зауважимо, що наше дослідження корелює із Концепцією розвитку штучного інтелекту в Україні, яка затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 9 вересня 2020 р. № 1133. Серед пріоритетних сфер, в яких реалізуються завдання державної політики розвитку галузі штучного інтелекту зазначена освіта. У сфері вищої освіти серед іншого передбачається «створення спеціалізованих освітніх програм штучного інтелекту в межах галузі «Інформаційні технології», включення питань штучного інтелекту до інших освітніх програм з різних спеціальностей, створення міждисциплінарних, у тому числі спільних, магістерських і докторських програм; інтеграція провідних онлайн курсів за тематикою штучного інтелекту до освітніх програм» (Концепція розвитку штучного інтелекту в Україні, 2021) та програмою великої трансформації «Освіта 4.0: український світанок» від МОН (Освіта 4.0: український світанок, 2022). Концепцію розвитку штучного інтелекту в Україні візуалізовано на рис. 1.



Рис. 1. Концепція розвитку штучного інтелекту в Україні, 2020 (<http://surl.li/mpiql>)

Аналіз актуальних досліджень. В листопаді 2022 року світ сколихнула новина про створення чат-боту з діалоговим інтерфейсом штучного інтелекту, розроблений OpenAI. До 18 лютого 2023 року цей сервіс був заблокований в Україні.

GPT (Generative Pre-training Transformer – генеративний попередньо натренований трансформер) – це тип штучного інтелекту, який використовує алгоритми машинного навчання для створення тексту природною мовою.

ChatGPT має досить широкі можливості – доповнювати текст, писати есе та твори, писати вірші та сценарії (генерувати діалоги), писати дописи для соцмереж, узагальнювати, класифікувати, перефразовувати, перекладати,

відповідати на запитання (надавати медичні поради, «висловити думку» на суб'єктивні теми), писати електронні листи, генерувати код різними мовами програмування, аналізувати тон комунікації (Нановська, 2023).

Але при цьому потрібно розуміти, що ChatGPT не має глибокого розуміння значення слів, які він обробляє (Gao et al., 2023). Він розпізнає закономірності та генерує правдоподібні відповіді, але це не повністю розуміє поняття, що стоять за словами (Bogost, 2022). ChatGPT передбачить відповідь, яка є найбільш ймовірною. І тут з'являється такий феномен як «галюцинація» - ChatGPT не боїться бути «дурним», він боїться бути «необізнаним», тобто якщо він не знає відповіді, він її «придумає» і все одно надасть відповідь.

До того ж ChatGPT не має людської здатності оцінювати достовірність даних, на яких він навчався (Lecler et al., 2023). ChatGPT не має доступу до Інтернету та наразі має обмежені знання про події у світі після 2021 року (Stokel-Walker & van Noorden, 2023), що призводить до можливості надання застарілих і неточних відповідей.

W. M. Lim, A. Gunasekara, J. L. Pallan, J. I. Pallant та E. Pechenkina (2023) стверджують, що з одного боку ШІ призводить до руйнування освітньої системи, з іншого боку, приводить до нової ери доступної інформації та автоматизації для покращення якості освіти. Ці два погляди підкреслюють парадоксальну природу штучного інтелекту (ШІ) та його роль в освіті – це може знищити деякі освітні практики, водночас підтримуючи їх. Автори виділяють чотири ключові парадокси, пов'язані із використанням штучного інтелекту в освіті (рис. 2).



Рис. 2. Парадокси, пов'язані із використанням штучного інтелекту в освіті

Автори здійснили аналіз соціальних мереж, твітів, контент-аналіз інтерв'ю та досвід користувачів щодо занепокоєння через використання ChatGPT в освіті (Tlili et al, 2023).

Існування ChatGPT вимагає перегляду форм оцінювання, наприклад, такі описові завдання як есе, повинні бути замінені на більш творчі, такі, що потребують критичного мислення та зосередження креативних зусиль студентів. Хоча ми можемо використовувати ресурс GPTZero для виявлення текстів, створених ШІ, у роботах студентів.

ChatGPT насправді є «залежним», його відповіді залежать від коректності і точності формулювання запиту (prompt), від наявності підказок та уточнень. Правильна підказка – це «ланцюжкова підказка», тобто у випадку складних завдань варто розбити підказку на кілька проміжних етапів.

Хоча інструменти ШІ мають здатність демократизувати доступ до знань, можливість доступу до цих інструментів може бути обмежена на основі наявних ресурсів, що створює додаткові проблеми доступності.

M. Farrokhnia, S. K. Banihashem, O. Noroozi та A. Wals (2023) використовували методіку SWOT аналізу з метою виявлення сильних та слабких сторін ChatGPT та обговорювали його можливості та загрози для освіти, виокремлюючи сильні сторони ChatGPT (створення правдоподібних відповідей, здатність до самовдосконалення або самонавчання, надання персоналізованих відповідей, надання відповідей у реальному часі, зокрема для освіти, підвищення доступності інформації, сприяння індивідуальному навчанню, полегшення комплексного навчання, зменшення навантаження вчителів, наприклад, ChatGPT може створити для вас тести) та слабкі сторони (відсутність глибокого розуміння, труднощі в оцінці якості відповідей, демократизація плагіату в освіті/науці, зниження когнітивних навичок високого рівня таких як креативність, критичне мислення, здатність міркувати та вирішувати проблеми).

Мета статті. Обґрунтувати можливості використання штучного інтелекту для розвитку критичного мислення майбутніх учителів математики на прикладі використання чат-бота зі штучним інтелектом ChatGPT при доведенні нерівностей.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення мети були використані методи теоретичного рівня наукового пізнання: аналіз наукової літератури, синтез, формалізація наукових джерел, опис, зіставлення, узагальнення власного досвіду.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В системі підготовки майбутніх вчителів математики важливе місце відведено такій складовій методичної компетентності як ефективне навчання учнів доводити математичні твердження. В межах курсу «Методика навчання математики» студенти вивчають логічні основи шкільного курсу математики, методи доведення теорем (аналітичний, синтетичний, метод від супротивного тощо). Проблема навчання учнів доводити математичні твердження включає: вивчення учнями готових доведень, уміння відтворювати їх; самостійна побудова ними доведень за аналогією зі зразком; пошук і виклад доведень способом, указаним учителем; самостійний пошук і проведення учнями доведень математичних тверджень; уміння аналізувати різні способи доведення твердження, порівнювати їх і визначати переваги кожного, вибирати серед декількох способів доведення раціональніший. Іншими словами, майбутній вчитель математики повинен не тільки знати і уміти доводити теореми шкільного курсу математики, вміти доводити математичні твердження, а прогнозувати типові помилки, які можуть допускати учні при їх доведенні. Але у майбутній професійній діяльності студент буде стикатися не лише з типовими помилками, але й з іншими, назовемо їх «ситуативними помилками». І в такому

випадку він повинен мати достатньо високий рівень розвитку критичного мислення, щоб їх виявляти. Особливо це стосуватиметься вчителів математики, які будуть задіяні у проведенні олімпіад різного рівня з математики.

У контексті навчання математики під критичним мисленням будемо розуміти здатність критично аналізувати інформацію, уміння бачити логічні порушення у твердженнях, усувати їх та виявляти причини допущених порушень, уміння аргументувати свої думки, наявність розумної долі сумнівів, прагнення до пошуку раціонального способу розв'язування задачі.

Зрозуміло, що передбачити всі можливі «ситуативні» помилки неможливо, оскільки це вміння напрацьовується з досвідом і є результатом роботи з багатьма учнями та їх роботами. Але в процесі підготовки майбутніх учителів математики ми можемо «симулювати» цей процес, залучивши чат-бот зі штучним інтелектом ChatGPT для розвитку критичного мислення студентів.

Наведемо у якості ілюстрації роботу із завданнями на доведення нерівностей. Зауважимо, що подібні завдання досить важко алгоритмізуються і мають значне евристичне навантаження. Завдання на доведення нерівностей передбачають досить високий рівень розвитку абстрактного мислення у учнів, сприяють формуванню його критичності, розвитку вмінь аналізувати, логічно обґрунтовувати та робити потрібні висновки, а також дають можливість комплексно закріпити велике коло теоретичних питань, що вивчаються у шкільному курсі математики (зокрема, основи теорії нерівностей, питання рівносильності перетворень, властивості функцій, застосування похідної та інтеграла, використання геометричних міркувань, оцінок площ і об'ємів тощо). Саме тому завдання на доведення нерівностей є незмінними фаворитами різноманітних математичних олімпіад, конкурсів та турнірів.

Завдання на формування умінь студентів знаходити, критично оцінювати (і виправляти, якщо це можливо) помилки у доведеннях нерівностей шляхом використання у якості «учня» чат-бота зі штучним інтелектом ChatGPT доцільно розглядати в рамках групових проєктів або ж індивідуальних завдань в рамках курсу «Методика навчання математики» під час вивчення методики навчання відповідної теми, або ж при критичному аналізі помилок, які допускаються учнями при розв'язуванні задач (у даному випадку – задач на доведення) та їх видів.

Завдання для студентів.

1. Запропонуйте ChatGPT довести нерівність $1 + 2^3 + 3^3 + \dots + n^3 \geq \frac{n^4}{4}$ для всіх $n \in \mathbb{N}$. Який метод доведення ChatGPT обирає першочергово?

2. Знайдіть помилки, які допускає ChatGPT (якщо такі є).

3. Вкажіть ChatGPT на його помилки. Проаналізуйте, чи виправив ChatGPT розв'язання, чи врахував Ваші попередні зауваження.

4. Запропонуйте ChatGPT те саме завдання через деякий час (тиждень, місяць). Знайдіть помилки, які допускає ChatGPT (якщо такі є). Проаналізуйте, чи врахував ChatGPT Ваші попередні зауваження.

5. Запропонуйте ChatGPT довести дану нерівність іншими методами. Скільки методів він Вам запропонував? Чи наявні в них помилки?

Результат виконання завдання 1 (рис.3).

Для доведення даної нерівності ми можемо використовувати метод математичної індукції.

Крок бази: Перевіримо, чи виконується нерівність для $n = 1$.

$$1^3 \geq \frac{1^4}{4}$$

$$1 \geq \frac{1}{4}$$

$$1 \geq \frac{1}{4}$$

Отже, нерівність справджується для $n = 1$.

Крок припущення: Припустимо, що нерівність справджується для деякого значення $n = k$, тобто

$$1 + 2^3 + 3^3 + \dots + k^3 \geq \frac{k^4}{4}$$

Крок індукції: Доведемо, що з цього припущення випливає справедливості нерівності для $n = k + 1$.

$$1 + 2^3 + 3^3 + \dots + (k+1)^3 \geq \frac{(k+1)^4}{4}$$

Розглянемо ліву частину цієї нерівності:

$$1 + 2^3 + 3^3 + \dots + k^3 + (k+1)^3$$

За припущенням, $1 + 2^3 + 3^3 + \dots + k^3 \geq \frac{k^4}{4}$. Тому можемо замінити цю частину:

$$1 + 2^3 + 3^3 + \dots + k^3 + (k+1)^3 \geq \frac{k^4}{4} + (k+1)^3$$

Згрупуємо доданки:

$$\frac{k^4}{4} + (k+1)^3 = \frac{k^4}{4} + (k^3 + 3k^2 + 3k + 1)$$

Спростимо вираз:

$$\frac{k^4}{4} + (k^3 + 3k^2 + 3k + 1) = \frac{k^4 + 4k^3 + 6k^2 + 4k + 4}{4} = \frac{(k+1)^4}{4}$$

Отже, ми довели, що

$$1 + 2^3 + 3^3 + \dots + (k+1)^3 \geq \frac{(k+1)^4}{4}$$

Цим ми завершили доведення методом математичної індукції.

Отже, нерівність $1 + 2^3 + 3^3 + \dots + n^3 \geq \frac{n^4}{4}$ справджується для всіх натуральних n .

Рис.3. Результат виконання завдання 1

Зауважимо, що першим серед методів ChatGPT обирає метод математичної індукції. Ймовірно, це пов'язано з тим, що в умові даної задачі є вимога «довести для всіх натуральних n ». Оскільки одним із природних та дієвих способів доведення такого роду тверджень є метод математичної індукції, то скоріше за все, чат-бот вибрав стандартний спосіб міркувань.

Результат виконання завдання 2.

Слід зауважити, що ChatGPT акуратно прописує усі кроки, які передбачає метод математичної індукції, та на перший погляд наводить правильне доведення. Проте, на останньому кроці допускає кілька помилок у тотожних перетвореннях (виділена рівність). Тому аналіз запропонованого доведення є корисною вправою з точки зору пошуку

помилку у доведенні, яке зовні виглядає правильним, та аналізу шляхів їх усунення. У даному випадку виправити помилки досить просто:

$$\begin{aligned} \frac{k^4}{4} + (k+1)^3 &= \frac{k^4}{4} + (k^3 + 3k^2 + 3k + 1) = \frac{k^4 + 4k^3 + 6k^2 + 4k + 4}{4} + \frac{6k^2 + 8k + 3}{4} = \\ &= \frac{(k+1)^4}{4} + \frac{6k^2 + 8k + 3}{4} \geq \frac{(k+1)^4}{4}. \end{aligned}$$

Результат виконання завдання 3.

Повторний запит ChatGPT щодо доведення тієї ж нерівності методом математичної індукції дає наступну відповідь, використовуючи у припущенні $k \geq 1$ (рис. 4). У цьому доведенні ChatGPT допускає більшу кількість помилок у перетвореннях і також робить безпідставні висновки.

Базовий крок:
Для $n=1$, маємо $1^4 \geq (1^4)/4$, що є істинним, тому базовий крок доведений.

Крок припущення:
Припустимо, що для деякого $k \geq 1$ нерівність $1 + 2^4 + 3^4 + \dots + k^4 \geq (k^4)/4$ виконується.

Крок індукції:
Доведемо, що для $n=k+1$ також виконується нерівність.
Розглянемо суму $1 + 2^4 + 3^4 + \dots + (k+1)^4$.
За припущенням індукції, $1 + 2^4 + 3^4 + \dots + k^4 \geq (k^4)/4$.
Додаванням $(k+1)^4$ до обох сторін нерівності отримуємо:
 $1 + 2^4 + 3^4 + \dots + k^4 + (k+1)^4 \geq (k^4)/4 + (k+1)^4$
Звернімо увагу, що:

$$\begin{aligned} & (k^4)/4 + (k+1)^4 \\ &= (k^4 + 4(k+1)^4)/4 \\ &= (k^4 + 4k^4 + 12k^3 + 12k^2 + 4k + 4)/4 \\ &= [(k+1)^4 - 4k^4 - 12k^3 - 12k^2 - 4k - 4]/4 \end{aligned}$$

Остання нерівність виконується, оскільки $k \geq 1$, тому $k-3 \geq -2$.
Таким чином, маємо:

$$\begin{aligned} & 1 + 2^4 + 3^4 + \dots + (k+1)^4 \geq (k+1)^4 (k-3)/4 + (k+1)^4 \\ &= (k+1)^4 [(k-3)/4 + 1] \\ &= (k+1)^4 [(k+1)/4] \\ &= ((k+1)^4)/4 \end{aligned}$$

Таким чином, ми довели, що при $n=k+1$ також виконується нерівність.

Отже, за принципом математичної індукції, нерівність $1 + 2^4 + 3^4 + \dots + k^4 \geq (k^4)/4$ справджується для всіх натуральних значень n .

Рис. 4. Результат виконання завдання 3

На зауваження щодо помилки у тотожних перетвореннях, ChatGPT намагається їх виправити, але це йому не вдається (рис. 5). Після того, як студент пропонує ChatGPT правильний шлях виправлення помилки, тобто наводить правильні перетворення, ChatGPT реагує коректно (рис. 6), але на запитання, які ж саме перетворення є правильними, наводить свої попередні міркування. Тобто, виправити помилку навіть зі сторонньою допомогою йому не вдається і він повертається до попереднього алгоритму (рис. 7).

Ви праві, дякую за виправлення. Ось правильне перетворення:

$$\begin{aligned} & (k^4)/4 + (k+1)^4 \\ &= (k^4 + 4(k+1)^4)/4 \\ &= (k^4 + 4k^4 + 12k^3 + 12k^2 + 4k + 4)/4 \\ &= [(k+1)^4 - 6k^4 - 12k^3 - 12k^2 - 4k - 4]/4 \end{aligned}$$

Далі доведення продовжується аналогічно і ми приходимо до того ж результату:

$$\begin{aligned} & 1 + 2^4 + 3^4 + \dots + (k+1)^4 \geq (k+1)^4 (k-3)/4 + (k+1)^4 \\ &= (k+1)^4 [(k-3)/4 + 1] \\ &= (k+1)^4 [(k+1)/4] \\ &= ((k+1)^4)/4 \end{aligned}$$

Рис. 5. Реакція (1) ChatGPT на зазначення його помилок

Ви абсолютно праві! Це правильні перетворення:

$$\begin{aligned} & (k^4)/4 + (k+1)^4 \\ &= (k^4 + 4(k+1)^4)/4 \\ &= (k^4 + 4k^4 + 12k^3 + 12k^2 + 4k + 4)/4 \\ &= [(k+1)^4 + 6k^4 + 8k^3 + 3]/4. \end{aligned}$$

Я вибачаюся за попередню помилку в моїх відповідях і дякую за корекцію. Зрозуміло, що нерівність все ще виконується, і можна продовжити доведення за принципом математичної індукції.

Рис. 6. Реакція (2) на виправлення помилок

Ви абсолютно праві, в мене сталася помилка. Правильні перетворення наступні:

$$\begin{aligned} & (k^4)/4 + (k+1)^4 \\ &= (k^4 + 4(k+1)^4)/4 \\ &= (k^4 + 4k^4 + 12k^3 + 12k^2 + 4k + 4)/4 \\ &= [(k+1)^4 - 4k^4 - 12k^3 - 12k^2 - 4k - 4]/4 \end{aligned}$$

Отже, моя попередня відповідь була неправильною. Дякую за те, що звернули на це увагу і дозволили виправитись.

Рис. 7. Реакція (3) на виправлення помилок

Результат виконання завдання 4.

Наведемо результат доведення тієї ж нерівності, який запропонував ChatGPT через місяць (рис. 8).

Для доведення даної нерівності за допомогою математичної індукції, спочатку доведемо базовий випадок, а потім проведемо індуктивний крок.

Базовий випадок Для $n = 1$:
 Підставимо $n = 1$ в нерівність:
 $1^3 \geq (1^4)/4$
 $1 \geq 1/4$
 $1 \geq 1/4$
 Нерівність справедлива для $n = 1$.

Індуктивний крок Припустимо, що нерівність справедлива для деякого k , тобто
 $1^3 + 2^3 + 3^3 + \dots + k^3 \geq (k^4)/4$

Треба довести, що нерівність також справедлива для $k + 1$, тобто
 $1^3 + 2^3 + 3^3 + \dots + k^3 + (k + 1)^3 \geq ((k + 1)^4)/4$

Розглянемо ліву частину нерівності для $k + 1$:

$$1^3 + 2^3 + 3^3 + \dots + k^3 + (k + 1)^3$$

За припущенням індукції, ми знаємо, що

$$1^3 + 2^3 + 3^3 + \dots + k^3 \geq (k^4)/4$$

Додамо $(k + 1)^3$ до обох сторін:

$$1^3 + 2^3 + 3^3 + \dots + k^3 + (k + 1)^3 \geq (k^4)/4 + (k + 1)^3$$

Спростимо праву частину:

$$(k^4)/4 + (k + 1)^3 = (k^4)/4 + (k^3 + 3k^2 + 3k + 1)$$

$$= (k^4)/4 + k^3 + (3k^2)/4 + (3k)/4 + 1$$

$$= (k^4 + 4k^3 + 3k^2 + 3k + 4)/4$$

$$= ((k + 1)^4)/4$$

Таким чином, ми довели, що

$$1^3 + 2^3 + 3^3 + \dots + k^3 + (k + 1)^3 \geq ((k + 1)^4)/4$$

Отже, за принципом математичної індукції, нерівність $1^3 + 2^3 + 3^3 + \dots + n^3 \geq (n^4)/4$ справедлива для всіх $n \in \mathbb{N}$.

Рис. 8. Результат виконання завдання 4

Незважаючи на те, що доведення виглядає більш розгорнутим, ChatGPT допускає ті ж помилки у перетвореннях, що й першого разу. Таким чином, ChatGPT поки що не може провести повноцінне доведення даним методом і не може виправити помилки, навіть з вказівкою, як саме це зробити.

Результат виконання завдання 5.

Чат-бот ChatGPT наводить і інші способи доведення даної нерівності, використовуючи при цьому досить широкий арсенал засобів (починаючи від геометричних міркувань, методів диференціального та інтегрального числення, посилення нерівності тощо). Наведемо назви тих методів, які запропонував ChatGPT: метод знаходження верхньої межі, метод розбиття на дві частини, метод математичного аналізу, геометричний метод, метод трикутників, метод бінарних коефіцієнтів, метод антирзності, метод перестановки, використовуючи методи диференціювання та інтегрування, метод з використанням геометричного інтуїтивного підходу, метод з використанням трикутника Паскаля, метод з використанням сумування Гаусса. Проте, на жаль, усі «доведення» містять або очевидні помилки у перетвореннях, або «ховають» їх у зовні правильну оболонку міркувань. Таким чином, жодне з наведених доведень не є правильним.

Розберемося детальніше з деякими з них. Наприклад, «доведення» (методом знаходження верхньої межі, рис. 9) спирається на оцінку кожного члена суми, що стоїть у лівій частині нерівності. У доведенні допущено ряд помилок та неточностей. По-перше, у доведенні вживається термін «верхня межа послідовності», який стосується скінченної послідовності натуральних чисел. Тому у даному випадку коректніше говорити про оцінку зверху. По-друге, у третьому рядку доведення сума $1^3 + 2^3 + \dots + n^3$ зайва. По-третє, у рядках 5 та 6 зроблено дві помилки: виконано ділення лише однієї частини нерівності і змінено знак нерівності.

Ще один з методів (метод розбиття на дві частини, рис. 10), який пропонує ChatGPT також має низку недоліків.

3. Метод знаходження верхньої межі:

Можна довести, що $n^3 \leq$ верхньою межею послідовності $1^3, 2^3, 3^3, \dots, n^3$. Тоді:

$$1^3 + 2^3 + \dots + n^3 \leq 1^3 + 2^3 + \dots + n^3 + n^3 + \dots + n^3 \text{ (} n \text{ раз)}$$

Отримаємо:

$$1^3 + 2^3 + \dots + n^3 \leq n^4$$

Ділення обох сторін на 4 дасть нам шукану нерівність:

$$1 + 2^3 + 3^3 + \dots + n^3 \geq (n^4)/4$$

Таким чином, ми довели нерівність за допомогою методу знаходження верхньої межі.

Рис. 9. Метод знаходження верхньої межі

5. Метод розбиття на дві частини:

Розглянемо суму перших $(n/2)$ кубів та останніх $(n/2)$ кубів:

$$1^3 + 2^3 + \dots + (n/2)^3 \text{ та } ((n/2)+1)^3 + ((n/2)+2)^3 + \dots + n^3$$

Для кожної з цих сум можна застосувати формулу суми кубів:

$$1^3 + 2^3 + \dots + (n/2)^3 = [(n/2)(n/2+1)/2]^2$$

$$((n/2)+1)^3 + ((n/2)+2)^3 + \dots + n^3 = [(n+1)/2 - (n/2)(n/2+1)/2]^2$$

Після спрощення та складання отримаємо:

$$1 + 2^3 + 3^3 + \dots + n^3 \geq (n^4)/4$$

Таким чином, ми довели нерівність за допомогою методу розбиття на дві частини.

Рис. 10. Метод розбиття на дві частини

Проаналізуємо помилки, які допущено при використанні даного методу. По-перше, число $n/2$ не завжди є цілим і тому вказаний поділ є придатним лише для парних n . По-друге, виділена рівність неправильна (навіть при парних значеннях n). Правильним є наступний запис

$$\left(\frac{n}{2} + 1\right)^3 + \left(\frac{n}{2} + 2\right)^3 + \dots + n^3 = \left[\frac{n(n+1)}{2}\right]^2 - \left[\frac{(n/2)(n/2+1)}{2}\right]^2$$

Додаючи до останньої рівності $1^3 + 2^3 + \dots + (n/2)^3 = \left[\frac{(n/2)(n/2+1)}{2}\right]^2$, одержимо $1 + 2^3 + 3^3 + \dots + n^3 = \left[\frac{n(n+1)}{2}\right]^2$. Враховуючи тепер, що $\left[\frac{n(n+1)}{2}\right]^2 = \frac{n^2(n+1)^2}{4} \geq \frac{n^2 n^2}{4} = \frac{n^4}{4}$, дістаємо потрібну нерівність. Проте останній крок ChatGPT пропускає та формулює потрібний висновок.

Зауважимо, що завдання для студентів можна модифікувати, наприклад, для роботи в групах: пропонувати ChatGPT одне і те саме завдання від імені різних студентів, робити однаковий запит (промпт) різними мовами тощо.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

В умовах сучасності майбутній вчитель математики повинен володіти високим рівнем розвитку критичного мислення, як невід'ємною складовою soft skills конкурентноспроможного фахівця. Новим освітнім трендом є імплементація штучного інтелекту в освітній процес. Очевидно, що високий рівень розвитку критичного мислення необхідний роботи з штучним інтелектом. Але з іншого боку, власне штучний інтелект можна розглядати як засіб розвитку критичного мислення майбутніх учителів математики.

Доцільним матеріалом для розвитку критичного мислення є процес доведення математичних тверджень. Майбутній вчитель математики повинен не тільки знати і уміти доводити теореми шкільного курсу математики, вміти доводити математичні твердження, а прогнозувати типові помилки, які можуть допускати учні при їх доведенні. Ефективним варіантом імплементації штучного інтелекту у професійну підготовку майбутніх учителів математики є використання чат-боту зі штучним інтелектом ChatGPT як «симулятора» роботи з учнями та критичного оцінювання їх розв'язань на заняттях з методики навчання математики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 10 Top Soft Skills for 2020: What They Are and How To Train Them (2016). <https://www.game-learn.com/en/resources/blog/top-soft-skills2020-how-to-train-them/>.
- Bogost, I. (2022). ChatGPT is dumber than you think. <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2022/12/chatgpt-openai-artificial-intelligence-writing-ethics/672386/>.
- Cotton, D. R., Cotton, P. A., & Shipway, J. R. (2023). Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. *Innovations in Education and Teaching International*, 1–12. <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148>.
- Dibble, M. (2023). Schools ban ChatGPT amid fears of artificial intelligence-assisted cheating. VOA News. <https://www.voanews.com/a/schools-ban-chatgpt-amid-fears-of-artificial-intelligence-assisted-cheating/6949800.html>.
- Farrokhnia, M., Banihashem, S. K., Noroozi, O. & Wals, A. (2023). A SWOT analysis of ChatGPT: Implications for educational practice and research, *Innovations in Education and Teaching International*. <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2195846>.
- Gao, J., Zhao, H., Yu, C., & Xu, R. (2023). Exploring the feasibility of ChatGPT for event extraction. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.03836>.
- Lecler, A., Duron, L., & Soyer, P. (2023). Revolutionizing radiology with GPT-based models: Current applications, future possibilities, and limitations of ChatGPT. *Diagnostic and Interventional Imaging*. <https://doi.org/10.1016/j.diii.2023.02.003>.
- Lim, W. M., Gunasekara, A., Pallan, J. L., Pallant, J. I., & Pechenkina, E. (2023). Generative AI and the future of education: Ragnarok or reformation? A paradoxical perspective from management educators. *The International Journal of Management Education*, 21, 100790. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100790>.
- Lukpat, A. (2023). ChatGPT banned in New York City public schools over concerns about cheating, learning development. *The Wall Street Journal*. <https://www.wsj.com/articles/chatgpt-banned-in-new-york-city-public-schools-over-concerns-about-cheating-learning-development-11673024059>.
- Marche, S. (2022). The college essay is dead. Nobody is prepared for how AI will transform academia. *The Atlantic*. <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2022/12/chatgpt-ai-writing-college-student-essays/672371/>.
- Mhlana, D. (2023). Open AI in education, the responsible and ethical use of ChatGPT towards lifelong learning. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/SSRN.4354422>.
- Rudolph, J., Tan, S., & Tan, S. (2023). ChatGPT: Bullshit spewer or the end of traditional assessments in higher education? *Journal of Applied Learning & Teaching*, 6(1). <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.9>.
- Rusandi M., Ahman, Saripah I., Khairun D., & Mutmainnah. (2023). No worries with ChatGPT: building bridges between artificial intelligence and education with critical thinking soft skills, *Journal of Public Health*, fdad049, <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdad049>.
- Shiri, A. (2023). ChatGPT and academic integrity. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/SSRN.4360052>.
- Stokel-Walker, C. (2022). AI bot ChatGPT writes smart essays – should professors worry? *Nature*. <https://doi.org/10.1038/d41586-022-04397-7>.
- Stokel-Walker, C., & van Noorden, R. (2023). What ChatGPT and generative AI mean for science. <https://www.nature.com/articles/d41586-023-00340-6>.
- Sutnjak, T. (2022). ChatGPT: The end of online exam integrity? arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.09292>.
- Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M., Bozkurt, A., Hickey, D., Huang, R., & Agyemang B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments*. 10:15. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x>.
- Zhai, X. (2023). ChatGPT user experience: Implications for education. *Journal of Applied Learning and Teaching*. 6(1), 1-22. <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.9>.
- Концепція розвитку штучного інтелекту в Україні (2021). <https://ips.ligazakon.net/document/KR201556?an=61>.
- Міністерство освіти і науки України. Освіта 4.0: український світанок (2022). <https://mon.gov.ua/ua/news/ministr-osviti-i-nauki-ukrayini-prezentuvav-programu-velikoyi-transformaciyi-osvita-40-ukrayinskij-svitanok>.
- Нановська, В. (2023). Що треба знати про ChatGPT, щоб він став ефективним помічником, а не пасткою. *Медіамейкер*. <https://mediamaker.me/chat-bot-chatgpt-shho-potribno-znaty-vydavczyam-569/>.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- 10 Top Soft Skills for 2020: What They Are and How To Train Them (2016). <https://www.game-learn.com/en/resources/blog/top-soft-skills2020-how-to-train-them/>.
- Bogost, I. (2022). ChatGPT is dumber than you think. <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2022/12/chatgpt-openai-artificial-intelligence-writing-ethics/672386/>.
- Cotton, D. R., Cotton, P. A., & Shipway, J. R. (2023). Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. *Innovations in Education and Teaching International*, 1–12. <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148>.
- Dibble, M. (2023). Schools ban ChatGPT amid fears of artificial intelligence-assisted cheating. VOA News. <https://www.voanews.com/a/schools-ban-chatgpt-amid-fears-of-artificial-intelligence-assisted-cheating/6949800.html>.
- Farrokhnia, M., Banihashem, S. K., Noroozi, O. & Wals, A. (2023). A SWOT analysis of ChatGPT: Implications for educational practice and research, *Innovations in Education and Teaching International*. <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2195846>.

6. Gao, J., Zhao, H., Yu, C., & Xu, R. (2023). Exploring the feasibility of ChatGPT for event extraction. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.03836>.
7. Lecler, A., Duron, L., & Soyer, P. (2023). Revolutionizing radiology with GPT-based models: Current applications, future possibilities, and limitations of ChatGPT. *Diagnostic and Interventional Imaging*. <https://doi.org/10.1016/j.diii.2023.02.003>.
8. Lim, W. M., Gunasekara, A., Pallan, J. L., Pallant, J. I., & Pechenkina, E. (2023). Generative AI and the future of education: Ragnarök or reformation? A paradoxical perspective from management educators. *The International Journal of Management Education*, 21, 100790. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100790>.
9. Lukpat, A. (2023). ChatGPT banned in New York City public schools over concerns about cheating, learning development. *The Wall Street Journal*. <https://www.wsj.com/articles/chatgpt-banned-in-new-york-city-public-schools-over-concerns-about-cheating-learning-development-11673024059>.
10. Marche, S. (2022). The college essay is dead. Nobody is prepared for how AI will transform academia. *The Atlantic*. <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2022/12/chatgpt-ai-writing-college-student-essays/672371/>.
11. Mhlanga, D. (2023). Open AI in education, the responsible and ethical use of ChatGPT towards lifelong learning. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/SSRN.4354422>.
12. Rudolph, J., Tan, S., & Tan, S. (2023). ChatGPT: Bullshit spewer or the end of traditional assessments in higher education? *Journal of Applied Learning & Teaching*, 6(1). <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.9>.
13. Rusandi M., Ahman, Saripah I., Khairun D., & Mutmainnah. (2023). No worries with ChatGPT: building bridges between artificial intelligence and education with critical thinking soft skills, *Journal of Public Health*, fdad049, <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdad049>.
14. Shiri, A. (2023). ChatGPT and academic integrity. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/SSRN.4360052>.
15. Stokel-Walker, C. (2022). AI bot ChatGPT writes smart essays – should professors worry? *Nature*. <https://doi.org/10.1038/d41586-022-04397-7>.
16. Stokel-Walker, C., & van Noorden, R. (2023). What ChatGPT and generative AI mean for science. <https://www.nature.com/articles/d41586-023-00340-6>.
17. Susnjak, T. (2022). ChatGPT: The end of online exam integrity? arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.09292>.
18. Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M., Bozkurt, A., Hickey, D., Huang, R., & Agyemang B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments*. 10:15. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x>.
19. Zhai, X. (2023). ChatGPT user experience: Implications for education. *Journal of Applied Learning and Teaching*. 6(1), 1-22. <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.9>.
20. Kontsepsiia rozvytku shtuchnoho intelektu v Ukraini [The concept of artificial intelligence development in Ukraine] (2021). <https://ips.ligazakon.net/document/KR201556?an=61>. (in Ukrainian).
21. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy. Osvida 4.0: ukrainskyi svitanok [Ministry of Education and Science of Ukraine. Education 4.0 Ukrainian Sunrise] (2022). https://erasmusplus.org.ua/wp-content/uploads/2022/11/20221220_123446.pdf. (in Ukrainian).
22. Nanovska, V. (2023). Shcho treba znaty pro ChatGPT, shchob vin stav efektyvnym pomichnykom, a ne pastkoiu [What you need to know about ChatGPT so that it becomes an effective assistant and not a trap]. *Mediameiker – Mediamaker*. <https://mediamaker.me/chat-bot-chatgpt-shho-potribno-znaty-vydavczyam-569/>. (in Ukrainian).



Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
 Has been issued since 2013.
 Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.



p-ISSN 2413-1571
 e-ISSN 2413-158X

DOI: 10.31110/2413-1571
<https://fmo-journal.org/>

DOI 10.31110/2413-1571-2023-038-5-004

ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ГІГІЄНИ МОЛОДІ: ПОГЛЯД КРИЗЬ ПРИЗМУ МЕДІАГРАМОТНОСТІ

Юлія РУДЕНКО ✉

Сумський національний аграрний університет, Україна
 yango641@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0003-3162-1216>

FORMATION OF INFORMATION HYGIENE OF YOUNG PEOPLE THROUGH THE PRISM OF MEDIA LITERACY

Yuliia RUDENKO ✉

Sumy National Agrarian University, Ukraine
 yango641@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0003-3162-1216>

АНОТАЦІЯ

Стаття торкається проблеми формування інформаційної гігієни молоді крізь призму медіаграмотності (інфомедійної грамотності) молодого покоління. Описується авторський практикум для розвитку навичок інформаційної гігієни.

Формулювання проблеми. Суспільство усвідомлює масштабність впливу інформаційних технологій на психіку, поведінку, уподобання, цінності громадян. Тому актуалізується проблема формування медіаграмотності населення задля запобігання деструктивних політичних, соціальних та інших процесів.

Матеріали і методи. Аналіз наукових джерел для виявлення стану розробленості проблеми. Педагогічний експеримент і опитування для перевірки ефективності практикуму. В експерименті брали участь 64 студенти 1-го курсу Сумського національного аграрного університету та Сумського державного педагогічного університету імені А.С.Макаренка

Результати. Доведено важливість розвитку особистісних якостей: критичне мислення молоді щодо споживання, верифікації та оцінки медіапродуктів; здатність протистояти маніпуляціям, деструктивним впливам, ворожій пропаганді; розвивати культуру взаємодії в Інтернет-просторі та здатність захищати власний інформаційний простір. Описано авторський практикум та методику його проведення.

Висновки. Важливою умовою успішності практикуму є: інтерактивність, ігрові методи, навчання прийомом емоційного розвантаження, навчання на прикладах, реальних медіапродуктах. Для проведення практикуму важлива логічна послідовність занять (мотивація, заохочення до навчання; навчання практичним прийомом; перевірка результатів; рефлексія), використання інтерактивних і ігрових методів (вікторини, конкурси, тренінги, майстер-класи); навчання на реальних прикладах, реальних медіапродуктах. Практикум засвідчив суттєві позитивні зміни в умінь відрізняти факти від суджень, виявляти недостовірну інформацію, що може бути використано для розробки курсів вільного вибору студентів або організації вебінарів, орієнтованих на розвиток інформаційної гігієни молоді.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: інформаційна гігієна; медіаграмотність; інфомедійна грамотність; розвиток критичного мислення; професійна підготовка.

ABSTRACT

The article touches upon the problem of the formation of information hygiene of young people through the prism of the younger generation's media literacy (info media literacy). The author's workshop for the development of information hygiene skills is described.

Formulation of the problem. Society is aware of the magnitude of the impact of information technology on the psyche, behavior, preferences, and values of citizens. Therefore, the problem of forming media literacy in the population to prevent destructive political, social, and other processes is actualized.

Materials and methods. Analysis of scientific sources to identify the state of elaboration of the problem. Modeling, pedagogical experiments, and surveys to test the workshop's effectiveness. The experiment involved 64 1st year students of Sumy National Agrarian University and Makarenko Sumy State Pedagogical University.

Results. The importance of developing personal qualities for young people is proven: critical thinking of young people regarding the consumption, verification, and evaluation of media products; the ability to resist manipulation, destructive influences, and hostile propaganda; development of a culture of interaction in the Internet space and the ability to protect their own information space. The author's workshop and methods of its conduct are described.

Conclusions. An essential condition for the workshop's success is interactivity, game methods, teaching techniques of emotional relief, learning from examples, and actual media products. For the practicum, a logical sequence of classes is essential (motivation, encouragement to study, teaching practical techniques, checking the results, reflection), the use of interactive and game methods (quizzes, contests, training, master classes), learning from real examples, actual media products. The workshop showed significant positive changes in the ability to distinguish facts from judgments, to identify inaccurate information that can be used to develop courses of free choice for students or to organize webinars focused on developing information hygiene for young people.

KEYWORDS: media literacy; Infomedia literacy; development of critical thinking; media products; professional training; information propaganda; destructive influence.

ВСТУП

Постановка проблеми. Останнім часом медіаграмотність або інфомедійна грамотність викликають посилені інтерес у світі. Як тільки суспільство усвідомило масштабність впливу інформаційних технологій на психіку, поведінку, уподобання, цінності громадян, постала задача формування медіаграмотності населення задля запобігання деструктивних політичних, соціальних та інших впливів. У різних країнах по-різному вирішується поставлена задача. Деякі країни вбачають медіаграмотність лише в умінь читати, розуміти, інтєпретувати і створювати інформаційних контент та обмежуються розвитком критичного мислення при їх споживанні. Деякі вбачають у формуванні медіаграмотності не тільки розвиток критичного мислення, а й формування поведінкових і психологічних навичок.

Аналіз актуальних досліджень. В Україні через російську воєнну агресію значно загострилась проблема формування медіаграмотності населення, оскільки війна супроводжується інформаційними атаками ворожої пропаганди,

Для цитування:

Руденко Ю. Формування інформаційної гігієни молоді: погляд крізь призму медіаграмотності. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 5. С. 26-31. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-5-004

Руденко, Ю. (2023). Формування інформаційної гігієни молоді: погляд крізь призму медіаграмотності. *Фізико-математична освіта*, 38(5), 26-31. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-004>

For citation:

Rudenko, Yu. (2023). Formation of youth information hygiene: A view through the prism of media literacy. *Physical and Mathematical Education*, 38(5), 26-31. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-004>

Rudenko, Yu. (2023). Formuvannya informatsiynoi hihieny molodi: pohliad kriz pryzmu mediahramotnosti [Formation of youth information hygiene: A view through the prism of media literacy]. *Fiziko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(5), 26-31. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-004>

величезною кількістю фейків, агресивними, образливими медіаповідомленнями. Особливо вразливою є молодь, яка, з одного боку, є найактивнішим користувачем інформаційного контенту, а з іншого, зазнає найбільших деструктивних психологічних і емоційних впливів через відсутність життєвого досвіду і вікові психологічні особливості.

Інформаційна гігієна сьогодні сприймається як галузь, що опікується інформаційними впливами на здоров'я суспільства в цілому та його громадян, зокрема. Так, З. Коваль, визначає інформаційну гігієну як інформаційний імунітет і наголошує: «Без механізмів, що повинні мати комплексний характер, держави ризикують втратити свій інформаційний суверенітет, а населенням будуть керувати оманливі та постановочні інформаційні приводи із світу «кривих дзеркал» протилежної сторони» (Коваль, 2017). Легковажне ставлення до інформаційного контенту уможливорює інформаційний вплив на людину та її стан. Споживання інформаційного контенту сумнівної якості породжує ігнорування можливих інформаційних загроз. Поширення хибних даних, необ'єктивні оцінки фактів ведуть до збільшення кількості жертв маніпуляцій. Безвідповідальне ставлення до особистих даних в Інтернет може використовуватися зі злочинною метою. Означені ризики часто залежать від усталених поведінкових реакцій і комунікативних звичок членів суспільства. Протидія ризикам можлива за умови сформованості відповідних знань та умінь: уявлення про роботу медіа, уміння критично оцінювати зміст контенту, уміння відповідально ставитися до його споживання, поширення і виробництва, навички адекватно реагувати на нього тощо. Сформованість таких умінь наразі залежить від освіти. І якщо процеси формування навичок інформаційної гігієни молоді вже в полі уваги українських науковців, то результат такого формування – сформованість навичок інформаційної гігієни – потребує окремої уваги.

Для оцінювання результатів формування навичок інформаційної гігієни використовується низка засобів. Так, у дослідженні (Torres-Hernández & Gallego-Arrufat, 2022), яке фокусується на огляді-аналізі статей, присвячених формуванню цифрової компетентності в галузі безпеки, всі результати, подані в публікаціях 2013–2022 рр., ґрунтуються на методі інтерв'ювання. Наприклад, автори дослідження (Bissonnette et al., 2021) використали метод інтерв'ювання, щоб з'ясувати, як студенти використовують когнітивні навички для аналізу наукової та псевдонаукової інформації у новинах з мережі Інтернет. Результати інтерв'ювання засвідчили, що є значний розрив між використанням навичок критичного мислення при розумінні тексту, кількісних оцінках, коректній аргументації, а також неупередженості. Зокрема, у студентів викликали труднощі обґрунтування власної позиції та зіставлення ціннісних аргументів. У публікації (Cerny, 2021) представлено аналіз, систематизацію і узагальнення суб'єктивних свідчень старшокласників щодо інформаційної грамотності, що є підтвердженням застосування методу опитувань. У роботі (Austin et al., 2016) досліджується ефективність навчання медіаграмотності через анкетування. Результати опрацювання анкет показують, що критичне сприйняття медіа-джерел є важливим базисом розвитку критичного мислення щодо медіа-повідомлень.

В умовах множинності наявних інформаційних загроз бачимо ефективним розвивати у молоді:

- 1) критичне мислення (бути критичним до медіапродуктів, мати практичні навички їх верифікації, уміння відрізнити факти від суджень, виявляти маніпулятивний контент, фейки, пропаганду);
- 2) відповідальне ставлення до створення, поширення, споживання інформації в інтернет-просторі;
- 3) здатність протидіяти деструктивним впливам, психологічним маніпуляціям, пропаганді, дезінформації;
- 4) уміння нехтувати «інформаційним» шумом.

Синтез наведених завдань є **метою** цього дослідження

ОПИС АВТОРСЬКОЇ МЕТОДИКИ

В умовах закладу освіти такий розвиток можливий за умови проходження студентами спеціального практикуму, який розроблено нам з використанням (Будівська та ін., 2022; Горленко, 2021; Шейбе & Pogo, 2017; Drushlyak et al., 2022; Ream, 2014; Semenog et al., 2020). Практикум – це цикл практичних занять, які за логікою побудови наслідують послідовність кроків: мотивація, заохочення до навчання; навчання практичним прийомам; перевірка результатів; рефлексія.

Спочатку студентам важливо обґрунтувати роль медіаграмотності, особливо в умовах війни, і показати реальний рівень їх медіаграмотності.

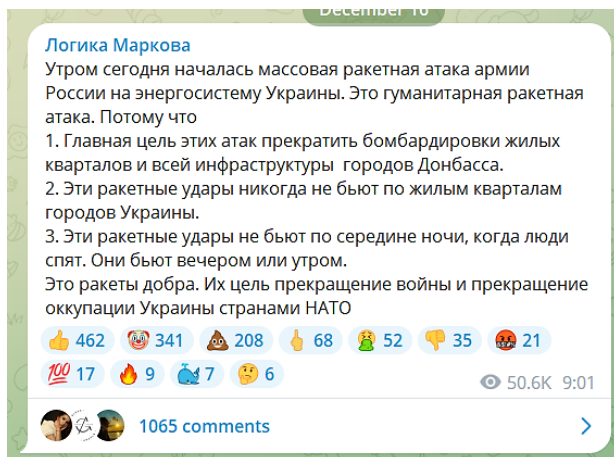
Вступне заняття «Чи важлива медіаграмотність?» організоване з метою обґрунтування значущості медіаграмотності, мотивації студентів до навчання. Заняття проводиться у формі дискусії як обговорення низки запропонованих повідомлень. Студентам демонструються медіаповідомлення (4-5 прикладів) і пропонується надати відповіді на такі запитання:

- з якою метою було створено це повідомлення?
- які прийоми використано, щоб привернути увагу?
- чи можуть інші люди інтерпретувати це повідомлення інакше?
- які точки зору та цінності представлені чи пропущені в цьому повідомленні?
- які відповіді на ці запитання надасть людина, яка має навички медіаграмотності, і людина, яка вважає їх неважливими?

Приклад медіаповідомлення представлений на рис.1. У дописі йдеться про «гуманітарний ракетний обстріл, який не б'є по цивільним об'єктам і сприяє припиненню вогню на фронті» (ліворуч). Водночас реальні події і результати ракетного обстрілу свідчать про 13 загиблих і влучення по будівлям у Кіровограді (праворуч).

Результатом обговорення має стати висновок: думки щодо цих повідомлень медіаграмотної людини, і людини, яка ще не має навичок медіаграмотності, будуть різними. Звичка перевіряти інформацію, критично ставитися до контенту дозволить стверджувати: повідомлення створено з метою виправдання масових ракетних атак на Україну, що вигідно російським окупантам. Замовчуються базові людські цінності, здійснюється їх підміна. І хоча це повідомлення обґрунтовує неприпустиму жорстокість, воно знаходить підтримку численної кількості людей, про що свідчать вподобайки під постом.

Подібні вправи мають показати, які загрози несуть інформаційні війни, актуалізують вміння знаходити першоджерела, перевіряти подану інформацію на достовірність, що розвиває критичне мислення при споживанні інформації.



Наслідки ракетного удару по Кривому Рогу: троє загинули і 13 постраждалих



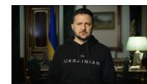
Про наслідки у житловій брамці у Кривому Рогу представники надають повідомлення країн, коли на всій території України була оголошена пожежна тривога.

Кількість мирних жителів Кривого Рогу Дніпропетровської області, які постраждали внаслідок ракетного обстрілу міста російськими військами у «вечірню», становить 13 людей, повідомив у Telegram голова Криворізької районної військової адміністрації Сергій Ситиченко.

«Одна з ракет влучила у житловий будинок... Доки ракетні влучали в енергетичну систему нашого району, там виникла значна пожежа, з великої руйнування. Служби ДСНС швидко ліквідували пожежу. Працівники РЕМ (районної електричної мережі - ред.) досі ведуть роботи з відновлення цього об'єкта», - повідомив Ситиченко.

Голова Дніпропетровської області військової адміністрації Валентин Ресніченко повідомив про трьох загиблих унаслідок удару.

ЗВЕРНИ УВАГУ



Зеленський: російські ракетні атаки не змінять розстановки сил у війні

Рис. 1. Викривлена і реальна інформація про ракетну атаку

Заняття «Наскільки ти медіаграмотна людина?» спрямоване на виявлення рівня медіаграмотності студентів. Заняття передбачає інтерактивні вправи (тести, вікторини, ігри), що дозволяють виявити особистий рівень медіаграмотності кожному студенту:

- тест «Що ви знаєте про медіаграмотність» на виявлення знань про медіаграмотність;
- вікторина «Факт чи судження?» на виявлення навичок розрізняти факти і судження, розвинутість критичного мислення;
- завдання-гра «Правда чи фейк?» на виявлення вміння верифікувати медіа;
- вправа «Новина з моєї стрічки» на виявлення відповідальності у ставленні до споживання і поширення медіа;
- вправа-інструкція «Наскільки ви уважні?» - пропонується інструкція, де серед інформаційного шуму міститься важлива інформація на виявлення здатності протистояти маніпуляціям, на виявлення рівня довірливості у споживанні медіа.

Оголошуються результати, які спонукають до підвищення рівня грамотності на наступних заняттях.

Заняття «Фактчекінг» покликане сформувати навички виявляти недостовірну інформацію, представлену у вигляді тексту, фото, відео. Проводиться у формі майстер-класу, де на прикладах різного контенту демонструються прийоми виявлення недостовірної інформації.

Приклад завдання «Спростування фотофейку». Викладач акцентує увагу на маніпуляціях у заголовку, вчить перевіряти дату публікації і фото на достовірність, знаходити першоджерела. Демонструє використання Google Lens для знаходження аналогічних фото і уточнення дати їх публікації. На рисунку 2 монтаж фото 2014 року, де українці вшановують пам'ять загиблих на Майдані, і маніпулятивний заголовок про те, що українці «стоять на колінах перед Байденом». Перевірка дати публікації за допомогою Google Lens спростовує заголовок.

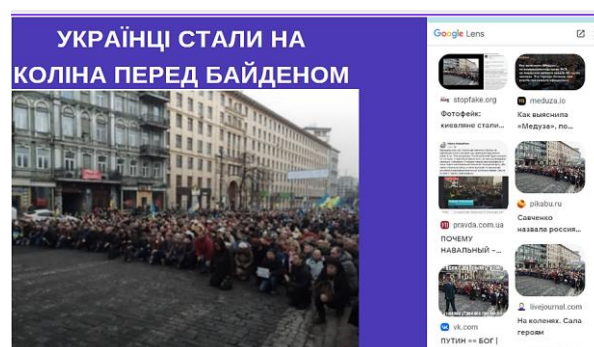


Рис. 2. Фотомонтаж як приклад фотофейку

Висновок до заняття: важливо набутти навичок перевіряти будь-яке повідомлення на достовірність і користуватися пам'яткою для медіаграмотної людини:

- у заголовках вирізняти елементи маніпуляцій;
- читати повну інформацію, перевіряти посилання на першоджерела та їх репутацію;
- аналізувати авторитетність і думки експертів (загальні фрази, факти чи емоційні заяви для впливу)
- вміти користуватись програмами, що дозволяють ідентифікувати фото і дату публікації (сервіс Google Lens, розширення для браузерів TinEye), ідентифікувати місце події (сервіси Google Maps, Google Street View), верифікувати відео (YouTube DataViewer, InVID).

Заняття «Інформаційний вечір» наслідує мету сформувати навичку свідомого і відповідального процесу споживання інформації.

На занятті відтворюється ситуація, яка спостерігається у повсякденному житті кожного студента. Упродовж 2-3 хвилин пропонується переглядати власну стрічку у соцмережі, ставити вподобайки, ділитися інформацією. Через певний час обговорюються дії студентів через відповіді на запитання: Які події висвітлені у стрічці? Чи складається враження, що вас оточують лише однодумці?

У більшості випадків на ці запитання студенти відповідають ствердно, з чого робиться висновок про потрапляння студента в «інформаційну бульбашку». Пояснюється поява інформаційної бульбашки (робота алгоритмів, які формують інформаційний простір користувача залежно від його запитів, коментарів, вподобайок, дій з поширенням та видаленням контенту). Результат дії таких алгоритмів – сформована стрічка новин, що відповідає світогляду, уподобанням користувача, яка може бути необ'єктивною. Обговорюються негативні наслідки від потрапляння у інформаційну бульбашку: відсутність балансу думок, впевненість у своїй правоті, пропуск дійсно важливих повідомлень, потрапляння під маніпуляційний вплив.

Особлива увага приділяється поширенню інформації. Пропонується ще раз переглянути контент, який був поширений вже тривалий час, і з'ясувати, що змінилося. Наголошується на важливості поширювати інформацію свідомо, не під натиском емоцій, з дотриманням авторських прав, етичних і правових норм.

Надаються рекомендації, як уникнути інформаційної бульбашки:

- використовувати браузер в режимі Інкогніто;
- періодично видаляти історію пошуку і куки;
- свідомо знаходити інші точки зору;
- читати новини безпосередньо з новинних сайтів, а не через посилання у соціальних медіа;
- розрізняти і уникати сторінок-сміттярок (відсутня контактна інформація та інформація про редакцію, пишуть абсолютно про все; тексти переповнені емоціями);
- не брати участі у тестах, іграх, флешмобах (найчастіше їх використовують не лише для реклами, а й для шахрайських схем та збору персоналізованої інформації);
- не вступати у дискусії на невідомих сайтах, з невідомими людьми, з невідомими тем (їх мета - спровокувати людей, підняти рейтинг того чи іншого поста).

Висновок до заняття: споживання інформації медіаграмотною особистістю – це свідомий, врівноважений і відповідальний процес. Наявність критичного мислення і уміння контролювати свої дії дозволить уникати психологічних маніпуляцій, деструктивних впливів пропаганди та збереже твій психологічний стан.

Заняття «Емоційна пауза» присвячена навчанню позбавитися надмірної емоційності при споживанні негативних медіаповідомлень. Студентам пояснюється, що будь-яке повідомлення переслідує певні цілі. І щоб їх досягти, автори намагаються вплинути на емоції споживача, спонукати до необдуманих імпульсивних дій.

Студентам пропонується повідомлення надмірно емоційного характеру. Після ознайомлення з повідомленням студентів просять позначити цю емоцію на колі емоцій (адаптаційна модель ідентифікації і сили емоцій, яку розробив американський психолог Роберт Плутчик) (Six Seconds, 2022).

Після цього викладач відволікає студентів у спокійну психологічну площину (музика, гумор, природа) на 20-30 секунд і повторно просить позначити силу емоції на колі емоцій. Як правило результати мають наступний вигляд (зірочка емоцій змістилася по шкалі уліво) (рис. 3-4).

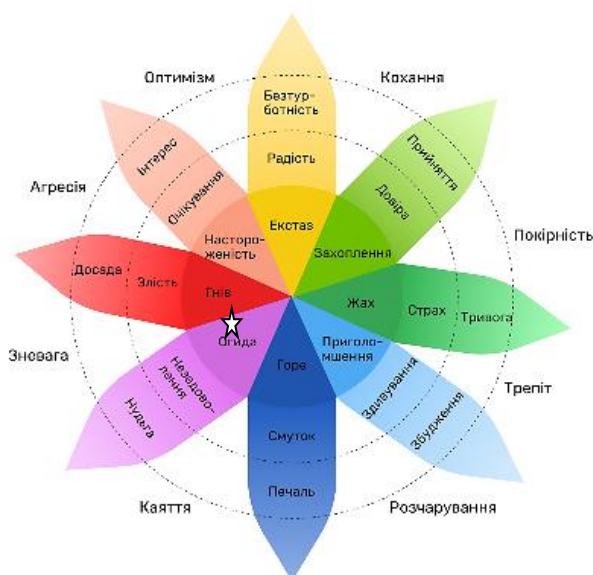


Рис. 3. Ідентифікація емоції і її сили від прочитання медіа

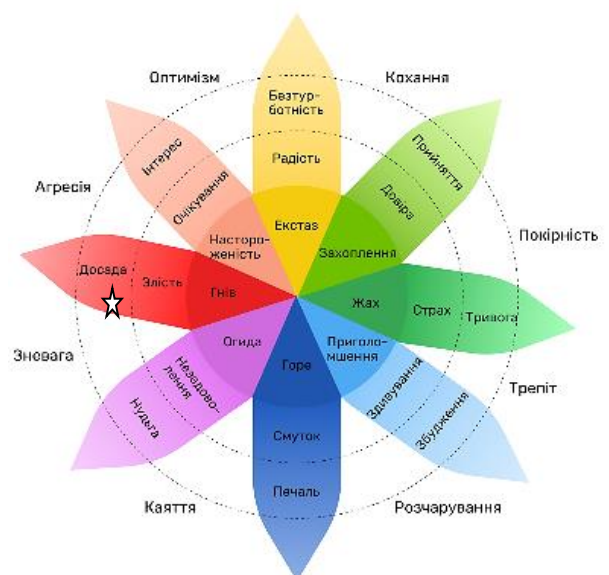


Рис. 4. Ідентифікація емоції і її сили після відволікаючих прийомів

Як показують зображення, на першому емоція «Гнів» позначена зірочкою майже у центрі колеса, а вже після емоційної паузи позначка змістилася на край колеса. На екрані демонструються обидва марковані рисунки, щоб учасники тренінгу пересвідчилися у дієвості прийому «емоційна пауза», у зменшенні сили емоції або зміні фокусу уваги. Пояснюється механізм інформаційних деструктивних атак з позицій людської психіки і дієві способи опанувати себе.

Висновок: важливо сформулювати вміння споживати інформацію раціонально і врівноважено, вміти робити емоційні паузи, об'єктивно і критично оцінювати контент.

Заняття «Рефлексія» покликане перевірити знання та закріпити отримані протягом практикуму вміння.

Студентам пропонується повторно пройти тестування і написати короткий відгук про свої враження щодо пройденого практикуму. Відгук має містити розгорнуті відповіді на такі запитання:

Чи вважаєте ви "медіаграмотність" важливим елементом освіченості сучасної людини?

Чи вмієте ви перевіряти медіаінформацію на достовірність?

Чи важливо свідомо і відповідально ставитися до поширення інформації у соцмережах?

Чи був практикум корисним для вас?

Описаний практикум є динамічним і за потреби деякі заняття, наприклад, «Фактчекінг», можна збільшувати за обсягом.

ОПИС ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ТА ЙОГО РЕЗУЛЬТАТІВ.

Для перевірки ефективності практикуму було проведено педагогічний експеримент, який тривав впродовж жовтня-листопада 2022 року. В експерименті брали участь 64 студенти 1-го курсу Сумського національного аграрного університету та Сумського державного педагогічного університету імені А.С.Макаренка.

Використано чотири інструменти перевірки навчальних досягнень:

1) тест «Що ви знаєте про медіаграмотність»

2) вікторина «Факт чи судження?»

3) завдання "Достовірна-недостовірна інформація"

4) вправа-інструкція «Наскільки ви уважні?»

Результати на початку практикуму і після його проведення представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Результати педагогічного експерименту

Номер інструменту	Що перевіряється	Кількість запитань	Кількість правильних відповідей (середнє значення)		Динаміка, кількість запитань
			До практикуму	Після практикуму	
1	Розуміння сутності, складових, вимог медіаграмотності	7	4	6	2
2	Уміння розрізняти судження і факти	20	10	18	8
3	Навички аналізувати інформацію (виявляти першоджерела, перевіряти контент і фото)	5	2	4	2
4	Уміння відділяти інформаційний шум		20	54	34

Тест «Що ви знаєте про медіаграмотність» і вправа «Достовірна-недостовірна інформація» виявили позитивну динаміку навчальних досягнень: у середньому кількість правильних відповідей зросла на 2 для обох інструментів. При проведенні вікторини «Факт чи судження» динаміка складала +8 правильних відповідей. Вправу на виявлення уважності при споживанні контенту правильно виконували 20 студентів до практикуму і 54 – після його проведення.

Отже, результати перевірки свідчать про низький рівень розуміння сутності медіаграмотності, невміння розрізняти факти і судження та відсутність знань про прийоми перевірки інформації на достовірність на початку експерименту і суттєве покращення цих знань та вмінь наприкінці експерименту. Завдяки останньому інструменту констатуємо, що зросла уважність, уміння концентруватись та логічно мислити.

На початку і наприкінці проведеного практикуму було запропоновано написати розгорнуті відповіді на запитання.

Результати опрацювання відгуків показали, що на запитання «Чи вважаєте ви "медіаграмотність" важливим елементом освіченості сучасної людини?» кількість позитивних відповідей зросла на 50%. Вважають, що навчилися перевіряти медіаінформацію на достовірність (запитання «Чи вмієте ви перевіряти медіаінформацію на достовірність?») 48 студентів проти 18 до практикуму. Усвідомили відповідальність до споживання та поширення інформації (запитання «Чи важливо свідомо і відповідально ставитися до поширення інформації у соцмережах?») 56 студентів (на 62,5% більше, ніж на початку експерименту).

Всі 64 студенти вважають, що практикум був корисним. У розгорнутій відповіді значилось «завдяки практикуму зрозумів більше, ніж за всі роки використання інтернету», «сподобалось, відчуваю себе медіаграмотною людиною», «дуже важлива медіаграмотність, особливо в умовах війни», «усвідомив як важко критично мислити, не піддаватись емоціям» тощо.

ВИСНОВКИ

Проблема можливого деструктивного впливу інформаційних технологій на людину особливо гостро постає в умовах інформаційної війни. Тому актуальними для української молоді є: здатність бути критичним до медіапродуктів, мати практичні навички їх верифікації, уміння відрізняти факти від суджень, виявляти маніпулятивний контент, фейки, пропаганду; вміння відповідально ставитися до створення, поширення, споживання інформації в інтернет-просторі; здатність протидіяти деструктивним впливам, психологічним маніпуляціям, пропаганді, дезінформації; мати сформовані навички захисту свого інформаційного простору.

В умовах закладу освіти такий розвиток можливий за умови проходження студентами спеціального практикуму з медіаграмотності. Для проведення практикуму важлива логічна послідовність занять (мотивація, заохочення до навчання; навчання практичним прийомом; перевірка результатів; рефлексія), використання інтерактивних і ігрових методів (вікторини, конкурси, тренінги, майстер-класи); навчання на реальних прикладах, реальних медіапродуктах.

За результатами педагогічного експерименту зафіксовано поліпшення навичок критичного споживання медіапродуктів, уміння відрізняти факти від суджень, фейки, пропаганду. Практикумі сприяє в опануванні прийомів емоційного розв'язання та протидії психологічним маніпуляціям. Є підстави стверджувати, що у студентів сформовано відповідальне ставлення до споживання, створення та поширення інформації в інтернет-просторі.

Практикум вимагає від викладача не лише високого рівня медіаграмотності, а й розвинених комунікативних якостей та використання різноманітних інтерактивних методів навчання. Тому актуальним бачимо підготовку вчителів та викладачів до впровадження подібних курсів у власну професійну діяльність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Austin, E. W., Muldrow, A., & Austin, B. W. (2016). Examining How Media Literacy and Personality Factors Predict Skepticism Toward Alcohol Advertising. *Journal of health communication*, 21(5), 600–609. <https://doi.org/10.1080/10810730.2016.1153761>
2. Bissonnette, M., Chastenay, P., & Francoeur, C. (2021). Exploring adolescents' critical thinking aptitudes when reading about science in the news. *Journal of Media Literacy Education*, 13(1), 1-13. <https://doi.org/10.23860/JMLE-2021-13-1-1>.
3. Cerny, M. (2021). Discursive formed topics in information literacy: literature review and high school students' perspectives. *Problems of Education in the 21st Century*, 79(4), 516-543. <https://doi.org/10.33225/pec/21.79.516>.
4. Drushlyak, M., Semenog, O., Hrona, N., Ponomarenko, N., & Semenikhina, O. (2022). Typology of internet resources for the development of youth's infomedia literacy. *Information Technologies and Learning Tools*, 88(2), 1–22. <https://doi.org/10.33407/itlt.v88i2.4786>.
5. Ream, M. (2014). Can you separate fact from fiction? ShareAmerica. (ed. Newsela staff). URL: <https://share.america.gov/can-you-separate-fact-from-fiction/>.
6. Semenog, O., Semenikhina, O., Oleshko, P., Prima, R., Varava, O., & Pykaliuk, R. (2020). Formation of Media Educational Skills of a Future Teacher in the Professional Training. *Revista Românească pentru Educație Multidimensională*, 12(3), 219-245. <https://doi.org/10.18662/rrem/12.3/319>.
7. Six Seconds (2022). Plutchik's Wheel of Emotions: Exploring the Emotion Wheel. URL: <https://www.6seconds.org/2022/03/13/plutchik-wheel-emotions/>.
8. Torres-Hernández, N., & Gallego-Arrufat, M. J. (2022). Indicators to assess preservice teachers' digital competence in security: A systematic review. *Education and information technologies*, 27(6), 8583–8602. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10978-w>.
9. Будівська, Г., Дуцик, Д., & Тараненко, О. (2022). Конструктор вправ. Збірник практичних завдань з інфомедійної грамотності, інтегрованої до фахової підготовки студентів-журналістів. Київ: IREX. URL: https://filter.mkip.gov.ua/wp-content/uploads/2022/02/ld-e_cj_podcast-1.pdf.
10. Горленко, Г. (2021). Медіаосвіта на заняттях з фінансової грамотності. Київ: АУП, ЦВП.
11. Коваль, З. (2017). Запровадження комплексних механізмів інформаційної гігієни як засобів забезпечення інформаційно-психологічної стійкості людини, суспільства, держави. *Актуальні проблеми державного управління*, 2(70), 62-67.
12. Шейбе, С., & Rogow, F. (2017). *Медіаграмотність*. К.: Центр Вільної Преси, Академія Української Преси.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Austin, E. W., Muldrow, A., & Austin, B. W. (2016). Examining How Media Literacy and Personality Factors Predict Skepticism Toward Alcohol Advertising. *Journal of health communication*, 21(5), 600–609. <https://doi.org/10.1080/10810730.2016.1153761>
2. Bissonnette, M., Chastenay, P., & Francoeur, C. (2021). Exploring adolescents' critical thinking aptitudes when reading about science in the news. *Journal of Media Literacy Education*, 13(1), 1-13. <https://doi.org/10.23860/JMLE-2021-13-1-1>.
3. Cerny, M. (2021). Discursive formed topics in information literacy: literature review and high school students' perspectives. *Problems of Education in the 21st Century*, 79(4), 516-543. <https://doi.org/10.33225/pec/21.79.516>.
4. Drushlyak, M., Semenog, O., Hrona, N., Ponomarenko, N., & Semenikhina, O. (2022). Typology of internet resources for the development of youth's infomedia literacy. *Information Technologies and Learning Tools*, 88(2), 1–22. <https://doi.org/10.33407/itlt.v88i2.4786>.
5. Ream, M. (2014). Can you separate fact from fiction? ShareAmerica. (ed. Newsela staff). URL: <https://share.america.gov/can-you-separate-fact-from-fiction/>.
6. Semenog, O., Semenikhina, O., Oleshko, P., Prima, R., Varava, O., & Pykaliuk, R. (2020). Formation of Media Educational Skills of a Future Teacher in the Professional Training. *Revista Românească pentru Educație Multidimensională*, 12(3), 219-245. <https://doi.org/10.18662/rrem/12.3/319>.
7. Six Seconds (2022). Plutchik's Wheel of Emotions: Exploring the Emotion Wheel. URL: <https://www.6seconds.org/2022/03/13/plutchik-wheel-emotions/>.
8. Torres-Hernández, N., & Gallego-Arrufat, M. J. (2022). Indicators to assess preservice teachers' digital competence in security: A systematic review. *Education and information technologies*, 27(6), 8583–8602. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10978-w>.
9. Budivska, G., Dutsyk, D., & Taranenko, O. (2022). Konstruktor vprav [Exercise designer]. *Zbirnyk praktychnykh zavdan z infomediinoi hramotnosti, integrovanoi do fakhovoi pidhotovky studentiv-zhurnalistiv – A collection of practical tasks on infomedia literacy integrated into the professional training of journalist students*. Kyiv: IREX. URL: https://filter.mkip.gov.ua/wp-content/uploads/2022/02/ld-e_cj_podcast-1.pdf. (in Ukrainian).
10. Gorlenko, G. (2021). *Mediaosvita na zaniattiakh z finansovoi hramotnosti [Media education in financial literacy classes]*. Kyiv: AUP, TsVP. (in Ukrainian).
11. Koval, Z. (2017). Zaprovadzhennia kompleksnykh mekhanizmv informatsiinoi hihiieny yak zasobiv zabezpechennia informatsiino-psykholohichnoi stikiosti liudyny, suspilstva, derzhavy [Introduction of complex mechanisms of information hygiene as a means of ensuring the information and psychological stability of a person, society, and the state]. *Aktualni problemy derzhavnoho upravlinnia – Actual problems of state administration*, 2(70), 62-67. (in Ukrainian).
12. Sheibe, S., & Rogow, F. (2017). *Mediahramotnist [Media literacy]*. K.: Tsentri Vilnoi Presy, Akademiia Ukrainskoi Presy.



Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
 Has been issued since 2013.
 Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.



p-ISSN 2413-1571
 e-ISSN 2413-158X

DOI: 10.31110/2413-1571
<https://fmo-journal.org/>

DOI 10.31110/2413-1571-2023-038-5-005

УДК 537.6

КЛАСИФІКАЦІЯ ЗАСОБІВ ЦИФРОВОГО ЗДОРОВ'Я

Дмитрій СУРІН ✉

Сумський державний педагогічний університет
 імені А.С.Макаренка, Україна
 doratoles@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9059-285X>

Анна ЗАЙКИНА

Сумський державний педагогічний університет
 імені А.С.Макаренка, Україна
 hanna.zaikina@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3094-4259>

CLASSIFICATION OF DIGITAL HEALTH TOOLS

Dmytro SURIN ✉

Makarenko Sumy State Pedagogical University, Ukraine
 doratoles@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9059-285X>

Anna ZAIKINA

Makarenko Sumy State Pedagogical University, Ukraine
 hanna.zaikina@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3094-4259>

АНОТАЦІЯ

У статті представлено класифікацію засобів цифрового здоров'я за функційним призначенням.

Постановка проблеми. Використання цифрових технологій у фізичній терапії та ерготерапії в останні роки набуває стрімкого поширення, проте воно є точковим і залежить від багатьох чинників, серед яких не лише фінансовий аспект, але й обізнаність фахівців у можливості застосування цифрових технологій для покращення стану власного здоров'я та здоров'я інших. Тому актуалізується проблема аналізу наявних технологій для їх практичного використання у фізичній терапії, ерготерапії. Мета дослідження: класифікувати засоби цифрового здоров'я у межах наявних українських практик.

Матеріали і методи. Для досягнення мети дослідження використано теоретичні методи наукового пізнання: контент-аналіз наукових результатів, представлених у цифровому науковому просторі та аналіз засобів цифрового здоров'я.

Результати. Класифіковано засоби цифрового здоров'я за їх функційним призначенням: системи управління документацією; системи аналітики даних та прогнозування; системи телереабілітації; системи мобільних додатків; мобільні пристрої (для підтримки здорового способу життя, для моніторингу тиску і пульсу, для контролю болю, для розробки індивідуальних програм пацієнтів), прилади, вимірнівальні установки, датчики; технології віртуальної (VR) і доповненої реальності (AR); програмне забезпечення, яке постачається разом зі спеціалізованим обладнанням.

Висновки. Розроблена класифікація конкретизує результати професійної підготовки фахівців фізичної терапії через знання груп ЗЦЗ та умінь використовувати хоча б по одному представнику у кожній з цих груп у майбутній професійній діяльності.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: цифрове здоров'я; засоби цифрового здоров'я; цифрові технології; фізична терапія; фахівці фізичної терапії; професійна підготовка.

ABSTRACT

The paper presents a classification of digital health products by functional purpose.

Formulation of the problem. The use of digital technologies in physical therapy and occupational therapy has been rapidly expanding in recent years. However, it is targeted and depends on many factors, including not only the financial aspect but also the awareness of specialists in the possibility of using digital technologies to improve their health and the health of others. Therefore, the problem of analyzing existing technologies for their practical use in physical therapy is actualized. The purpose of the study: is to classify digital health products within the framework of existing Ukrainian practices.

Materials and methods. Theoretical methods of scientific knowledge were used to achieve the goal of the study: content analysis of scientific results presented in the digital scientific space and analysis of digital health tools.

Results. The study made it possible to classify digital health tools according to their functional purpose: document management systems, data analytics, and forecasting systems, telerehabilitation systems, mobile application systems, mobile devices (to maintain a healthy lifestyle, to monitor blood pressure and heart rate, to control pain, to develop individual patient programs), devices, measuring devices, sensors; virtual reality (VR) and augmented reality (AR); software that comes with specialized hardware.

Conclusions. The developed classification specifies the results of professional training of physical therapy specialists through the knowledge of CEP groups and the ability to use at least one representative in each of these groups in future professional activities.

KEYWORDS: digital health; digital health tools; digital technologies; physical therapy; physical therapy specialists; professional training.

ВСТУП

Процеси цифровізації охопили всі сфери життєдіяльності суспільства, включаючи охорону здоров'я. З'явилося поняття «цифрове здоров'я» (digital health) як сукупність цифрових показників здоров'я людини, які зосереджені у певних базах даних. У мережі поняття «digital health» використовується для охоплення широкого спектру технологій, що використовуються в галузі охорони здоров'я, медичної інформатики, медичної освіти, зміцнення здоров'я та цілей громадського здоров'я. Воно включає «eHealth», «mHealth», «Wireless (бездротовий) Health» та «Health 2.0». Health 2.0 відображає інтеграцію технологій охорони здоров'я з платформою Веб 2.0 через використання соціальних сервісів як майданчиків співробітництва та взаємодії фахівців і клієнтів/пацієнтів між собою: блоги; вікі; соціальні мережі (веб-сторінки,

Для цитування:

Сурін Д., Заїкіна А. Класифікація засобів цифрового здоров'я. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 5. С. 32-38. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-5-005
 Сурін, Д., & Заїкіна, А. (2023). Класифікація засобів цифрового здоров'я. *Фізико-математична освіта*, 38(5), 32-38. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-005>

For citation:

Surin, D., & Zaikina, A. (2023). Classification of digital health tools. *Physical and Mathematical Education*, 38(5), 32-38. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-005>
 Surin, D., & Zaikina, A. (2023). Klyasyfikatsiya zasobiv tsyvrovoho zdorov'ia [Classification of digital health tools]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(5), 32-38. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-005>

сторінки, які поєднують користувачів і організовують між ними комунікацію; наприклад, сторінки FB чи інших соцмереж для комунікації між фітнес-тренерами); подкасти; чати; відеообмін. Перелічені технології підвищують ефективність терапевтичної та діагностичної допомоги усім верствам населення, стають доступними для пацієнтів різних вікових категорій і дозволяють розроблювати персоналізовані програми відновлення з урахуванням індивідуальних особливостей осіб.

Використання цифрових технологій у фізичній терапії та ерготерапії в останні роки набуває стрімкого поширення, проте воно є точковим і залежить від багатьох чинників, серед яких не лише фінансовий аспект, але й обізнаність фахівців у можливості застосування цифрових технологій для покращення стану власного здоров'я та здоров'я інших. Тому актуалізується проблема аналізу наявних технологій для їх практичного використання у фізичній терапії, ерготерапії.

Аналіз актуальних досліджень. За результатами теоретичного аналізу наукових публікацій встановлено, що на тепер в науковому обігу не використовується україномовний термін, який би відповідав англomовному терміну «digital health». Його різну інтерпретацію використовували:

- М. М. Ястребов (2017) у дисертаційному дослідженні використовує термін «цифрове здоров'я»;
- Н. З. Кобріна (2020) у дисертаційному дослідженні, С. М. Дорошук, О. С. Гайдай, Н. М. Маліновська (2021) у статті дотримуються терміну «цифрова медицина»;
- у публікації (Lupton, 2016) послуговуються терміном-замінником «цифровое здравоохранение», який тлумачать як систему наукових знань і практичної діяльності з діагностики, лікування та профілактики захворювань, збереженню і зміцненню здоров'я і працездатності людей, продовження життя, а також полегшення страждань від фізичних і психічних недуг на основі цифрової платформи охорони здоров'я, яка накопичує, підтримує і розвиває систему наукових знань в сфері медицини та доступ до медичних сервісів на основі цифрових технологій.

Під засобами digital health розуміємо цифрові засоби, які надають цифрові показники окремих фізичних, фізіологічних (у майбутньому можливо, психічних) характеристик здоров'я людини, уможливають їхній комплексний аналіз, накопичення та відслідковування у динаміці задля здоров'язбереження людського організму (Семеніхіна та ін., 2022).

Проблемі цифрового здоров'я за останнє десятиліття приділяється значна увага як вітчизняних українських, так і зарубіжних науковців: проведено аналіз сучасного стану розвитку цифрової медицини та її впливу на сучасну сферу охорони здоров'я (Дорошук та ін., 2022), вивчено особливості та проблеми становлення цифрової медицини в Україні (Корчинський & Фірман, 2022); обґрунтовано smart-систему дистанційного супроводження реабілітаційних заходів (Величко та ін., 2021), активно вивчаються проблеми телемедицини і телереабілітації (Палагін та ін., 2021; Algarni et al., 2022; Clausen et al., 2022), досліджуються проблеми домашнього використання інтелектуальних засобів цифрової медицини (Файнзільберг, 2020), використання штучного інтелекту у медичних практиках, включаючи діагностику, передбачення ризиків, планування лікування та моніторинг стану пацієнтів (Bates et al., 2021), вивчається можливість використання мобільних технологій для поліпшення програм реабілітації для пацієнтів з хворобами серця (Bostrom et al., 2020) та іншими хронічними захворюваннями (Cucciniello et al., 2021).

За результатами контент-аналізу схарактеризовано напрями використання соціальних мереж в контексті підтримки digital health: 1) створення спеціальних сторінок здоров'язбережувальної тематики (наприклад, у Facebook) для отримання відповідей на запитання, які цікавлять; 2) підвищення відповідальності й розширення зобов'язань шляхом передачі емоцій, опису подій і думок в галузі Health 2.0; 3) обмін знаннями і отримання зворотного зв'язку в галузі Health 2.0 (наприклад, створення сторінок в Twitter, де відбувається щоденне інформування про звички здорового харчування); 4) використання інформації у новому практичному контексті (наприклад, обмін рецептами приготування здорової їжі та впровадження здорової їжі у життя). Також слід зазначити про активне використання сервісу YouTube як сервісу підтримки охорони здоров'я.

Отже, є підстави констатувати, що в останні роки впровадження засобів цифрового здоров'я у практику охорони здоров'я та підтримки пацієнтів з різними патологіями відбувається активно, але не систематично, якщо говорити про українські здоров'язбережувальні практики. Узагальнення наукових результатів свідчить, що зарубіжні науковці в основному зосереджують увагу на розвитку digital health, досліджують ефективність нових засобів, можливість їх використання у клінічних та домашніх умовах. Дослідники вивчають переваги і недоліки таких засобів, розробляють методичні рекомендації щодо їх впровадження у терапію і реабілітацію пацієнтів з різними патологіями, у той час, як українські дослідники висвітлюють у своїх роботах окремі питання підготовки фахівців до використання ІТ у професійній діяльності. При цьому в українському науковому просторі відсутні цілісні дослідження, присвячені класифікації засобів цифрового здоров'я, що обмежує їх використання.

Мета дослідження: класифікувати засоби цифрового здоров'я у межах наявних українських практик.

МЕТОДИ І МАТЕРІАЛИ

Для досягнення мети дослідження використано теоретичні методи наукового пізнання: контент-аналіз наукових результатів, представлених у цифровому науковому просторі та аналіз засобів цифрового здоров'я.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

За результатами аналізу наукових джерел нами визначено можливість групування засобів цифрового здоров'я (ЗЦЗ) за їхнім функційним призначенням.

Системи управління документацією – це програми, які дозволяють вести електронну картку пацієнта та зберігати інформацію про стан його здоров'я, алгоритм терапії та динаміку змін (Ku & Sim, 2021; van Casteren et al., 2021). Також сюди відносять електронні записи (ЕЗ) – це цифрові версії паперових записів, які мають значні переваги перед традиційними методами ведення записів. Однією з головних переваг є те, що вони дозволяють більш ефективно та точно документувати інформацію про пацієнта. ЕЗ можуть централізовано зберігати інформацію про загальний анамнез пацієнта, програми терапії, а також сприяє більш скоординованій допомозі та кращій комунікації між постачальниками

реабілітаційних та медичних послуг. ЕЗ можуть автоматизувати багато адміністративних завдань, зокрема таких як планування прийомів, консультацій тощо. Це може звільнити час для фізіотерапевта, щоб зосередитися на безпосередній роботі з пацієнтом. Існує також питання вживання заходів для забезпечення безпеки інформації про пацієнта та недопущення несанкціонованого доступу до персональних даних про нього. Таким чином, ЕЗ у фізіотерапії можуть значно покращити догляд за пацієнтами, підвищити ефективність і зменшити кількість помилок. Аналіз наукових джерел дозволив виділити провідні системи ЕЗ, які пропонують широкий спектр рішень для управління документацією, використовуються в багатьох клініках по всьому світу і можуть бути рекомендовані для використання фізичними терапевтами у професійній діяльності: WebPT, Epic, Cerner, Meditech, Allscripts, NextGen Healthcare.

Системи аналітики даних та прогнозування – це програми, які дозволяють діагностувати фізіологічні, психологічні, біометричні, психофізіологічні та інші дані з метою встановлення закономірностей і тенденцій. Особливо необхідно виокремити у цій групі використання штучного інтелекту (ШІ) (Thakare et al., 2022). Серед систем аналітики даних та прогнозування слід виділити SAS, Predictive Analytics Software, IBM Watson Health, PrognosDX; Epic Systems та багато інших. У ході вивчення наукових джерел було встановлено, що такі програми є важливим інструментом для лікарів, медичних дослідників та організацій охорони здоров'я. Вони дозволяють аналізувати великі обсяги даних, прогнозувати ризик захворювань, створювати діагностичні рекомендації та покращувати якість охорони здоров'я у цілому. Тому можна рекомендувати їх до впровадження у професійну сферу фізичних терапевтів, адже це дозволить їм більш ефективно і точно діагностувати порушення функцій організму людини та призначати належне відновлення і корекцію. Аналітичні дані також допоможуть виробляти стратегії профілактики порушень та прогнозувати їх ризики, що дозволить запобігати їхньому поширенню. Крім того, функції таких програм передбачають статистичний аналіз, обробку та аналіз клінічних даних, генетичний аналіз, розробку алгоритмів та моделей для прогнозування ризиків, створення діагностичних і терапевтичних рекомендацій.

Серед наукових результатів сьогодні окремо слід зазначити про використання ШІ, який спрощує розробку індивідуальних програм відновлення здоров'я пацієнтів: ШІ може виступати віртуальним помічником для надання пацієнтам персоналізованої підтримки, їх можна запрограмувати на нагадування пацієнтам про виконання вправ, надання відгуків про прогрес і відповідей на запитання щодо плану лікування. ШІ також можна використовувати для підвищення ефективності роботи центрів фізіотерапії шляхом автоматизації певних завдань. Не зважаючи на зазначені переваги використання ШІ, він має певні обмеження у впровадженні, головним з яких є необхідність наявності високоякісних точних даних для обробки, які не завжди можуть бути доступними.

Системи телереабілітації – це програми, які дозволяють проводити дистанційну реабілітацію та фізичну терапію пацієнта, використовуючи технології відеозв'язку та інтерактивних вправ (Clausen et al., 2022). Ця група має на меті використання технологій зв'язку та інформації, завданням якої є забезпечення здоров'я та терапії хворих без їх присутності у реабілітаційних центрах, клініках та інших медичних установах. Використання телеметричних платформ у фізичній терапії уможливує проведення онлайн-консультацій, а також ефективний моніторинг здоров'я пацієнта, що особливо стає актуальним в умовах карантинних обмежень та перебування пацієнтів за межами країни у період воєнного стану, а також для маломобільних груп населення. Доцільною для професійної діяльності фізичних терапевтів бачиться платформа Telerehabilitation, яка надасть пацієнтам можливість отримувати якісну медичну допомогу онлайн, а також програмне забезпечення для відеоконференцій – Zoom, Skype тощо і е-пошти.

Системи мобільних додатків, призначених для контролю за основними фізіологічними процесами (Dounavi & Tsoumani, 2019). Група мобільних додатків об'єднує додатки mHealth. Кількість і якість таких додатків щороку зростає, проте станом на сьогодні не існує чіткої стратегії щодо рекомендацій їх застосування окремими категоріями населення з урахуванням віку, статі, стану здоров'я та іншими індивідуальними особливостями. Враховуючи значну кількість зазначених мобільних додатків, нами було сформовано чотири групи зазначених додатків (рис. 1).

Під час вибору мобільних додатків для використання у професійній діяльності рекомендуємо фізичним терапевтам враховувати критерії їх якості, що визначаються наступними технічними аспектами: функціональність; безпека і конфіденційність даних; стійкість та надійність; взаємодія з користувачем та дизайн інтерфейсу; зручність використання та легкість навігації; підтримка технічного обслуговування та оновлень.

Мобільні пристрої, прилади, вимірювальні установки, датчики – як і мобільні додатки, призначені для моніторингу психофізіологічного, функціонального станів та здоров'я користувачів (реєстрація кількості кроків, ЧСС, витрачених калорій, варіабельності серцевого ритму, відображення даних про сон, артеріальний тиск, холтерівське моніторування тощо. Слід зазначити, що мобільні додатки зазвичай містять більше функцій, які спрямовані не лише на діагностику, а й на корекцію функціонального стану (Joe et al., 2021). Дані про фізичні параметри пацієнта, такі як діапазон рухів і життєво важливі показники в режимі реального часу можуть надавати фізіотерапевтам датчики та переносні пристрої, прилади, вимірювальні установки. Вони фіксуються на одязі або кріпляться безпосередньо до тіла пацієнта під одягом, що робить їх зручними та простими у використанні. Ознайомившись з характеристиками деяких пристроїв цієї групи, у професійній діяльності фізичних терапевтів доцільними сьогодні є Fitbit та Apple Watch. Отримані за їх допомогою дані можна використовувати для відстеження динаміки змін стану пацієнта, моніторингу дотримання програми ФТ та в цілому для оптимізації відновлення.

Звернемо увагу на приклади цієї групи, які у свою чергу можуть використовуватися у фізичній терапії:

- *Smart-прикраси та аксесуари* (кільця, браслети, годинники і шпильки). Зазвичай працюють із додатком для смартфона для відображення та взаємодії. Сюди можна віднести і фітнес-трекери, які часто поставляються у вигляді браслетів, ремінців або пов'язок на голову, стежать за фізичною активністю і життєвими показниками. Трекери можуть підключатися бездротовим способом до програми для зберігання, обробки та звітності даних.

- *Smart-одяг*. Цей тип одягу поставляється з вбудованою технологією, яка може виконувати різноманітні завдання, включаючи фітнес або моніторинг здоров'я. Як приклад, ще у 2014 році виробник Tommy Hilfiger запустив одяг, що був оснащений сонячними елементами для зарядки пристроїв.

I. Мобільні додатки для підтримки здорового способу життя

- 1. Допомагають дотримуватися режиму дня, стежити за рівнем фізичної активності, контролювати рівень стресу, стежити за рівнем споживання калорій та питної води, вести здоровий спосіб харчування.
- 2. Забезпечують соціальну складову для комунікації з людьми, які також прагнуть здорового способу життя.
- 3. Дозволяють створювати спільноти, де люди можуть ділитися порадами, підтримкою та іншими корисними ресурсами.
- 4. Організують досуг за допомогою гейміфікованих складових, які є мотивуючим способом для пацієнтів у відновленні та підтримки своїх функціонально-резервних можливостей.

II. Мобільні додатки для моніторингу тиску і пульсу

- 1. Вимірюють тиск за допомогою технології Bluetooth або Near Field Communication (NFC) з підключенням до спеціальних пристроїв (користувачі можуть записувати свій тиск та стежити за його динамікою за допомогою графіків та інших візуальних інструментів).
- 2. Допомагають здійснювати хронометраж показників артеріального тиску.
- 3. Забезпечують ефективний контроль за власними показниками артеріального тиску.
- 4. Підвищують ефективність попередження ризиків інсультів, інфарктів, приступів стенокардії та гіпертонічних кризів тощо.

III. Мобільні додатки для контролю болю

- 1. Допомагають фізичному терапевту в оцінці стану пацієнта, ґрунтуючись на скаргах хворого та його функціональних обмеженнях

IV. Мобільні додатки та комп'ютерні програми для розробки індивідуальних програм пацієнтів

- 1. Дозволяють спеціалістам керувати своєю діяльністю.
- 2. Забезпечують можливість створювати та налаштовувати для кожного пацієнта індивідуальні програми, персоналізовані комплекси і відстежувати динаміку змін.

А) за функціями**I. Мобільні додатки для підтримки здорового способу життя**

- для контролю за фізичною активністю: Fitbit, Garmin Connect, Yoga Studio
- для покращення рухових можливостей і зміцнення м'язів: Rehabilitation Exercises, Physiotherapy Exercises, Gait Trainer, Balance Trainer, Nike Training Club, Sworkit
- для контролю за вагою: Noom Weight Loss, Endomondo Sports Tracker, Eat This, Not That!, Calorie Counter, MyFitnessPal, Lose It, Weight Watchers, Happy Scale, Lifesum, Fooducate.
- для контролю стресу і тривожності: Happy Scale

II. Мобільні додатки для моніторингу тиску і пульсу

- Blood Pressure Companion, Blood Pressure Diary, Heart Habit, Blood Pressure Tracker. Cardiio, Instant Heart Rate, HeartWatch

III. Мобільні додатки для контролю болю

- Numeric Rating Scale (NRS), Visual Analog Scale (VAS), Verbal Rating Scale (VRS), Revised American Pain Society Patient Outcome Questionnaire (APS-POQ-R)

IV. Мобільні додатки та комп'ютерні програми для розробки індивідуальних програм пацієнтів

- Physitrack, PhysioNow, WebPT, TheraOffice, ReDoc, HEP2go
- BioEx Systems Physiotec, Rehab My Patient, PT Timer, Kiné App, PhysioU

Б) приклади**Рис. 1. Групи мобільних додатків**

Технології віртуальної (VR) і доповненої реальності (AR) як окрема група також дозволяє розширити сферу послуг у фізичній терапії та підвищити її ефективність (Halm-Pozniak et al., 2023; Pergolizzi et al., 2023). У фізіотерапії VR можна використовувати для моделювання різних середовищ і ситуацій, щоб допомогти пацієнтам у виконанні рухових вправ і розвивати навички в безпечному та контрольованому середовищі. Наприклад, пацієнти можуть практикувати ходьбу по віртуальній поверхні, щоб покращити рівновагу або імітувати рухи, необхідні для повсякденної діяльності. З іншого боку, AR передбачає накладення цифрової інформації на реальний світ. У фізіотерапії AR можна використовувати для забезпечення візуального зворотного зв'язку пацієнтам під час виконання вправ. Наприклад, пацієнт може носити окуляри AR, які відображають візуальну інструкцію щодо виконання вправ з належною формою та технікою. Як VR, так і AR дозволяють підвищити мотивацію пацієнтів і таким чином покращити ефективність програми фізичної терапії.

Програмне забезпечення, яке постачається разом зі спеціалізованим обладнанням, що використовується у фізичній терапії. Зокрема, це роботизовані та електронні пристрої, описані у (Stanojevic et al., 2023).

Отже, наявні ЗЦЗ можуть бути класифіковані за функційним призначенням у фізичній терапії (рис. 2).

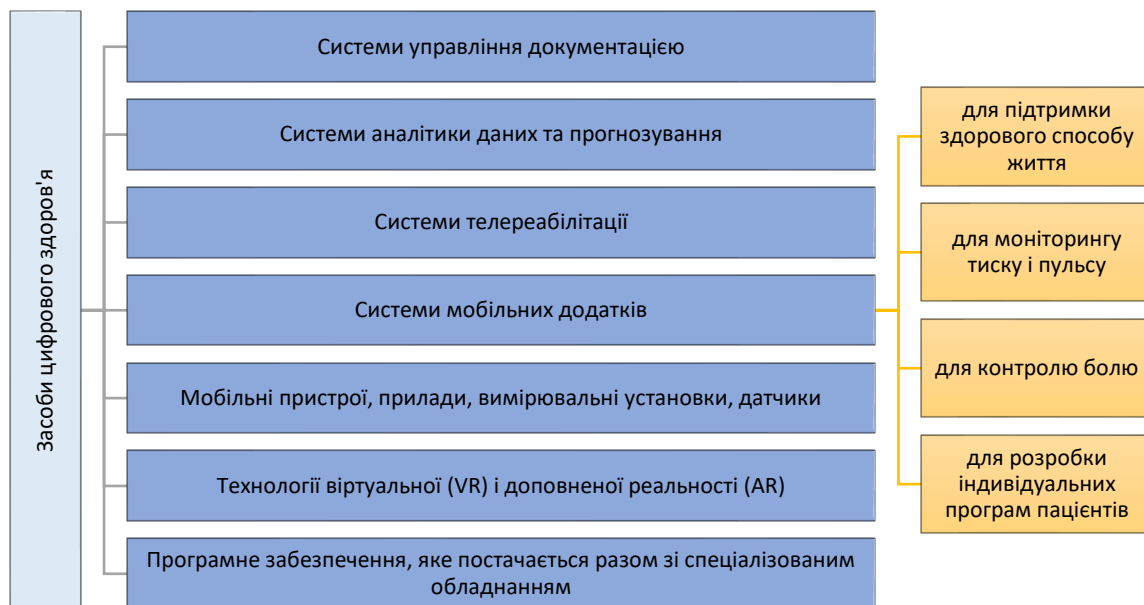


Рис. 2. Класифікація засобів цифрового здоров'я за функційним призначенням у фізичній терапії

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження дозволило класифікувати засоби цифрового здоров'я ЗЦЗ за їх функційним призначенням: системи управління документацією; системи аналітики даних та прогнозування; системи телереабілітації; системи мобільних додатків; мобільні пристрої (для підтримки здорового способу життя, для моніторингу тиску і пульсу, для контролю болю, для розробки індивідуальних програм пацієнтів), прилади, вимірювальні установки, датчики; технології віртуальної (VR) і доповненої реальності (AR); програмне забезпечення, яке постачається разом зі спеціалізованим обладнанням. Розроблена класифікація конкретизує результати професійної підготовки фахівців фізичної терапії через знання груп ЗЦЗ та уміння використовувати хоча б по одному представнику у кожній з цих груп у майбутній професійній діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Algarni, F. S., Alshammari, M. O., Sidimohammad, U., Khayat, S. A., Aljabbar, A., & Altowaijri, A. M. (2022). Tele-Rehabilitation Service from the Patient's Perspective: A Cross-Sectional Study. *Journal of Patient Experience*, 9. <https://doi.org/10.1177/23743735221130820>.
- Bates, D. W., Levine, D., Syrowatka, A., Kuznetsova, M., Craig, K.J., Rui, A., Jackson, G.P., & Rhee, K. (2021). The potential of artificial intelligence to improve patient safety: a scoping review. *NPJ Digital Medicine*, 4(1), 54. <https://doi.org/10.1038/s41746-021-00423-6>.
- Bostrom, J., Sweeney, G., Whiteson, J., & Dodson, J. A. (2020). Mobile health and cardiac rehabilitation in older adults. *Clinical Cardiology*, 43(2), 118–126. <https://doi.org/10.1002/clc.23306>.
- Clausen, T. Ch., Greve, N. K., & Schytz, H. W. (2022). Telemedicine in headache care: A systematic review. *Cephalalgia*, 42(13), 1397-1408. <https://doi.org/10.1177/0333102422111554>.
- Cucciniello, M., Petracca, F., Ciani, O., & Tarricone, R. (2021). Development features and study characteristics of mobile health apps in the management of chronic conditions: a systematic review of randomised trials. *NPJ digital medicine*, 4(1), 144. <https://doi.org/10.1038/s41746-021-00517-1>.
- Dounavi, K., & Tsoumani, O. (2019). Mobile Health Applications in Weight Management: A Systematic Literature Review. *American Journal of Preventive Medicine*, 56(6), 894-903. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2018.12.005>.
- Halm-Pozniak, A., Lohmann, C. H., Zagra, L., Braun, B., Gordon, M., & Grimm, B. (2023). Best practice in digital orthopaedics. *EFORT open reviews*, 8(5), 283–290. <https://doi.org/10.1530/EOR-23-0081>.
- Joe, J.M., Kinikar, J., Smith, M., Carr, M. J., Bechtel, E., Randall, S., & Ammerman, L. (2021). Digital Health Solutions and Wearable Devices. In: Bhatt, A.B. (eds) *Healthcare Information Technology for Cardiovascular Medicine. Health Informatics*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-81030-6_2.
- Ku, J. P., & Sim, I. (2021). Mobile Health: making the leap to research and clinics. *NPJ digital medicine*, 4(1), 83. <https://doi.org/10.1038/s41746-021-00454-z>.

10. Lupton, D. (2016). Digital Health Technologies and Digital Data: New Ways of Monitoring", *Measuring and Commodifying Human Embodiment, Health and Illness*. <http://dx.doi.org/10.4337/9781784717766.00011>.
11. Pergolizzi, J., Jr, LeQuang, J. A. K., Vasiliu-Feltes, I., Breve, F., & Varrassi, G. (2023). Brave New Healthcare: A Narrative Review of Digital Healthcare in American Medicine. *Cureus*, 15(10), e46489. <https://doi.org/10.7759/cureus.46489>.
12. Stanojevic, C., Bennett, C. C., Sabanovic, S., Collins, S., Baugus Henkel, K., Henkel, Z., & Piatt, J. A. (2023). Conceptualizing socially-assistive robots as a digital therapeutic tool in healthcare. *Frontiers in digital health*, 5, 1208350. <https://doi.org/10.3389/fdgh.2023.1208350>.
13. Thakare, V., Khire, G., & Kumbhar, M. (2022). Artificial Intelligence (AI) and Internet of Things (IoT) in Healthcare: Opportunities and Challenges. *ECS Transactions*, 107(1). <https://doi.org/10.1149/10701.7941ecst>.
14. van Casteren, D. S., Verhagen, I. E., de Boer, I., de Vries Lentsch, S., Fronczek, R., van Zwet, E. W., MaassenVanDenBrink, A., & Terwindt, G.M. (2021). E-diary use in clinical headache practice: A prospective observational study. *Cephalalgia: an international journal of headache*, 41(11-12), 1161–1171. <https://doi.org/10.1177/03331024211010306>.
15. Величко, В., Малахов, К., Палагін, О., Семікопна, Т., Щуров, О. (2021). Smart-система дистанційного супроводження реабілітаційних заходів: формальна модель, програмна реалізація та методологія застосування. *Український журнал фізичної і реабілітаційної медицини*. 9(3-4), 85-94. <https://doi.org/10.54601/2523-479X.2021.9.3-4.11>.
16. Дорошук, С. М., Гайдай, О. С., & Малиновська, Н. М. (2021). Цифрова медицина – інновація майбутнього. *Medicine and health care in modern society: topical issues and current aspect*, 154-156. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-038-4-43>.
17. Кобріна, Н. З. (2020). *Розвиток професійної освіти фахівців з медичної інформатики у Канаді (друга половина XX – початок XXI століття)*. Дис. докт. філософ., Національний університет Львівська політехніка, Львів.
18. Корчинський, І. О., & Фірман, Н. А. (2022). Цифрова медицина: особливості та проблеми становлення в Україні. *Цифрова економіка та економічна безпека*, 1(01). <https://doi.org/10.32782/dees.1-16>.
19. Палагін, О. В., Семікопна, Т. В., Чайковський, І. А., Сивак, О. В. (2020). Телереабілітація: інформаційно-технологічна підтримка та досвід використання. *Клінічна інформатика і телемедицина*, 15(16), 35 – 44. <https://doi.org/10.31071/kit2020.16.15>.
20. Семеніхіна, О. В., Юрченко, А. О., Рибалко, П. Ф., Шукатка, О. В., Козлов, Д. О., & Друшляк, М. Г. (2022). Підготовка майбутніх фахівців фізичної культури і спорту до використання засобів digital health у професійній діяльності. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 89(3), 33-47. <https://doi.org/10.33407/itlt.v89i3.4543>.
21. Файнзільберг, Л. С. (2020). Інтелектуальні засоби цифрової медицини для домашнього використання. *Клінічна інформатика і телемедицина*, 15(16), 45-54. <https://doi.org/10.31071/kit2020.16.03>.
22. Ястребов, М. М. (2017). *Використання веб-орієнтованих технологій у здоров'язберезливому навчанні учнів початкових класів*. Дис. канд. пед. наук, Інститут інформаційних технологій і засобів навчання, Київ.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Algarni, F. S., Alshammari, M. O., Sidimohammad, U., Khayat, S. A., Aljabbar, A., & Altowajri, A. M. (2022). Tele-Rehabilitation Service from the Patient's Perspective: A Cross-Sectional Study. *Journal of Patient Experience*, 9. <https://doi.org/10.1177/23743735221130820>.
2. Bates, D. W., Levine, D., Syrowatka, A., Kuznetsova, M., Craig, KJT., Rui, A., Jackson, GP., & Rhee, K. (2021). The potential of artificial intelligence to improve patient safety: a scoping review. *NPJ Digital Medicine*, 4(1), 54. <https://doi.org/10.1038/s41746-021-00423-6>.
3. Bostrom, J., Sweeney, G., Whiteson, J., & Dodson, J. A. (2020). Mobile health and cardiac rehabilitation in older adults. *Clinical Cardiology*, 43(2), 118–126. <https://doi.org/10.1002/clc.23306>.
4. Clausen, T. Ch., Greve, N. K., & Schytz, H. W. (2022). Telemedicine in headache care: A systematic review. *Cephalalgia*, 42(13), 1397-1408. <https://doi.org/10.1177/03331024221111554>.
5. Cucciniello, M., Petracca, F., Ciani, O., & Tarricone, R. (2021). Development features and study characteristics of mobile health apps in the management of chronic conditions: a systematic review of randomised trials. *NPJ digital medicine*, 4(1), 144. <https://doi.org/10.1038/s41746-021-00517-1>.
6. Dounavi, K., & Tsoumani, O. (2019). Mobile Health Applications in Weight Management: A Systematic Literature Review. *American Journal of Preventive Medicine*, 56(6), 894-903. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2018.12.005>.
7. Halm-Pozniak, A., Lohmann, C. H., Zagra, L., Braun, B., Gordon, M., & Grimm, B. (2023). Best practice in digital orthopaedics. *EFORT open reviews*, 8(5), 283–290. <https://doi.org/10.1530/EOR-23-0081>.
8. Joe, J.M., Kinikar, J., Smith, M., Carr, M. J., Bechtel, E., Randall, S., & Ammerman, L. (2021). Digital Health Solutions and Wearable Devices. In: Bhatt, A.B. (eds) *Healthcare Information Technology for Cardiovascular Medicine*. *Health Informatics*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-81030-6_2.
9. Ku, J. P., & Sim, I. (2021). Mobile Health: making the leap to research and clinics. *NPJ digital medicine*, 4(1), 83. <https://doi.org/10.1038/s41746-021-00454-z>.
10. Lupton, D. (2016). Digital Health Technologies and Digital Data: New Ways of Monitoring", *Measuring and Commodifying Human Embodiment, Health and Illness*. <http://dx.doi.org/10.4337/9781784717766.00011>.
11. Pergolizzi, J., Jr, LeQuang, J. A. K., Vasiliu-Feltes, I., Breve, F., & Varrassi, G. (2023). Brave New Healthcare: A Narrative Review of Digital Healthcare in American Medicine. *Cureus*, 15(10), e46489. <https://doi.org/10.7759/cureus.46489>.
12. Stanojevic, C., Bennett, C. C., Sabanovic, S., Collins, S., Baugus Henkel, K., Henkel, Z., & Piatt, J. A. (2023). Conceptualizing socially-assistive robots as a digital therapeutic tool in healthcare. *Frontiers in digital health*, 5, 1208350. <https://doi.org/10.3389/fdgh.2023.1208350>.
13. Thakare, V., Khire, G., & Kumbhar, M. (2022). Artificial Intelligence (AI) and Internet of Things (IoT) in Healthcare: Opportunities and Challenges. *ECS Transactions*, 107(1). <https://doi.org/10.1149/10701.7941ecst>.
14. van Casteren, D. S., Verhagen, I. E., de Boer, I., de Vries Lentsch, S., Fronczek, R., van Zwet, E. W., MaassenVanDenBrink, A., & Terwindt, G.M. (2021). E-diary use in clinical headache practice: A prospective observational study. *Cephalalgia: an international journal of headache*, 41(11-12), 1161–1171. <https://doi.org/10.1177/03331024211010306>.
15. Velichko, V., Malakhov, K., Palagin, O., Semikopna, T., Shchurov, O. (2021). Smart-systema dystantsiynoho suprovodzhennia reabilitatsiynykh zakhodiv: formalna model, prohramna realizatsiia ta metodolohiia zastosuвання [Smart system of remote monitoring of rehabilitation measures: formal model, software implementation and application methodology]. *Ukrainskyi zhurnal fizychnoi i reabilitatsiynoi medytsyny – Ukrainian journal of physical and rehabilitation medicine*, 9(3-4), 85-94. <https://doi.org/10.54601/2523-479X.2021.9.3-4.11>. (in Ukrainian).
16. Doroshchuk, S. M., Gaidai, O. S., & Malinowska, N. M. (2021). Tsyfrova medytsyna – innovatsiia maibutnoho [Digital medicine is the innovation of the future]. *Medicine and health care in modern society: topical issues and current aspect*, 154-156. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-038-4-43>. (in Ukrainian).
17. Kobrina, N. Z. (2020). *Rozvytok profesiynoi osvity fakhivtsiv z medychnoi informatyky u Kanadi (druha polovyna KhKh – pochatok KhKhI stolittia) [Development of professional education of specialists in medical informatics in Canada (second half of the 20th - beginning of the 21st century)]*. Doctor of Diss. of philosophy, Lviv Polytechnic National University", Lviv. (in Ukrainian).

18. Korchynskyi, I. O., & Firman, N. A. (2022). Tsyfrova medytsyna: osoblyvosti ta problemy stanovlennia v Ukraini [Digital medicine: peculiarities and problems of development in Ukraine]. *Tsyfrova ekonomika ta ekonomichna bezpeka – Digital economy and economic security*, 1(01). <https://doi.org/10.32782/dees.1-16>. (in Ukrainian).
19. Palagin, O. V., Semikopna, T. V., Tchaikovsky, I. A., Sivak, O. V. (2020). Telereabilitatsiia: informatsiino-tekhnologichna pidtrymka ta dosvid vykorystannia [Telerehabilitation: information technology support and experience of use]. *Klinichna informatyka i teledytsyna – Clinical informatics and telemedicine*, 15(16), 35 – 44. <https://doi.org/10.31071/kit2020.16.15>. (in Ukrainian).
20. Semenikhina, O., Yurchenko, A., Rybalko, P., Shukatka, O., Kozlov, D., & Drushlyak, M. (2022). Preparation of future specialists in physical culture and sports for the use of digital health means in professional activity. *Information Technologies and Learning Tools*, 89(3), 33-47. <https://doi.org/10.33407/itlt.v89i3.4543>. (in Ukrainian).
21. Fainzilberg, L. S. (2020). Intel'ektualni zasoby tsyfrovoy medytsyny dlia domashnoho vykorystannia [Intelligent means of digital medicine for home use]. *Klinichna informatyka i teledytsyna – Clinical informatics and telemedicine*, 15(16), 45-54. <https://doi.org/10.31071/kit2020.16.03>. (in Ukrainian).
22. Yastrebov, M. M. (2017). *Vykorystannia veb-orientovanykh tekhnolohii u zdoroviazberezhuvnomu navchanni uchniv pochatkovykh klasiv* [The use of web-oriented technologies in health education of primary school students]. Diss. Ph.D. ped. of Sciences, Institute of Information Technologies and Learning Tools, Kyiv. (in Ukrainian).



Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
 Has been issued since 2013.

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.



p-ISSN 2413-1571
 e-ISSN 2413-158X

DOI: 10.31110/2413-1571
<https://fmo-journal.org/>

DOI 10.31110/2413-1571-2023-038-5-006

УДК 37.09:004.9

ВИКОРИСТАННЯ СЕРВІСІВ ВІДКРИТОЇ НАУКИ ДЛЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ, КОМБІНОВАНОЇ ТА СІМЕЙНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ У ЗЗСО

Аліса СУХІХ ✉

Інститут цифровізації освіти

Національної академії педагогічних наук України, Україна

alisam@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0001-8186-1715>

USING OPEN SCIENCE SERVICES TO IMPROVE DISTANCE, COMBINED AND FAMILY FORMS OF LEARNING IN GENERAL EDUCATION INSTITUTIONS

Alisa SUKHIKH ✉

Institute for Digitalisation of Education of the National Academy

of Educational Sciences of Ukraine, Ukraine

alisam@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0001-8186-1715>

АНОТАЦІЯ

У статті розглядається підхід до навчання, який забезпечує активну участь учнів у виборі навчальних матеріалів та ресурсів. Вчителі можуть створювати умови для індивідуального вибору навчальних матеріалів учнями, сприяючи їх інтересам у навчанні. Це підсилить особистісний підхід до навчання, де кожен учень матиме можливість обрати матеріали, що відповідають його інтересам і потребам.

Формулювання проблеми. Перехід до дистанційного, комбінованого, сімейного навчання став необхідним через обставини, пов'язані зі світовою пандемією COVID-19, а в подальшому й з веденням воєнного стану на території України. У зазначених умовах відкриті наукові ресурси стали невід'ємним складником удосконалення процесу навчання. Використання сервісів відкритої науки дозволить доступним і ефективним способом забезпечити додаткові можливості для здобуття освіти, незалежно від місцезнаходження учасників під час реалізації навчання за різними формами навчання.

Матеріали і методи. Використано теоретичні методи, включаючи аналіз науково-методичної та психолого-педагогічної літератури, проведення узагальнення вітчизняного та міжнародного досвіду, теоретичний аналіз, систематизацію та узагальнення наукових фактів і закономірностей.

Результати. Розглянуто передумови переходу, переваги та недоліки організації дистанційного, комбінованого та сімейного навчання. Запропоновано сервіси відкритої науки, що можуть бути використані вчителями та учнями для вивчення різних дисциплін, особливо в умовах обмеження традиційної форми навчання.

Висновки. У статті розглянуто сервіси відкритої науки та проаналізовано їх значущість для освітнього процесу. В контексті обмежень, пов'язаних з пандемією та політичними конфліктами, вони можуть стати цінним інструментом для вчителів та учнів. Використання сервісів відкритої науки сприятиме зростанню доступності й ефективності освіти, а також дозволить адаптувати освітній процес до сучасних вимог та викликів. Використання сервісів відкритої науки позиціонує освіту як менш обмежену географічною локацією, оскільки учасники можуть здобувати знання та навички у віддаленій формі навчання. Зазначені сервіси відкритої науки також виявляються корисними в організації дистанційного, комбінованого та сімейного навчання в закладах загальної середньої освіти. Вони сприяють розвитку принципів відкритої науки в освітньому контексті та надають учасникам нові можливості для навчання та вдосконалення.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: сервіси відкритої науки; ЗЗСО; дистанційне; змішане; сімейне навчання.

ABSTRACT

The article discusses an approach to learning that ensures the active participation of students in selecting educational materials and resources. Teachers can create conditions for students to choose learning materials individually, promoting their interest in learning. That will strengthen the personalized approach to learning, where each student can choose materials that meet their interests and needs.

Formulation of the problem. The transition to distance blended and family learning became necessary due to the circumstances associated with the global COVID-19 pandemic and, later, martial law imposition in Ukraine. Under these conditions, open scientific resources have become integral to improving the learning process. Open science services will provide additional opportunities for education in an accessible and effective way, regardless of the location of participants in the implementation of training in various forms of education.

Materials and methods. The article presents some results of the research carried out within the framework of the project "Cloud-based Open Science Systems in Teacher Education and Professional Development" (registration number 2020.02/0310) with the grant support of the National Research Foundation of Ukraine.

Results. The prerequisites for the transition and the advantages and disadvantages of organizing distance, combined, and family learning are considered. Open science services are proposed to be used by teachers and students to study various disciplines, especially in the context of the limitations of the traditional form of education.

Conclusions. The article discusses open science services and analyzes their importance for education. They can be a valuable tool for teachers and students in the context of restrictions related to the pandemic and political conflicts. The use of open scientific resources will increase the accessibility and effectiveness of education and allow the educational process to be adapted to modern requirements and challenges. Open science services position education as less limited by geographical location, as participants can acquire knowledge and skills in a remote form of learning. These open science services can also be helpful in organizing distance, blended, and family learning in general secondary education institutions. They promote the development of open science principles in the educational context and provide participants with new opportunities for learning and improvement.

KEYWORDS: Open science services; OSSE; distance; blended; family learning.

ВСТУП

Відкрита наука, як концепція, стає все більш важливою в сучасному освітньому середовищі, пропонуючи нові можливості для стимулювання цікавості учнів до наукових досліджень і залучення їх до активного процесу пошуку знань. У сучасному контексті, де навчання зазнало суттєвих змін через альтернативні традиційним форми навчання, використання

Для цитування:

Сухіх А. Використання сервісів відкритої науки для вдосконалення дистанційної, комбінованої та сімейної форм навчання у ЗЗСО. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 5. С. 39-45. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-5-006

Сухіх, А. (2023). Використання сервісів відкритої науки для вдосконалення дистанційної, комбінованої та сімейної форм навчання у ЗЗСО. *Фізико-математична освіта*, 38(5), 39-45. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-006>

For citation:

Sukhikh, A. (2023). Using open science services to improve distance, combined and family forms of learning in general education institutions. *Physical and Mathematical Education*, 38(5), 39-45. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-006>

Sukhikh, A. (2023). Vykorystannia servisiv vidkrytoi nauky dlia vdoskonalennia dystantsiinoi, kombinovanoi ta seiemoi form navchannia u ZZSO [Using open science services to improve distance, combined and family forms of learning in general education institutions]. *Fiziko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(5), 39-45. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-006>

сервісів відкритої науки набуло особливого значення для закладів загальної середньої освіти. В даному контексті відкрита наука має на меті забезпечити доступність і прозорість наукової інформації для вчителів та учнів, а також підтримку та співпрацю учнів із вченими. Завдяки відкритій науці, учні можуть брати участь у процесі шляхом проведення своїх власних досліджень. Використання принципів відкритої науки у закладах загальної середньої освіти також сприятиме розвитку критичного мислення учнів. Вони навчатимуться не лише приймати інформацію, але й аналізувати та оцінювати її достовірність. Такий підхід допоможе учням розвивати навички критичного мислення, які вони зможуть використовувати протягом життя. Отже, відкрита наука у закладах загальної середньої освіти є вагомим кроком у напрямку винесення навчання за межі заснованої системи знань. Вона сприяє розвитку активного та самостійного навчання учнів, а також підготовці молодого покоління до майбутніх наукових викликів. Зрештою, відкрита наука в закладах загальної середньої освіти створить сприятливу атмосферу для учнів, де вони зможуть розвивати свою цікавість та творчість у науковому процесі.

Дистанційне, комбіноване та сімейне навчання стали реалією через певні виклики, включаючи глобальну пандемію та політичні конфлікти, при цьому сервіси відкритої науки дали додаткові можливості здобувати знання навіть фізично не відвідуючи заклад освіти.

Постановка проблеми. Вплив світових криз та епідемій став визначальним при переході закладів освіти на дистанційний, комбінований та сімейний формати навчання. В Україні пандемія COVID-19 причинила масовий перехід закладів освіти на дистанційне/комбіноване навчання у кінці 2019 та протягом 2020 року, а вже з введенням воєнного стану у 2022 році зазначені форми навчання в українських закладах освіти стали основними з метою забезпечення безпеки здобувачів освіти, викладачів та інших учасників освітнього процесу. У зв'язку з вищезазначеними умовами в певних областях навчання почало відновлюватись спочатку в онлайн або комбінованому режимі, потім – офлайн.

Повністю навчання в Україні не зупинилося, тому що заклади освіти пристосувалися до нових реалій. Наразі в країні існують наступні форми навчання: очна, дистанційна, комбінована, екстернат, сімейна (домашня).

Мільйони людей, серед них діти й дорослі, змушені були залишити свої домівки, міста, а деякі навіть виїхали за межі країни. Тому, географічні обмеження для школярів, які проживають далеко від закладу освіти стали ще однією причиною переходу на дистанційне, комбіноване або сімейне навчання.

Учителі при цьому мали організувати освітній процес за допомогою дистанційних технологій навчання на основі різних способів доставки електронного контенту і доступних інструментів комунікації учнів та викладачів у електронному інформаційно-освітньому середовищі.

Саме використання хмаро орієнтованих відкритих наукових ресурсів дало додаткові можливості активізації позашкільного навчання та розвитку учнів у вищезазначених умовах. Відеуроки, інтерактивні завдання, віртуальні лабораторії, ігри та інші матеріали – це інструменти, що мають на меті забезпечити цікавий та результативний процес навчання. Використання сервісів відкритої науки для вдосконалення дистанційної, комбінованої та сімейної форми навчання може принести значний внесок у розвиток освіти. Враховуючи всі переваги та виклики, необхідно знаходити оптимальні шляхи реалізації удосконалення навчання, забезпечуючи доступність та якість освіти для всіх учасників освітнього процесу.

Аналіз актуальних досліджень. Поняття і характеристики хмаро орієнтованого навчального середовища ЗЗСО розглянуто в роботах українських вчених (Шишкіна & Попель, 2013; Литвинова, 2014-2016).

Етапи розвитку хмаро орієнтованих сервісів і систем відкритої науки проаналізовано, визначено й охарактеризовано в роботі «Розвиток хмаро орієнтованих сервісів і систем відкритої науки» (Носенко & Шишкіна, 2021), а також інтеграцію хмарних сервісів у навчання (Gutierrez-Carre et al., 2015).

Розглянуто сучасні тенденції та особливості розробки хмарних адаптивних систем навчання та підхід до їх впровадження для підготовки вчителів (Oleksiuk & Oleksiuk, 2020; Shyshkina & Marienko, 2019; Velychko et al., 2019; Marienko et al., 2020).

Проаналізовано умови та виклики організації дистанційного та комбінованого навчання закладах загальної середньої освіти (Кучеренко, 2018; Толочко 2021), зазначено психологічну складову організації освітнього процесу в умовах пандемії та воєнного стану (Кремень & Рибалка, 2021; Салюк, 2022).

Розкрито можливості участі шкіл у наукових дослідженнях через проекти громадянської науки, що базуються на участі у різних аспектах досліджень, таких як збір та аналіз даних, а іноді й ініціювання досліджень (Osnat Atias et al., 2023).

Мета статті. Дослідити актуальність використання сервісів відкритої науки під час дистанційної, змішаної та сімейної форм навчання.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення мети дослідження використані загальнонаукові методи. Перш за все, було проведено теоретичний аналіз науково-методичної та психолого-педагогічної літератури, що стосується проблем дослідження. Крім того, був проведений узагальнюючий огляд вітчизняного та міжнародного досвіду. В рамках цього методу також проведений теоретичний аналіз, систематизацію та узагальнення наукових фактів і закономірностей.

Представлено деякі результати дослідження, що виконується в рамках проекту «Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів» (реєстраційний номер 2020.02/0310) за рахунок грантової підтримки Національного фонду досліджень України.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Сучасний світ науки та освіти надає різноманітні можливості завдяки наявності сервісів відкритої науки та новаторським підходам до навчання. Учні можуть опанувати певні знання та навички, не обмежуючись територіально, завдяки віддаленим формам навчання.

Розглянемо загальні характеристики, переваги та перешкоди під час організації дистанційного, комбінованого та сімейного навчання в закладах загальної середньої освіти.

Дистанційне навчання – це освітній підхід, при якому навчальний процес відбувається на відстані, зазвичай за допомогою інтернету та інших технологій зв'язку. В рамках дистанційного навчання школярі можуть отримувати інструкції, матеріали та спілкуватися з учителями та однокласниками/однокласницями без необхідності фізично відвідувати заклад освіти. Цей підхід може бути організований різними способами, що включає електронні платформи для навчання, вебінари, онлайн-курси, відеолекції тощо.

З загальними принципами, інструментами організації дистанційного навчання можна ознайомитися в методичних рекомендаціях від МОН України (<https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/metodichni%20recomendazii/2020/metodichni%20recomendazii-dustanciyna%20osvita-2020.pdf>).

Суб'єкти освітньої діяльності отримують доступ до навчальних матеріалів (текстових документів, відео, презентацій, тестів, завдань та ін.), які розміщені на електронних платформах або викладені у глобальну мережу інтернет. Взаємодія між учасниками процесу відбувається в основному через онлайн платформи для навчання, електронну пошту, форуми, онлайн-чати, месенджери та інші засоби комунікації. Для якісної організації дистанційного навчання потрібен доступ до програмно-апаратних засобів та стабільне підключення до інтернету. Школярі та їх батьки можуть обирати заклади освіти, у яких впроваджена ця форма навчання.

Окрім зазначених особливостей існують й виклики дистанційного навчання. Освітній процес не обмежується лише передачею знань, а також включає формування соціальних навичок, розвиток спілкування та взаємодії з іншими людьми, побудову стосунків та засвоєння цінних норм та поведінкових стандартів. Заклади освіти займають важливе місце у соціалізації особистості, тому відсутність особистого спілкування та взаємодії з учителями та іншими учнями/ученицями може призводити до втрати соціального досвіду у певний період життя. Також, дане навчання потребує самодисципліни та організованості, що інколи важко реалізувати у зв'язку з віковими особливостями (наприклад, у школярів/школярок молодшого віку, що пов'язано з психологічними аспектами відповідного віку). Ще одним впливовим фактором є наявність цифрових засобів, програмного забезпечення та підключення до WI-FI та мобільного інтернету.

Хоча дистанційне навчання може мати свої переваги, але при цьому важливо забезпечувати належний рівень контролю дисципліни, соціальної взаємодії, спілкування в контексті освіти. Деякі освітні інститути намагаються зберегти цей аспект через використання онлайн-форумів, віртуальних групових проєктів та інших інтерактивних інструментів.

Комбіноване, а також в літературі використовуються позначення як змішане або гібридне навчання, може бути ефективним способом збалансування переваг традиційного та дистанційного навчання, забезпечуючи більш індивідуалізований та гнучкий підхід до освіти. Комбіноване навчання характеризується поєднанням в різних пропорціях офлайн та онлайн часу в залежності від віку та обставин школярів та школярок.

Комбіноване навчання дозволяє інколи мати гнучкий розклад, поєднуючи перебування в закладі освіти з онлайн-компонентами, дає змогу використовувати різноманітні методи та ресурси для навчання, спільної роботи самостійно та в групах, як у школі, так і під час онлайн навчання. Сприяє збільшенню взаємодії між здобувачами/здобувачками освіти та викладачами через обговорення, групові проєкти у мережі та під час очного уроку. Одним з головних аспектів організації комбінованого навчання – це зменшення навантаження на фізичний навчальний простір закладу освіти та забезпечення більш раціонального використання ресурсів.

Для успішного комбінованого навчання потрібен доступ до цифрових технологій, тому технічні ускладнення чи обмежений доступ до інтернету можуть стати перешкодою. Як і у випадку організації дистанційного навчання, змішаний формат вимагає самодисципліни учнів та учениць, також певним викликом може стати недостатність зворотного зв'язку від учителів та інколи низька мотивація, що пов'язана з онлайн-навчанням.

Важливим елементом ефективної організації є розробка системи оцінювання з врахуванням різного характеру викладання в офлайн та онлайн умовах. Необхідність стимулювання до активної діяльності учнів та учениць, як у закладі освіти, так і поза його межами.

Наприклад, обрання сімейної форми навчання в ЗЗСО – це доступний та зручний варіант для батьків та дітей, які не відвідують заклади освіти й віддають перевагу індивідуальному підходу у навчанні. Дане навчання дає змогу працювати над опрацюванням матеріалів власним темпом, враховуючи індивідуальні потреби та рівень володіння матеріалом.

Сімейна форма навчання (домашнє навчання) – це освітній підхід, при якому діти здобувають освіту вдома під керівництвом батьків або інших опікунів, замість відвідування традиційних шкіл. Цей підхід може бути обраний з різних причин, особливого поширення в українських закладах освіти він здобув, починаючи з 2022 року і також має свої переваги та виклики.

Під час зазначеного формату, діти отримують індивідуальний підхід до навчання, що дозволяє більш ефективно враховувати їхні особисті потреби, інтереси та темп навчання. Відрізняється гнучкістю у плануванні розкладу, графіку навчальних активностей. Завдяки сімейному навчанні є можливість уникати соціальних і фізичних ризиків, які можуть існувати у традиційних школах.

При цьому діти можуть втрачати можливості для соціальної взаємодії та спілкування з однолітками, що може вплинути на їхні соціальні навички. Велика відповідальність лягає на батьків та близьких, оскільки вони повинні мати достатні знання та навички, щоб надати якісну освіту своїм дітям. Навчання в домашніх умовах вимагає встановлення чіткої структури опрацювання завдань та дисципліни.

Сімейна форма навчання – це важливий варіант для батьків та дітей, які віддають перевагу більш індивідуальному підходу до освіти. Важливо планувати та забезпечити всі необхідні умови для успішного навчання в цьому форматі.

За даними Міністерства освіти і науки України для дітей, що перебувають за кордоном, передбачені наступні зміни (<https://mon.gov.ua/ua/news/novij-navchalnij-rik-vikliki-plani-rishennya>):

- нова освітня програма в українській школі (вивчають лише український компонент для уникнення подвійного навантаження, але збереження зв'язку з державою – 6-8 годин на тиждень);
- спрощена система перезарахування решти навчальних дисциплін;
- розроблена спеціальна навчальна програма «Global Ukraine»;
- нова форма навчання для дітей за кордоном лише у вибраних дистанційних школах в кожній області, а значить зменшення навантаження вчителів та класів там, де вони можуть працювати очно чи змішано.

Загалом дистанційне, комбіноване, сімейне форми навчання вимагають особливої підготовки викладацького складу, наявності програмно-апаратних засобів та стабільного підключення до інтернету усіх учасників освітнього процесу, а також підвищується роль участі батьків при зазначених формах організації освітнього процесу.

Для успішної реалізації вищезазначених форм навчання необхідною умовою є доступ до цифрових платформ та сервісів навчання та інструментів. Існують різного призначення платформи, а саме для створення, управління та використання матеріалів для навчання на віддаленій основі. Вибір конкретної платформи/інструменту залежить від потреб учителів під час виконання поставлених цілей. В нагоді можуть стати сервіси відкритої науки для навчання та викладання, які сприяють принципам відкритої науки в освітніх контекстах.

Використанню сервісів відкритої науки в закладах освіти присвячені роботи багатьох українських та закордонних вчених.

В роботі (Шишкіна, 2019) здійснено аналіз можливостей та обґрунтовано доцільність використання та впровадження хмарних сервісів опрацювання даних у діяльність науковця та підрозділу науково-дослідної або освітньої установи, окреслено перспективи та сучасні європейські тенденції використання хмарних сервісів у системах відкрито.

Опис методики використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів із наведенням складників відображено в роботі (Мар'єнко, 2021).

Також Україна у 2022 році приєдналася до країн ЄС, які мають затверджений план щодо відкритої науки, одним з результатів стане прискорення обігу наукової інформації та забезпечення доступу до актуальної наукової інформації без будь-якої дискримінації (<https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennia-natsionalnoho-planu-shchodo-vidkrytoi-nauky-892-081022>).

Однією з можливостей є Європейська Хмара Відкритих Наук (EOSC) – це ініціатива, яка створена для надання допомоги у впровадженні та розвитку відкритої науки в Європі. EOSC є ключовою частиною науково-дослідницької ініціативи та має на меті забезпечити відкритий, безперешкодний доступ до європейських наукових даних, результатів досліджень та ресурсів для всіх зацікавлених сторін, включаючи учителів та учнів. EOSC об'єднує різноманітні дослідницькі ресурси, включно з даними, послугами та інструментами, з різних доменів і сховищ, що робить їх легкодоступними та доступними для користувачів. EOSC сприяє міждисциплінарному співробітництву, об'єднуючи дослідників з різних дисциплін і надаючи платформу для обміну знаннями та співпраці. На платформі представлено понад 3 мільйони дослідницьких та інноваційних інструментів і послуг.



Рис. 1. Інтерфейс сторінки EOSC з розподілом ресурсів за науковим пошуком (переклад українською мовою) (<https://eosc-portal.eu/>)

Сервіси відкритої науки також дозволяють впроваджувати інтерактивні методи навчання. Вони створюють умови для співпраці учнів, викладачів і дослідників з різних країн та інституцій. Учні можуть взяти участь у проєктах, де будуть співпрацювати зі спеціалістами з усього світу, обмінюватися досвідом та розвивати креативні навички. Матеріали, які створюються для розміщення на сервісах відкритої науки, можуть бути легко доступними для всіх бажаючих. Це дозволяє вчителям з усього світу використовувати якісні навчальні матеріали без обмежень.

Удосконалення форм навчання через сервіси відкритої науки також допомагає відкрити нові можливості для дистанційного, змішаного та сімейного навчання. Учні можуть вивчати матеріали та отримувати знання, знаходячись

вдома або на робочих місцях. Це особливо актуально в сучасних умовах, коли велика частина освітнього процесу здійснюється в онлайн-форматі.

Учителі можуть пропонувати своїм учням обрати матеріали (уроки, курси, відео) для опанування за певними дисциплінами та темами на платформі, тим самим забезпечуючи зацікавленість до навчання завдяки наочній візуалізації. Також можна запропонувати подібні ресурси та надати можливість самостійного вибору, що передуватиме індивідуальному підходу до навчання, де учні можуть вибирати різноманітні ресурси та матеріали, які їх цікавлять найбільше. Завдяки цьому освітній процес ставатиме цікавішим, адже кожен учень може обирати навчальні матеріали, які відповідають його особистим інтересам та потребам. Додатково до того, наочна візуалізація матеріалів, таких як відеоуроки та інтерактивні симуляції, допоможуть учням краще розуміти складні концепції та запам'ятати інформацію. Цей підхід до навчання також спонукатиме розвиток самостійності та вільного вибору. Учні вчитимуться обирати матеріали, планувати свій навчальний процес та виконувати завдання самостійно, що сприятиме їхньому особистому розвитку та готовності до викликів сучасного світу.

Розглянемо платформи з відкритим доступом до навчальних матеріалів, які можуть бути рекомендовані учителями для додаткового використання учнями різної вікової категорії, що перебувають на сімейному навчанні, або проходять навчання дистанційно чи у комбінованому форматі.

Всеукраїнська школа онлайн (<https://lms.e-school.net.ua/>) – платформа для дистанційного та змішаного навчання учнів 5-11 класів та методичної підтримки вчителів. На платформі доступні відеоуроки, тести та навчальні матеріали для самостійної роботи з 18 ключових дисциплін. Завдання у представлених конспектах до уроків містять й елементи наукового пошуку, що сприяє розвитку критичного мислення та дослідницьких навичок учнів.

Khan Academy (<https://uk.khanacademy.org/>) – це платформа, яка пропонує навчальні відео, вправи та тести з математики, науки, історії та багатьох інших предметів для школярів, які допомагають учням опрацьовувати навчальний матеріал. Це дозволяє школярам отримати освітній контент.

National Geographic Kids (<https://kids.nationalgeographic.com/>) – це особлива лінія ресурсів, призначених для дітей та підлітків, які цікавляться природою, географією та дослідницькими пригодами. Сайт містить цікаві статті, розповіді та історії, які можуть надихнути дітей на дослідження світу, вивчення історії та пізнання культури й географічних особливостей різних країн. Ресурс акцентує увагу на важливості дбайливого ставлення до природи та довкілля, надихаючи молоде покоління берегти навколишнє середовище.

Google Arts & Culture (<https://artsandculture.google.com/>) – платформа, що дозволяє учням досліджувати мистецтво, культуру та історію через онлайн-виставки та інтерактивні експозиції. Платформа також використовує технологію доповненої реальності (AR), що дозволяє користувачам перетворити свої пристрої у віртуальні екскурсоводи та дослідницькі інструменти. Надається можливість вивчати культурну спадщину світу, незалежно від місця перебування учнів.

PhET Interactive Simulations (<https://phet.colorado.edu/>) пропонує інтерактивні симуляції з фізики, хімії, біології та інших наук, що допомагають учням краще зрозуміти складні наукові концепції шляхом власного дослідження. Інтерактивне моделювання PhET допомагає учням краще зрозуміти складні наукові концепції, експериментуючи та взаємодіючи з віртуальними моделями. Ця платформа є корисним інструментом для навчання науці та підвищення наукової грамотності.

Edera (<https://ed-era.com/course/for-students/>) – платформа з онлайн-навчання, яка пропонує до розгляду матеріали для школярів початкової, середньої або старшої школи. Основною метою курсів для школярів на edera є надання учням можливості вивчати предмети, що цікавлять їх найбільше, в форматі онлайн. Процес навчання на edera базується на інтерактивних уроках, відеоуроках, вирішенні завдань, а також тестуванні для оцінки рівня засвоєння матеріалу.

На сьогоднішній день існує розмаїття платформ з відкритим доступом до навчальних матеріалів, що є цінним ресурсом для вчителів та учнів різних вікових категорій. Вони дають можливість розширити знання та поглибити вивчення різних предметів. Доступ до відкритої науки може надихати учнів та вчителів на розробку нових інноваційних проєктів та досліджень.

Виділені сервіси відкритої науки відкривають нові можливості для удосконалення навчання. Вони роблять науковий контент більш доступним, підтримують інноваційні методи навчання та допомагають зробити освіту більш доступною для всіх бажаючих.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Розглядаючи сервіси відкритої науки, стає очевидним, що вони можуть стати цінним інструментом для вчителів та учнів, особливо в умовах обмежень, пов'язаних з пандемією та політичними конфліктами. Використання відкритих наукових ресурсів допоможе зробити освіту більш доступною та ефективною, а також дає можливість пристосувати навчання до сучасних вимог та викликів. Ці ресурси розширюють можливості навчання, надаючи доступ до багатьох інформаційних та освітніх матеріалів, які сприяють якісному засвоєнню знань з різних дисциплін. Дані можливості розширюють горизонти і дозволяють учням та вчителям здобувати знання та навички, не обмежуючись географічною локацією, завдяки віддаленій формі навчання.

Організація дистанційного, комбінованого та сімейного навчання в закладах загальної середньої освіти включає певні виклики, але сервіси відкритої науки для навчання та викладання можуть бути надзвичайно корисними, сприяючи розвитку принципів відкритої науки в освітньому контексті та надаючи учасникам нові можливості для навчання та вдосконалення.

Зазначені платформи з відкритим доступом до навчальних матеріалів та ресурси Європейської хмари науки можуть бути рекомендовані учителями для додаткового використання учнями різної вікової категорії, що перебувають на сімейному навчанні, або проходять навчання дистанційно чи у комбінованому форматі.

Залишається перспективним питання порівняльного аналізу використання сервісів відкритої науки під час запровадження віддалених форм навчання у різних країнах світу. Такий аналіз допоможе визначити кращі практики та способи використання цих сервісів для досягнення максимальних результатів в освітньому процесі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Литвинова, С.Г. (2016). Проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу, 354.
2. Мар'єнко, М. В. (2021). Методика використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів. *Фізико-математична освіта*, 29(3), 99–104. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-029-3-015>.
3. Мар'єнко, М., & Сухих, А. (2022). Організація навчального процесу у ЗЗСО засобами цифрових технологій під час воєнного стану. *Український Педагогічний журнал*, (2), 31–37. <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2022-2-31-37>.
4. Мар'єнко, М.В., & Шишкіна, М.П. (2020). Використання хмаро орієнтованих методичних систем у процесі підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методи навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*, 56, 121-134.
5. Носенко, Ю.Г., & Шишкіна, М. П. (2021). Розвиток хмаро орієнтованих сервісів і систем відкритої науки. *Освітній дискурс: збірник наукових праць*. 38 (11-12), 46-56. <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/36951>.
6. Попель, М.В., & Шишкіна, М.П. (2019). Використання хмаро орієнтованих сервісів опрацювання даних у системах відкритої науки. *Інформаційні технології в освіті*, 2, 7-18. http://nbuv.gov.ua/UJRN/itvo_2019_2_3.
7. Рибалка, В.В., & Кремень В.Г., (2020) Психологія і педагогіка у протидії пандемії COVID-19: Інтернет-посібник. Київ. http://aitdonntu.ucoz.ua/001_MedKab/internet_posibnik_zh_red_vg_kremenja_ukr_pdf_06.05.pdf.
8. Салюк, О. Д., (2022). Психологічна складова організації освітнього процесу в умовах воєнного стану. *Освітній процес в умовах воєнного стану в Україні : матеріали всеукраїнського науково-педагогічного підвищення кваліфікації*. Одеса. Видавничий дім «Гельветика», 504.
9. Толочко, С. В. (2021). Цифрова компетентність педагогів в умовах цифровізації закладів освіти та дистанційного навчання. *Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка*, 13(169), 28-35. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5077823>.
10. Gutiérrez-Carré on, G., Daradoumis, T., Jorba, J. (2015). Integrating Learning Services in the Cloud: An Approach that Benefits Both Systems and Learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 18 (1), 145–157.
11. Kali, Y., Sagy, O., Matuk, C., & Magnussen, R. (2023). School participation in citizen science (SPICES): substantiating a field of research and practice. *Instructional Science*. 1-8. <https://doi.org/10.1007/s11251-023-09638-4>.
12. Oleksiuk, V.P., Oleksiuk, O.R. (2020). Methodology of teaching cloud technologies to future computer science teachers. In: Kiv, A.E., Shyshkina, M.P. (eds.) *Proceedings of the 7th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2019)*. CEUR-WS.org
13. Marienko, M., Nosenko, Y., Sukhikh, A., Tataurov, V. and Shyshkina, M., (2020). Personalization of learning through adaptive technologies in the context of sustainable development of teachers' education. *E3s web of conferences*, 166. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016610015>.
14. Shyshkina, M. P., & Marienko, M. V. (2020). The use of the cloud services to support the math teachers training. *Proceedings of the 7th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2019)*. CEUR Workshop Proceedings. Vol. 2643. 690–704. <http://ceur-ws.org/Vol-2643/paper41.pdf>.
15. Velychko, V.Ye., Fedorenko, E.H., Kaidan, N. V., Soloviev, V.N., & Bondarenko, O.V. (2021) Support of the process of training mathematics teachers using cloud services. *Proceedings of the 8th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2020)*, 318-332.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Litvinova, S.G. (2016). Proektuvannia khmaro oriientovanoho navchalnoho seredovyscha zahalnoosvitnoho navchalnoho zakladu [Designing a cloud-based learning environment of a general educational institution], 354. (in Ukrainian).
2. Marienko, M. V. (2021). Methods of using cloud-oriented open science systems in the process of teacher teaching and professional development. *Physical and Mathematical Education*, 29(3), 99–104. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-029-3-015>. (in Ukrainian).
3. Marienko, M., & Sukhikh, A. (2022). Orhanizatsiia navchalnoho protsesu u ZZSO zasobamy tsyfrovykh tekhnolohii pid chas voiennoho stanu [Organization of the educational process in general secondary schools by means of digital technologies during martial law]. *Ukrainskyi Pedagogichnyi zhurnal – Ukrainian Pedagogical Journal*, 2, 31-37. <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2022-2-31-37>. (in Ukrainian).
4. Marienko, M.V., & Shyshkina, M.P. (2020). Vykorystannia khmaro oriientovanykh metodychnykh system u protsesi pidhotovky vchyteliv pryrodnycho-matematychnykh predmetiv do roboty v naukovomu litsei [The use of cloud-based methodological systems in the process of training teachers of natural and mathematical subjects to work in a scientific lyceum]. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia u pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problem – Modern information technologies and innovative teaching methods in the training of specialists: methodology, theory, experience, problems*, 56, 121-134. (in Ukrainian).
5. Nosenko, Y. G., & Shishkina, M. P. (2021). Rozvytok khmaro oriientovanykh servisiv i system vidkrytoi nauky [Development of cloud-oriented services and systems of open science]. *Osvitnii dyskurs: zbiryk naukovykh prats – Educational discourse: a collection of scientific papers*, 38 (11-12), 46-56. <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/36951>. (in Ukrainian).
6. Popel, M.V., & Shishkina, M.P. (2019). Vykorystannia khmaro oriientovanykh servisiv opratsiuvannia danykh u systemakh vidkrytoi nauky [The use of cloud-oriented data processing services in open science systems]. *Informatsiini tekhnolohii v osviti – Information technologies in education*, 2, 7-18. http://nbuv.gov.ua/UJRN/itvo_2019_2_3. (in Ukrainian).
7. Rybalka, V.V., & Kremen, V.G., (2020) Psykholohiia i pedahohika u protyidi pandemii COVID-19 [Psychology and pedagogy in countering the COVID-19 pandemic]. Kyiv. http://aitdonntu.ucoz.ua/001_MedKab/internet_posibnik_zh_red_vg_kremenja_ukr_pdf_06.05.pdf. (in Ukrainian).
8. Saluk, O.D., (2022). Psykholohichna skladova orhanizatsii osvitnoho protsesu v umovakh voiennoho stanu [Psychological component of the organization of the educational process under martial law]. *Osvitnii protses v umovakh voiennoho stanu v Ukraini – Educational process under martial law in Ukraine*. Odessa. Helvetica Publishing House, 504. (in Ukrainian).
9. Tolochko, S. V. (2021). Tsyfrova kompetentnist pedahohiv v umovakh tsyfrovizatsii zakladiv osvity ta dystantsiinoho navchannia [Digital competence of teachers in the context of digitalization of educational institutions and distance learning]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu «Chernihivskiy kolehium» imeni T. H. Shevchenka – Bulletin of the National University "Chernihiv Collegium" named after T. Shevchenko*, 13(169), 28-35. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5077823>. (in Ukrainian).
10. Gutiérrez-Carré on, G., Daradoumis, T., Jorba, J. (2015). Integrating Learning Services in the Cloud: An Approach that Benefits Both Systems and Learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 18 (1), 145–157.
11. Kali, Y., Sagy, O., Matuk, C., & Magnussen, R. (2023). School participation in citizen science (SPICES): substantiating a field of research and practice. *Instructional Science*. 1-8. <https://doi.org/10.1007/s11251-023-09638-4>.

12. Oleksiuk, V.P., Oleksiuk, O.R. (2020). Methodology of teaching cloud technologies to future computer science teachers. In: Kiv, A.E., Shyshkina, M.P. (eds.) *Proceedings of the 7th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2019)*. CEUR-WS.org
13. Marienko, M., Nosenko, Y., Sukhikh, A., Tataurov, V. and Shyshkina, M., (2020). Personalization of learning through adaptive technologies in the context of sustainable development of teachers' education. *E3s web of conferences*, 166. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016610015>.
14. Shyshkina, M. P., & Marienko, M. V. (2020). The use of the cloud services to support the math teachers training. *Proceedings of the 7th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2019)*. CEUR Workshop Proceedings. Vol. 2643. 690–704. <http://ceur-ws.org/Vol-2643/paper41.pdf>.
15. Velychko, V.Ye., Fedorenko, E.H., Kaidan, N. V., Soloviev, V.N., & Bondarenko, O.V. (2021) Support of the process of training mathematics teachers using cloud services. *Proceedings of the 8th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2020)*, 318-332.



Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
 Has been issued since 2013.
 Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Виходить з 2013.



p-ISSN 2413-1571
 e-ISSN 2413-158X

DOI: 10.31110/2413-1571
<https://fmo-journal.org/>

DOI 10.31110/2413-1571-2023-038-5-007

УДК 37.09:378:621.3:004.94

ПЕДАГОГІЧНА ФАСИЛІТАЦІЯ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ЗАСОБАМИ ПАКЕТУ MAPLE

Ярослав ЧКАНА

Сумський державний педагогічний університет
 імені А.С.Макаренка, Україна
 chkana_76@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0003-3667-3584>

Олена МАРТИНЕНКО

Сумський державний педагогічний університет
 імені А.С.Макаренка, Україна
 elenamartova21@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9149-8208>

Інна ШИШЕНКО✉

Сумський державний педагогічний університет
 імені А.С.Макаренка, Україна
 shiinna@ukr.net
<http://orcid.org/0000-0002-1026-5315>

Ольга УДОВИЧЕНКО

Сумський державний педагогічний університет
 імені А.С.Макаренка, Україна
 udovich_olga@fizmatsspu.sumy.ua
<https://orcid.org/0000-0002-3401-3251>

PEDAGOGICAL FACILITATION IN THE PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS USING THE MEANS OF THE MAPLE PACKAGE

Yaroslav CHKANA

Makarenko Sumy State Pedagogical University, Ukraine
 chkana_76@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0003-3667-3584>

Olena MARTYSENKO

Makarenko Sumy State Pedagogical University, Ukraine
 elenamartova21@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9149-8208>

Inna SHYSHENKO ✉

Makarenko Sumy State Pedagogical University, Ukraine
 shiinna@ukr.net
<http://orcid.org/0000-0002-1026-5315>

Olga UDovychenko

Makarenko Sumy State Pedagogical University, Ukraine
 udovich_olga@fizmatsspu.sumy.ua
<https://orcid.org/0000-0002-3401-3251>

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. У системі професійної освіти майбутніх педагогів йде поступове накопичення досвіду по впровадженню фасилітативного підходу в навчальний процес, проте, на наш погляд, у сучасних дослідженнях вітчизняних науковців цьому питанню приділено недостатньо уваги. Зокрема, вимагає вивчення й осмислення використання фасилітативних технологій при викладанні математичних дисциплін та розроблення їх методичного наповнення.

Матеріали і методи. Теоретичні: аналіз, систематизація та узагальнення педагогічних і психологічних досліджень щодо з'ясування змісту поняття «фасилітативний підхід»; моделювання для розробки моделі занять з математичного аналізу з використанням фасилітативного підходу в навчанні майбутніх учителів математики з використанням пакету MAPLE, SWOT-аналіз. Емпіричні: педагогічне спостереження за навчальним процесом, аналіз якості та успішності навчання. Дослідження проводилось на базі СумДПУ імені Макаренка протягом 2020-2023 років. У дослідженні брали участь групи студентів 2-4 курсів, майбутніх вчителів математики, які налічують 10-16 осіб. Дослідження проводилось протягом двох років у першій половині навчального року, коли студенти вивчали курс математичного аналізу.

Результати. Проведено SWOT-аналіз фасилітативних технологій. Представлено досвід використання фасилітативного підходу у навчанні майбутніх учителів математики при викладанні курсу математичного аналізу.

Висновки. Фасилітативний підхід забезпечує вибір та реалізацію індивідуальних освітніх траєкторій студентів, сприяє розвитку їх особистісних якостей. У підготовці вчителів математики однією з доречних технологій фасилітативного підходу є «Світове кафе».

ABSTRACT

Formulation of the problem. In the professional education system of future teachers, there is a gradual accumulation of experience in introducing a facilitative approach into the educational process; however, insufficient attention is paid to this issue in modern research of domestic scientists. In particular, it requires studying and understanding the use of facilitative technologies in teaching mathematical disciplines and the development of their methodological content.

Materials and methods. Theoretical: analysis, systematization, and generalization of pedagogical and psychological research on clarifying the meaning of the concept of "facilitative approach"; modeling for the development of a model of classes in mathematical analysis using a facilitative approach in the training of future teachers of mathematics using the MAPLE package, SWOT analysis. Empirical: pedagogical observation of the educational process, analysis of the quality and success of education. The study was conducted based on the Makarenko State University during 2020-2023. Groups of 10-16 students and future mathematics teachers participated in the study. The study was conducted over two years during the first half of the academic year when students were studying a course in mathematical analysis.

Results. A SWOT analysis of facilitative technologies was carried out. The experience of using the facilitative approach in teaching future mathematics teachers when teaching a course in mathematical analysis is presented.

Conclusions. The facilitative approach ensures the selection and implementation of individual educational trajectories of students and contributes to developing their personal qualities. In the training of mathematics teachers, one of the relevant technologies of the facilitative approach is the "World Café" and the use of the computing capabilities of mathematical information systems, particularly the MAPLE program. The described facilitative approach has confirmed their effectiveness, which

Для цитування:

Чкана Я., Мартиненко О., Шищенко І., Удовиченко О. Педагогічна фасилітація у професійній підготовці майбутніх учителів математики засобами пакету Maple. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 5. С. 46-52. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-5-007

Чкана, Я., Мартиненко, О., Шищенко, І., & Удовиченко, О. (2023). Педагогічна фасилітація у професійній підготовці майбутніх учителів математики засобами пакету Maple. *Фізико-математична освіта*, 38(5), 46-52. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-007>

For citation:

Chkana, Ya., Martynenko, O., Shyshenko, I., & Udovychenko, O. (2023). Pedagogical facilitation in the professional training of future mathematics teachers using the means of the Maple package. *Physical and Mathematical Education*, 38(5), 46-52. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-007>

Chkana, Ya., Martynenko, O., Shyshenko, I., & Udovychenko, O. (2023). Pedagogical facilitation in the professional training of future mathematics teachers using the means of the Maple package. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(5), 46-52. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-007>

✉ Corresponding author

© Ya. Chkana, O. Martynenko, I. Shyshenko, O. Udovychenko, 2023

а також використання обчислювальних можливостей інформаційних систем математичного спрямування, зокрема пакету MAPLE. Описані фасилітаційні технології підтвердили свою ефективність, чим створюють додаткові сприятливі умови для успішної підготовки майбутніх учителів математики.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: педагогічна фасилітація; професійна підготовка; майбутній учитель математики; пакет MAPLE; математичний аналіз.

creates additional favorable conditions for the successful training of future mathematics teachers.

KEYWORDS: pedagogical facilitation; professional training; future mathematics teacher; MAPLE package; mathematical analysis.

ВСТУП

Постановка проблеми. Освітня реформа в Україні направлена на гуманізацію освіти на засадах педагогіки партнерства (Концепція Нової української школи, 2017). У зв'язку з цим актуалізується питання відповідної підготовки педагогічних кадрів в системі вищої освіти. Вища освіта в Україні передбачає розв'язання проблем підготовки вчителя і може базуватися на суб'єктно-орієнтованому підході (learner-centered approach) з урахуванням індивідуальних особливостей кожного та розвитком умінь взаємодіяти в мультикультурному просторі (Borko et al., 2014; Koellner & Jacobs, 2015). Це актуалізує аналіз упровадження фасилітаційного підходу в навчання (Porova et al., 2018; Porova & Tsapko, 2020; Власюк, 2020). Зокрема, прослідковується важливість переосмислення фасилітаційних технологій в навчанні математики.

Аналіз актуальних досліджень. Ґрунтуючись на концепції К. Роджерса (Rogers, 1980), під педагогічною фасилітацією слід розуміти «особливий стиль суб'єкт-суб'єктної взаємодії, зумовлений, зокрема, особистісними якостями педагога-фасилітатора, який сприяє прояву особистісної активності всіх суб'єктів педагогічного процесу та забезпечує продуктивність навчання». Під фасилітаційним підходом у навчанні розуміють сукупність принципів діяльності фасилітатора і способів їх реалізації в освітній взаємодії через певні алгоритми та прийоми. Серед властивостей фасилітаційного підходу, пов'язаних зі змістовно-цільовими та структурними особливостями фасилітаційної взаємодії, виділяють їх суб'єктну спрямованість, недирективну інтерактивність, контекстність, динамічну багатозадачність (Jacobs et al., 2017; Lesseig et al., 2016).

Загальна схема реалізації фасилітаційного підходу у навчанні подана на рис. 1.



Рис 1. Етапи фасилітації у навчанні

Аналіз даної схеми показує, що реалізація фасилітаційного підходу має алгоритм, аналогічний до алгоритму розв'язування математичних задач. Цей аналіз зумовлює доцільність використання фасилітаційного підходу у процесі навчання майбутніх вчителів математики. Проблема застосування фасилітаційних підходів у навчанні майбутніх учителів, у тому числі математики, зумовлює пошук інноваційних підходів у вищій освіті, заснованих на новітніх технологіях навчання. З огляду на вищезазначене **метою статті** є представлення досвіду використання фасилітаційного підходу у навчанні майбутніх учителів математики при викладанні математичних дисциплін з використанням засобів математичного пакету MAPLE.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для вирішення сформульованих завдань у дослідженні використано комплекс взаємопов'язаних методів педагогічного дослідження:

– теоретичні: аналіз, систематизація та узагальнення педагогічних і психологічних досліджень щодо з'ясування змісту поняття «фасилітаційний підхід»; моделювання для розробки моделі занять з математичного аналізу з використанням фасилітаційного підходу в навчанні майбутніх учителів математики при викладанні математичних дисциплін з використанням математичного пакету MAPLE, SWOT-аналіз;

– емпіричні: педагогічне спостереження за навчальним процесом, аналіз якості та успішності навчання.

Дослідження проводилось на базі СумДПУ імені Макаренка протягом 2020-2023 років. У дослідженні брали участь групи студентів 2-4 курсів, майбутніх вчителів математики, які налічують 10-16 осіб. Дослідження проводилося протягом двох років у першій половині навчального року, коли студенти вивчали курс математичного аналізу.

Методологічною основою дослідження є розроблені у світовій гуманістичній філософії, психології та педагогіці уявлення про самоцінність особистості та невід'ємну потребу в постійному вдосконаленні, положення про єдність свідомості та діяльності, уявлення про взаємозв'язок педагогічної фасилітації з педагогічною діяльністю. і загальнолюдські цінності, сенс життя, любов, свобода, творчість, гідність, ідея цілісності особистості.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження ефективності використання фасилітаційного підходу при навчанні математичних дисциплін майбутніх учителів ми супроводжували SWOT-аналізом, результати якого подано на рис. 2.



Рис. 2. SWOT-аналіз ефективності використання фасилітативного підходу при навчанні математичних дисциплін майбутніх учителів математики

З метою з'ясування реального стану професійної підготовки майбутніх учителів математики у контексті нашого дослідження нами проводилися анкетування та опитування викладачів фундаментальних дисциплін спеціальності «Математика» педагогічних університетів. Як показують результати опитування, лише 18,7% викладачів використовують фасилітативні підходи на усіх видах занять, 28,6% указують, що не враховують положення цього підходу у своїй професійній діяльності, а 52,7% викладачів вказують, що частково використовують його лише під час проведення практичних а семінарських занять (рис.3); 54,8% студентів для кращого засвоєння матеріалу доводиться звертатися до додаткової літератури, ще 37,3% роблять це епізодично. Цікаво, що 52,2% опитаних використовують для цього інтернет-ресурси (ще 20,4% звертаються до них час від часу) (рис. 4).

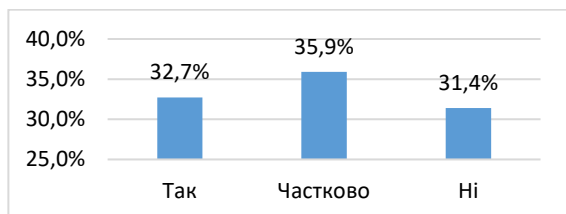


Рис. 3. Розподіл відповідей на запитання «Виклад навчального матеріалу у наявних підручниках і посібниках з інформатичних дисциплін Вас повністю задовольняє?»

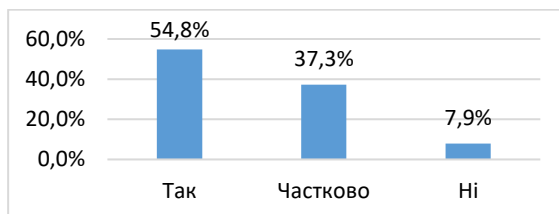


Рис. 4. Розподіл відповідей на запитання «Для упровадження фасилітативного підходу Вам доводиться звертатися до додаткової літератури?»

Таким чином, дані анкетування підтвердили потенційний запит викладачів ЗВО на дослідження можливостей педагогічної фасилітації у професійній підготовці майбутніх учителів математики.

Фасилітативний підхід до підготовки майбутнього вчителя математики може здійснюватися в групі чи мікрогрупах у процесі мовного спілкування кожного учасника групи чи окремих мікрогруп, учасники яких виконують спільне завдання. Серед найпопулярніших способів реалізації фасилітативного підходу можна виділити такі: «Коло (рада)», «Світлове кафе», «Мозковий штурм», «Метод номінальних груп», «Відкритий простір» тощо (Мірошніченко, 2021).

Метод «Коло» (Рада) передбачає, що стільці, розташовані по колу (так, щоб учасники могли бачити один одного), учасники передають предмет, щоб надати право голосу при обговоренні проблеми. Метод «Світлове кафе» передбачає наявності кількох столиків, за якими обговорюються різні теми. Кожна група має обрати одну особу, яка буде модерувати обговорення за столом і записуватиме все. Потім є кілька періодів обговорення. Після кожного модератори переходять за інші столи (або залишаються на місці та переміщують учасників) і відновлюють обговорення з новими учасниками, коротко пояснюючи попередні події. Тож усі групи мають можливість обговорити всі теми, не витрачаючи багато часу. Після обговорень модератори столу презентують роботу широкому загалу. Згодом плануються подальші кроки. Мозковий штурм передбачає: генерувати максимальну кількість варіантів без обмежень за короткий час; приймаються навіть фантастичні та абсурдні ідеї; немає критики чи оцінки запропонованих ідей; усі ідеї коротко формулюються та записуються; тільки після мозкового штурму можна вибрати ідеї. Метод іменних груп включає такі етапи роботи: генерація – запис ідей індивідуально мовчки; коло – діліться ідеями одну за одною або пропускайте, поки всі ідеї не будуть записані на фліпчарті чи дошці; уточнення – запитання для уточнення ідей (без критики), кластеризація; голосування – кожен учасник обирає три ідеї. Бали підраховуються шляхом додавання голосів. Відбираються ідеї, які набрали найбільшу кількість голосів.

Ще одним чинником успішної реалізації фасилітативного підходу у викладанні математичних дисциплін майбутніх учителів математики ми вважаємо використання обчислювальних можливостей інформаційних технологій (Das, 2019; Ропомарева, 2015). Аналіз роботи середовищ та реалії сучасної математичної підготовки показують доцільність вивчення можливостей використання кількох пакетів, але обмеженість навчального часу та фінансові затрати звужують коло тих СКМ, на які варто звернути увагу у закладі вищої освіти. Потужність символьних обчислень та графіки, широкий спектр команд, які підтримують розв'язання задач різних галузей математики зумовили вибір математичного середовища MAPLE (Semenikhina, 2014; Syahmarani et al., 2020). Пакет MAPLE, будучи по суті символьним процесором, забезпечує виконання обчислювальних операцій, має розвинений графічний інструментарій, а також засоби програмування. Він складається з ядра, в якому зосереджені програми виконання основних обчислювальних операцій, та бібліотек, котрі реалізують розширення можливостей пакету на ряд спеціальних задач і галузей. У комплект MAPLE входять також файли з достатньо розвинутою системою допомоги та великою кількістю інтерактивних прикладів, котрі можуть слугувати основою для побудови власних конструкцій користувача.

Опишемо досвід використання фасилітативного підходу у навчанні майбутніх учителів математики при викладанні курсу математичного аналізу. Курс «Математичний аналіз» студенти вивчають на першому та другому курсах педагогічних університетів, а на третьому та четвертому курсах використовують отримані знання для вивчення курсів комплексного аналізу, диференціальних рівнянь, рівнянь математичної фізики, спеціальних розділів математичного аналізу. Нами використано метод «Світлове кафе» при вивченні теми «Властивості рівномірно збіжних степеневих рядів». На початку заняття викладач оголошує тему та обґрунтовує її вибір для подальшого дослідження й обговорення. Студенти об'єднуються у групи, кожна з яких отримує своє завдання на знаходження суми степеневих рядів. Завдання для груп, залежно від рівня студентів, визначає викладач. Студенти з більш низьким рівнем навчальних можливостей, отримують завдання середнього рівня, а більш високим рівнем навчальних можливостей, мають завдання більш високого рівня складності. Вони протягом визначеного викладачем часу досліджують властивості запропонованого ряду та визначають метод для знаходження його суми, перевіряють результати за допомогою пакету MAPLE. Далі групи обмінюються умовами завдань без своїх напрацювань. Цей процес продовжується, поки кожна група не відпрацює всі завдання. Потім відбувається обговорення отриманих результатів з можливою, за потреби, дискусією. При цьому на кожному етапі важливими є педагогічна підтримка та супровід роботи студентів викладачем. Він керує самим процесом, але не тисне на студентів, втручається в дискусію за потреби. Якщо студенти не змогли запропонувати жодної ідеї, то викладач направляє їх роботу або розв'язує подібне завдання на дошці. У підсумку студенти повинні вибрати оптимальний варіант розв'язку кожного завдання. Під час розв'язування задач цієї теми у MAPLE варто пам'ятати, що задання будь-якої послідовності ототожнюється із заданням функції на множині натуральних чисел, тобто кожному натуральному n ставиться у відповідність деяке $f(n)$. Реалізація типових завдань не потребує, як правило, підключення додаткових пакетів. Для швидкого одержання відповіді інколи варто обмежувати обчислення на дійсній області. На кожному етапі діяльності студентів слід зважати на педагогічний супровід, який забезпечить оптимальний метод розв'язування кожного із завдань.

Нас також цікавило питання, як використання фасилітативного підходу при навчанні математичних дисциплін майбутніх учителів математики з підтримкою пакетом MAPLE впливає на ефективність навчання. Тому було організовано дослідження на базі СумДПУ імені А.С.Макаренка. У дослідженні брали участь групи студентів 2-4 курсів, майбутніх вчителів математики, які налічують 10-16 осіб. Дослідження проводилося протягом двох років у першій половині навчального року, коли студенти вивчали курс математичного аналізу з використанням технології «Світлове кафе» за підтримки пакетом Maple. При цьому ми порівнювали успішність цих студентських груп у першій половині навчального року з курсу математичного аналізу з їх же успішністю з курсу математичного аналізу, але за попередній семестр, коли навчання проводилося за традиційною лекційно-практичною системою.

Результати наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Результати експериментального навчання

Група студентів	Успішність студентів	
	за результатами звичайного навчання	за результатами експериментального навчання
2 курс (12 студентів)	48%	54%
3 курс (10 студентів)	53%	68%
4 курс (16 студентів)	56%	72%

Отримані результати свідчать про ефективність використання фасилітативного підходу в навчанні математичного аналізу.

ОБГОВОРЕННЯ

Наше дослідження має відношення до статті Jacobs J., Seago N., & Koellner K. (2017), яка описує дослідження відеоресурсів для вчителів математики (слайди PowerPoint, відеокліпи та стенограми, розклад уроків, завдання з математики та інші роздаткові матеріали, польове керівництво з геометричних перетворень, конгруенцій та подібностей, інтерактивні комп'ютерні програми, вбудовані бали та вичерпний посібник для фасилітатора). Ці ресурси призначені для підтримки фасилітаторів у підготовці до кожного заняття, обов'язково адаптуйте матеріали до унікальних груп учасників та контексту їх навчання та роботи. Дослідження показують, що таке подання інформації при навчанні математичної подібності на основі геометричних перетворень позитивно впливає на знання вчителів математики. Наше дослідження стосується викладання математичного аналізу, але ми отримали схожі результати. Використання фасилітативного підходу при навчанні математичних дисциплін майбутніх учителів математики з використанням MAPLE підтримує прагнення здобувачів вищої освіти до саморозвитку, самореалізації, самовдосконалення, сприяє розкриттю їх здібностей та пізнавальних можливостей, а тому забезпечує підвищення успішності з опанування курсу математичного аналізу. Важливим моментом успішного використання фасилітаційних технологій є володіння фундаментальними математичними знаннями з обраної теми, необхідними для практичного застосування. Тому ми вважаємо, що досвід використання фасилітативного підходу у навчанні майбутніх учителів математики при викладанні математичних дисциплін з використанням засобів математичного пакету MAPLE є позитивним і заслуговує на розповсюдження.

Наші дослідження також підтверджують, що педагогічна фасилітація спрямована на підвищення продуктивності навчання (навчання, виховання) та розвиток суб'єктів освітнього процесу через особливий стиль спілкування та особистості вчителя (Borko et al., 2014).

Враховуючи роботу (Jacobs et al., 2017; Lesseig et al., 2016), роль і значення педагогічної фасилітації у підготовці майбутнього вчителя математики полягає в тому, що цей вид професійно-педагогічної діяльності вчителя забезпечує педагогічну підтримку особистісного зростання та педагогічну підтримку її навчальних досягнень, актуалізує прагнення студентів до самоосвіти. ідентифікація, саморозвиток, самореалізація, самовдосконалення, сприяє реалізації індивідуальних особливостей під час вивчення математичних дисциплін (пізнавальних здібностей, творчості, внутрішніх намірів, нахилів, здібностей, талантів, прагнень).

Також наше дослідження може бути використано у підготовці вчителів, що посприяє результатам (Porova et al., 2018; Porova & Tsarko, 2020). Результатом професійної підготовки майбутнього вчителя до педагогічної фасилітації є відповідна підготовка, яка визначається як стійке інтегративне особистісне утворення, що включає професійні мотиви, цілі, загальні та професійні знання та вміння, особистісні якості майбутнього вчителя, що забезпечують продуктивну взаємодію зі студентами. та надання їм ефективної педагогічної підтримки. Наголошуємо, що ці ідеї реалізовано й у процесі професійної підготовки майбутніх учителів математики (Sacristán et al., 2020).

Наше дослідження також узгоджується з дослідженнями щодо застосування математичних пакетів у підготовці фахівців математики, інформатики та фізики (Fedorenko & Botuzova, 2020; Forgasz, 2006). Зазначено, що сучасна математична освіта майбутніх учителів математики пов'язана з оволодінням теоретичними засадами, методами та засобами інформатики як основи навчання математики, підвищує рівень професійної діяльності вчителя математики (Kissane et al., 2015; Santos-Trigo & Camacho-Machín, 2016).

ВИСНОВКИ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

У системі професійної освіти майбутніх педагогів йде поступове накопичення досвіду по впровадженню фасилітативного підходу в навчальний процес, проте, на наш погляд, у сучасних дослідженнях вітчизняних науковців цьому питанню приділено недостатньо уваги. Зокрема, вимагають осмислення результати використання фасилітативних технологій в навчанні математичних дисциплін. Фасилітативний підхід забезпечує вибір та реалізацію індивідуальних освітніх траєкторій студентів, сприяє розвитку їх особистісних якостей. У підготовці вчителів математики однією з доречних технологій фасилітативного підходу є «Світове кафе», а також використання обчислювальних можливостей інформаційних систем математичного спрямування, зокрема пакету MAPLE. Описані фасилітативні технології підтвердили свою ефективність, чим створюють додаткові сприятливі умови для успішної підготовки майбутніх учителів математики.

Проведений SWOT-аналіз підтверджує доцільність використання фасилітативного підходу в навчанні математичних дисциплін та при створенні сприятливих умов для підготовки майбутнього педагога-математика на заняттях з математичного аналізу, для підвищення мотиваційної складової освітньої діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Borko, H., Koellner, K., & Jacobs, J. (2014). Examining novice teacher leaders' facilitation of mathematics professional development. *Journal of Mathematical Behavior*, 33, 149–167.
2. Das, K. (2019). Role of ICT for Better Mathematics Teaching. *Shanlax International Journal of Education*, 7 (4), 9-28.
3. Fedorenko, O. H., & Botuzova, Yu. V. (2020). Experience of using ICT tools for teaching mathematical analysis of future teachers of mathematics. *Information Technologies and Teaching Aids*, 75 (1), 153–169. <https://doi.org/10.33407/itlt.v75i1.2530>
4. Forgasz, H. (2006). Teachers, equity, and computers for secondary mathematics learning. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 9, 437–469 <https://doi.org/10.1007/s10857-006-9014-8>
5. Jacobs, J., Seago, N., & Koellner, K. (2017). Preparing facilitators to use and adapt mathematics professional development materials productively. *International Journal of STEM Education*, 4, 30. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0089-9>
6. Kissane, B., McConney, A., & Ho, K.F. (2015). Review of the use of technology in Mathematics education and the related use of CAS calculators in external examinations and in post-school tertiary education settings. Perth, WA: School Curriculum and Standards Authority.

7. Koellner, K., & Jacobs, J. (2015). Distinguishing models of professional development: the case of an adaptive model's impact on teachers' knowledge, instruction, and student achievement. *Journal of Teacher Education*, 66(1), 51–67.
8. Lesseig, K., Elliott, R., Kazemi, E., Kelley-Petersen, M., Campbell, M., Mumme, J. & Carroll, C. (2016). Leader noticing of facilitation in video cases of mathematics professional development. *Journal of Mathematics Teacher Education*. URL : <http://link.springer.com/article/10.1007/s10857-016-9346-y/fulltext.html>
9. Semenikhina O. Development of Dynamic Visual Skills SKM MAPLE among Future Teachers. *European Journal of Contemporary Education*. 2014. Vol. 10, № 4. P. 265–272. http://ejournal1.com/journals_n/1417761453.pdf
10. Мірошніченко, Н. (2021). Використання Teams для організації співпраці онлайн на уроках математики. Дистанційне навчання: виклики, результати та перспективи: Порадник II. З досвіду роботи освітян міста Києва: навч.-метод. посіб., М.Ф. Войцехівського, С.В. Івашньої, О.Г. Фіданян (ред.), Київ, 269–271.
11. Концепція Нова українська школа (2017). URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainskashkola-compressed.pdf>.
12. Ponomareva, N. (2015). The use of mathematical packages for informatics training of future teachers of mathematics. *Theory and Methods of Learning Mathematics, Physics, Informatics*, 13(3), 160–169. <https://doi.org/10.55056/tmn.v13i3.998>
13. Popova, O., Kabanska, O., & Popov, V. (2018). The essence and technology of pedagogical forecasting of development of innovation processes in education. *Educational Studios: Theory and Practice*: monograph. Prague-Vienna: Premier Publishing. P. 273–279.
14. Popova, O.V., & Tsapko, A.M. (2020). Substantiation of the content of the stages of technology of preparation of future teachers for pedagogical facilitation in professional activity. *Pedagogical sciences*, 93, 117–122. <https://doi.org/10.32999/ksu2413-1865/2020-93-17>
15. Rogers, C. A. (1980). *Way of Being*. Boston: Houghton Mifflin.
16. Sacristán, A.I., Cortés-Zavala, J.C. & Ruiz-Arias, P.M. (Eds.). (2020). *Mathematics Education Across Cultures: Proceedings of the 42nd Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Mexico. Cinvestav / AMIUTEM / PME-NA. <https://doi.org/10.51272/pmena.42.2020>
17. Santos-Trigo, M., & Camacho-Machín, M. (2016). Digital Technologies and Mathematical Problem Solving: Redesigning Resources, Materials, and Extending Learning Environments. In K. Newton (Ed.), *Problem Solving: Strategies, Challenges, and Outcomes* (pp. 31–50). Hauppauge, New York: Nova Science Publishers, Inc.
18. Шевченко, К.О. (2014). Педагогічна фасилітація у контексті професійної компетентності вчителя. *Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В.О. Сухомлинського. Серія: Психологічні науки*, 13, 258–263.
19. Syahmarani, A., & Nasution Khairiah, P. (2020). Training in using Maple and GeoGebra software for mathematics teachers in the environment SMA Negeri 15 Medan. URL: https://www.researchgate.net/publication/345332246_Training_in_using_maple_and_geogebra_software_for_mathematics_teachers_in_the_environment_SMA_Negeri_15_Medan
20. Власюк, С.В. (2020). Педагогічна фасилітація як ефективний шлях реалізації гуманістичних засад педагогіки партнерства. URL: <https://conf.zippo.net.ua/?p=246>

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Borko, H., Koellner, K., & Jacobs, J. (2014). Examining novice teacher leaders' facilitation of mathematics professional development. *Journal of Mathematical Behavior*, 33, 149–167.
2. Das, K. (2019). Role of ICT for Better Mathematics Teaching. *Shanlax International Journal of Education*, 7 (4), 9–28.
3. Fedorenko, O. H., & Botuzova, Yu. V. (2020). Experience of using ICT tools for teaching mathematical analysis of future teachers of mathematics. *Information Technologies and Teaching Aids*, 75 (1), 153–169. <https://doi.org/10.33407/itit.v75i1.2530>.
4. Forgasz, H. (2006). Teachers, equity, and computers for secondary mathematics learning. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 9, 437–469 <https://doi.org/10.1007/s10857-006-9014-8>.
5. Jacobs, J., Seago, N., & Koellner, K. (2017). Preparing facilitators to use and adapt mathematics professional development materials productively. *International Journal of STEM Education*, 4, 30. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0089-9>.
6. Kissane, B., McConney, A., & Ho, K.F. (2015). Review of the use of technology in Mathematics education and the related use of CAS calculators in external examinations and in post school tertiary education settings. Perth, WA: School Curriculum and Standards Authority.
7. Koellner, K., & Jacobs, J. (2015). Distinguishing models of professional development: the case of an adaptive model's impact on teachers' knowledge, instruction, and student achievement. *Journal of Teacher Education*, 66(1), 51–67.
8. Lesseig, K., Elliott, R., Kazemi, E., Kelley-Petersen, M., Campbell, M., Mumme, J. & Carroll, C. (2016). Leader noticing of facilitation in videocases of mathematics professional development. *Journal of Mathematics Teacher Education*. URL : <http://link.springer.com/article/10.1007/s10857-016-9346-y/fulltext.html>
9. Semenikhina O. Development of Dynamic Visual Skills SKM MAPLE among Future Teachers. *European Journal of Contemporary Education*. 2014. Vol. 10, № 4. P. 265–272. http://ejournal1.com/journals_n/1417761453.pdf
10. Miroshnichenko, N. (2021). Vykorystannia Teams dlia orhanizatsii spivpratsi onlain na urokakh matematyky [Using Teams to organize collaboration online in math lessons]. Dystantsiine navchannia: vyklyky, rezultaty ta perspektyvy: Poradnyk II. Z dosvidu roboty osvityan mista Kyieva: navch.-metod. posib. [Distance Learning: Challenges, Outcomes and Prospects: Guide II. From the experience of educators of the city of Kiev: teaching method. Manual], M.F. Wojciechowski, S.V. Ivashneva, O.G. Fidanyan (ed.), Kyiv, 269–271. (in Ukrainian).
11. Kontseptsiiia Nova ukrainska shkola [New Ukrainian school concept]. (2017). Retrieved from: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainskashkola-compressed.pdf>. (in Ukrainian).
12. Ponomareva, N. (2015). The use of mathematical packages for informatics training of future teachers of mathematics. *Theory and Methods of Learning Mathematics, Physics, Informatics*, 13(3), 160–169. <https://doi.org/10.55056/tmn.v13i3.998>
13. Popova, O., Kabanska, O., & Popov, V. (2018). The essence and technology of pedagogical forecasting of development of innovation processes in education. *Educational Studios: Theory and Practice*: monograph. Prague-Vienna: Premier Publishing. P. 273–279.
14. Popova, O.V., & Tsapko, A.M. (2020). Substantiation of the content of the stages of technology of preparation of future teachers for pedagogical facilitation in professional activity. *Pedagogical sciences*, 93, 117–122. <https://doi.org/10.32999/ksu2413-1865/2020-93-17>
15. Rogers, C. A. (1980). *Way of Being*. Boston: Houghton Mifflin.
16. Sacristán, A.I., Cortés-Zavala, J.C. & Ruiz-Arias, P.M. (Eds.). (2020). *Mathematics Education Across Cultures: Proceedings of the 42nd Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Mexico. Cinvestav / AMIUTEM / PME-NA. <https://doi.org/10.51272/pmena.42.2020>
17. Santos-Trigo, M., & Camacho-Machín, M. (2016). Digital Technologies and Mathematical Problem Solving: Redesigning Resources, Materials, and Extending Learning Environments. In K. Newton (Ed.), *Problem Solving: Strategies, Challenges and Outcomes* (pp. 31–50). Hauppauge, New York: Nova Science Publishers, Inc.

18. Shevchenko, K. A. (2014). Pedahohichna fasylytatsiia u konteksti profesiinoi kompetentnosti vchytelia [Pedagogical facilitation in the context of teacher's professional competence]. *Naukovyi visnyk Mykolaivskoho natsionalnoho universytetu imeni V.O. Sukhomlynskoho. Serii: Psykholohichni nauky* [Scientific Bulletin of the Nikolaev National University named after V.O. Sukhomlinsky. Series: Psychological Sciences], 13, 258-263. (in Ukrainian).
19. Syahmarani, A., & Nasution Khairiah, P. (2020). Training in using Maple and GeoGebra software for mathematics teachers in the environment SMA Negeri 15 Medan. URL : https://www.researchgate.net/publication/345332246_Training_in_using_maple_and_geogebra_software_for_mathematics_teachers_in_the_environment_SMA_Negeri_15_Medan.
20. Vlasyuk, S.V. (2020). Pedahohichna fasylytatsiia yak efektyvnyi shliakh realizatsii humanistychnykh zasad pedahohiky partnerstva [Pedagogical facilitation as an effective way to implement the humanistic principles of partnership pedagogy]. URL: <https://conf.zippo.net.ua/?p=246>. (in Ukrainian).



Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
Has been issued since 2013.

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видатється з 2013.



p-ISSN 2413-1571
e-ISSN 2413-158X

DOI: 10.31110/2413-1571
<https://fmo-journal.org/>

DOI 10.31110/2413-1571-2023-038-5-008

УДК 370.1:8

ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИКЛАДАННІ ФІЗИКИ: АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПРАКТИК

DIGITAL TECHNOLOGIES IN TEACHING PHYSICS: AN ANALYSIS OF EXISTING PRACTICES

Артем ЮРЧЕНКО ✉

Сумський державний педагогічний університет
імені А.С. Макаренка, Україна
a.yurchenko@fizmatsspu.sumy.ua
<https://orcid.org/0000-0002-6770-186X>

Юрій ХВОРОСТИНА

Сумський державний педагогічний університет
імені А.С. Макаренка, Україна
y-y-y@fizmatsspu.sumy.ua
<https://orcid.org/0000-0002-8354-944X>

Володимир ШАМОНЯ

Сумський державний педагогічний університет
імені А.С. Макаренка, Україна
shamonawg@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-3201-4090>

Олена СЕМЕНІХІНА

Сумський державний педагогічний університет
імені А.С. Макаренка, Україна
e.semenikhina@fizmatsspu.sumy.ua
<https://orcid.org/0000-0002-3896-8151>

Artem YURCHENKO ✉

Makarenko Sumy State Pedagogical University, Ukraine
a.yurchenko@fizmatsspu.sumy.ua
<https://orcid.org/0000-0002-6770-186X>

Yurii KHVOROSTINA

Makarenko Sumy State Pedagogical University, Ukraine
y-y-y@fizmatsspu.sumy.ua
<https://orcid.org/0000-0002-8354-944X>

Volodymyr SHAMONIA

Makarenko Sumy State Pedagogical University, Ukraine
shamonawg@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-3201-4090>

Olena SEMENIKHINA

Makarenko Sumy State Pedagogical University, Ukraine
e.semenikhina@fizmatsspu.sumy.ua
<https://orcid.org/0000-0002-3896-8151>

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Вчителі в Україні через нестачу фінансування шкіл обладнанням для звичайних фізичних експериментів ведуть пошук альтернативних шляхів навчання фізики, серед яких – використання цифрових технологій і засобів. Методики їх використання не є усталеними. Ступінь їх впливу на результати навчання не є однозначним, тому доцільним бачиться аналіз наявних практик їх використання. Метою дослідження є характеристика стану впровадження цифрових технологій і засобів в навчання фізики, які презентуються у наукових публікаціях.

Матеріали і методи. Методика дослідження передбачала аналіз і систематизацію наукових публікацій для виявлення окремих освітніх трендів використання ЦТ в навчанні фізики, а також проведення опитувань та вивчення думок вчителів за допомогою бесід. В опитуванні брали участь учителі фізики та студенти (Сумська область, Україна). Загальна кількість респондентів 106 осіб.

Результати. За аналізом наукових публікацій виявлено наступні напрями використання цифрових технологій в навчанні фізики: використання цифрових засобів як інструментів дослідження фізичних процесів; використання застосунків для розв'язування фізичних задач; використання віртуальних і цифрових фізичних лабораторій; використання віртуальної і доповненої реальності в навчанні фізики; використання спеціалізованих середовищ для моделювання фізичних процесів. українські вчителі використовують цифрові технології в навчанні фізики, причому за контент-аналізом відзначаємо популярність використання саме віртуальних лабораторій для візуалізації симуляції фізичних процесів.

Висновки. Аналіз теоретичних напрацювань доводить поширення досвіду впровадження цифрових технологій у навчання фізики, проте практичний стан їх використання в Україні свідчить про поодинокі практики. Причинами є не лише слабка матеріально-технічна база, а і незнання шляхів використання ЦТ в навчанні фізики та неготовність працюючих учителів використовувати такі технології. Тому актуальним завданням університетів є випереджувальна підготовка вчителів фізики, які будуть обізнані з

ABSTRACT

Formulation of the problem. Teachers in Ukraine, due to the lack of funding for schools with equipment for conventional physical experiments, are looking for alternative ways to teach physics, including the use of digital technologies. The degree of their influence on learning outcomes is not unambiguous, so it is advisable to analyze the existing practices of their use. The study aims to characterize the state of the introduction of digital technologies and tools in teaching physics, which are presented in scientific publications and existing practices.

Materials and methods. The research methodology involved analyzing and systematizing scientific publications to identify individual educational trends in the use of DT in teaching physics, as well as conducting surveys and studying teachers' opinions through conversation. The survey involved physics teachers and students (Sumy region, Ukraine). The total number of respondents is 106 people.

Results. The following directions of using digital technologies in teaching physics have been identified: the use of digital tools as tools for studying physical processes; the use of applications for solving physical problems; the use of virtual and digital physics laboratories; use of virtual and augmented reality teaching physics; use of specialized environments for modeling physics processes.

Conclusions. The analysis of theoretical developments proves the spread of experience in introducing digital technologies in teaching physics, but the practical state of their use in Ukraine indicates isolated practices. The reasons are the weak material and technical base; the ignorance of how to use DT in teaching physics; the unwillingness of working teachers to use digital technologies. So, the urgent task of universities is the proactive training of physics teachers who will be familiar with various digital technologies and means of teaching physics and are ready to introduce effective methods of their use in their professional activities.

Для цитування:

Юрченко А., Хворостина Ю., Шамоня В., Семеніхіна О. Цифрові технології у викладанні фізики: аналіз існуючих практик. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 5. С. 53-59. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-5-008

Юрченко, А., Хворостина, Ю., Шамоня, В., & Семеніхіна, О. (2023). Цифрові технології у викладанні фізики: аналіз існуючих практик. *Фізико-математична освіта*, 38(5), 53-59. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-008>

For citation:

Yurchenko, A., Khvorostina, Yu., Shamon, V., & Semenikhina, O. (2023). Digital technologies in teaching physics: an analysis of existing practices. *Physical and Mathematical Education*, 38(5), 53-59. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-008>

Yurchenko, A., Khvorostina, Yu., Shamon, V., & Semenikhina, O. (2023). Tsyfrovі tehnolohii u vykladanni fizyky: analiz isnuuychkh praktyk [Digital technologies in teaching physics: an analysis of existing practices]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(5), 53-59. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-008>

✉ Corresponding author

© A. Yurchenko, Yu. Khvorostina, V. Shamon, O. Semenikhina, 2023

різними цифровими технологіями і засобами навчання фізики та готові впроваджувати ефективні методики їх використання у власній професійній діяльності.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: навчання фізики; цифрові технології в навчанні фізики; віртуальні фізичні лабораторії; комп'ютерні симуляції; вчитель фізики; професійна підготовка.

KEYWORDS: teaching physics; digital technologies in teaching physics; virtual physics laboratories; computer simulations; physics teacher.

ВСТУП

Розвиток ІТ вплинув на освітню галузь. Сьогодні є велика кількість програмних засобів предметного спрямування (математика, фізика, біологія тощо), покликаних полегшити сприйняття різних понять, явищ і процесів. Серед таких засобів окремою групою стоять засоби для підтримки навчання фізики, які спрощують розрахунки, фіксують дані і будують залежності, моделюють різні фізичні процеси тощо. Особливою групою стоять віртуальні фізичні лабораторії – комп'ютерні середовища, які дозволяють моделювати поведінку об'єктів реального світу в умовах, що наближені до реальних. В таких лабораторіях процеси вимірювання та обробки даних бере на себе комп'ютер, а завдання користувача – лише правильно налаштувати параметри дослідження та побачити наявні залежності.

Вчителі в Україні через нестачу фінансування шкіл обладнанням для звичайних фізичних експериментів ведуть пошук альтернативних шляхів навчання фізики, серед яких – використання цифрових технологій і засобів. Методики їх використання не є усталеними. Ступінь їх впливу на результати навчання не є однозначним, тому доцільним бачиться аналіз наявних практик їх використання.

Метою дослідження є характеристика стану впровадження цифрових технологій і засобів в навчання фізики, які презентуються у наукових публікаціях, та виявлення думок вчителів фізики та студентів, майбутніх учителів фізики, щодо можливості використання цифрових технологій у школі.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Методика дослідження передбачала аналіз і систематизацію наукових публікацій для виявлення окремих освітніх трендів використання ЦТ в навчанні фізики, а також проведення опитувань та вивчення думок вчителів за допомогою бесіди. В опитуванні брали участь учителі фізики та студенти (Сумська область, Україна). Загальна кількість респондентів 106 осіб.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналіз світових науково-методичних результатів використання цифрових технологій в навчанні фізики.

Для виявлення науково-методичних результатів з використання цифрових технологій в навчанні фізики нами проаналізовано наукові статті, які містяться в базах Scopus / Web of Science за останні 5 років і які присвячені використанню інформаційних технологій в навчанні фізики.

Ми виявили такі тренди.

Використання цифрових засобів як інструментів дослідження фізичних процесів. Так, у роботі (Milner-Bolotin et al., 2019) представлено досвід використання високошвидкісної відеокамери під час демонстраційних експериментів з фізики. Автори надають приклади експериментів, які використовуються у вступних курсах фізики і які можуть мати значення під час аналізу уповільненого відтворення знятого матеріалу. Стаття (Anni, 2021) присвячена використанню смартфона як портативної лабораторії для виконання різноманітних фізичних експериментів. Зокрема, описується кілька експериментів з визначення прискорення сили тяжіння g .

Використання спеціалізованих застосунків для розв'язування фізичних задач. У роботі (Education Alexis Media) аналізується застосунок «Physics Master» (<https://play.google.com/store/apps/details?id=co.alexis.gbbxs>), розробником якого є Education Alexis Media – інститут онлайн коучинга в Індії. Застосунок налічує різноманітні фізичні функції, може слугувати помічником під час розрахунку швидкості, прискорення та інших величин. Physics Master має функцію фізичного калькулятора, що допомагає при обчисленні задач різної складності, а також показує кроки для виконання задач. Даний мобільний застосунок налічує багато тем для вивчення та узагальнення теорії, серед них: фундаментальні величини, похідні величини, векторні та скалярні величини, вимірювання та похибки, основи кінематики, середня та миттєва швидкість, середнє та миттєве прискорення, рівномірний прискорений рух, закони динаміки та ін. Також застосунок містить онлайн курси з фізики, які допоможуть у розв'язуванні фізичних задач в режимі онлайн. У застосунку містяться записані відеолекції фізиків-практиків, типові тематичні завдання, онлайн-тести, дискусійні групи тощо. Застосунок «PhysicsMaster – Physics Calc» (https://play.google.com/store/apps/details?id=com.terracciano.physics_master), що представлений у статті (Terracciano, n.d.), дозволяє проводити розрахунки за вже відомими величинами, організовувати вікторини, які дають можливість вивчати фізику в ігровій формі.

Використання віртуальних і цифрових фізичних лабораторій. У статті (Mircik & Ahmet, 2018a) схарактеризовано розвиток різних типів віртуальних лабораторій в галузі фізики за останні 30 років. Метою дослідження є оцінка віртуальних лабораторій, які використовуються у викладанні фізики, з точки зору мети використання і методів навчання. Автори порівнюють особливості застосування різних фізичних лабораторій, зручність їх інтерфейсів, закладені інструменти, можливість адаптації таких програм до цільової аудиторії. Робота (Mircik & Ahmet, 2018b) є оглядовою і представляє результати контент-аналізу щодо вибору віртуальних фізичних лабораторій в навчанні фізики вчителями в залежності від теми, яка вивчається. В іншій публікації (Neglia & Lulluy-Nuñez, 2021) описується використання онлайн-платформ, на яких без будь-якого обладнання, лише з відповідним програмним і апаратним забезпеченням, можна проводити віртуальні фізичні експерименти. Автори пропонують використання віртуальних платформ для викладання курсу прикладної фізики на факультеті природничих наук та інженерії. Стаття (Erdogan & Bozkurt, 2022) описує результати дослідження ефективності навчання фізики за допомогою віртуальної лабораторії. На прикладі вивчення геометричної оптики

підтверджено ефективність віртуальних симуляцій для результатів навчання. При цьому не було зафіксовано істотної різниці у ставленні студентів до вивчення фізики.

Використання віртуальної і доповненої реальності навчанні фізики. Автори статті (Monahan et al., 2021), спираючись на імерсивні технології навчання, досліджують проблему викладання абстрактних тем фізики (зокрема, концепції сучасної фізики). Представлено результати навчання концепції Gravity Assist у віртуальному освітньому середовищі (Gravity Assist, також відомий як Gravitational Slingshot або Swing-By, — це метод прискорення або уповільнення космічних зондів шляхом обміну імпульсом із планетою). Ця тема вимагає від студентів навичок абстрактного багатовимірного мислення, яке формувалося у віртуальному середовищі. Окремо зауважимо, що як доповнену реальність можна сприймати дані, що генерують застосунки-датчики для вимірювання температури, відстані, прискорення, освітленості, рівня шуму, магнітних властивостей тощо (рис. 1).

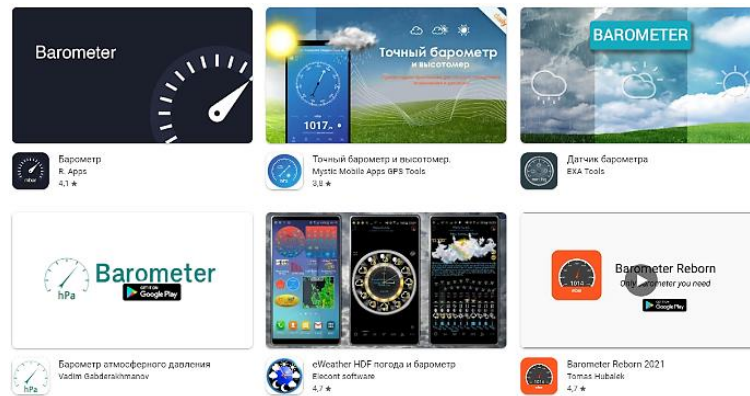


Рис. 1. Різноманітність застосунків-барометрів

Використання спеціалізованих середовищ для моделювання фізичних процесів. У роботі (Pucholt, 2021) досліджено метод комп'ютерного моделювання як метод навчання. Автори доводять, що це повноцінний метод навчання фізики. У статті (Jancheski, 2019) автор демонструє, як можна ефективно використовувати середовище GeoGebra (<https://www.geogebra.org/>) для створення анімації і моделювання при вивченні фізики. Автор презентує декілька прикладів цифрових навчальних матеріалів: анімацію, симуляції та комп'ютерні ігри, які можуть допомогти зрозуміти терміни, явища та процеси, а також покращити засвоєння знань та вмінь у кількох галузях фізики, включаючи рухи, динаміку, електричні кола та гойдалки. Дослідження підкреслює зв'язок між цими цифровими навчальними матеріалами та теорією фізики.

Отже, за аналізом наукових публікацій виявлено наступні напрями використання цифрових технологій в навчанні фізики:

- використання цифрових засобів як інструментів дослідження фізичних процесів;
- використання застосунків для розв'язування фізичних задач;
- використання віртуальних і цифрових фізичних лабораторій;
- використання віртуальної і доповненої реальності навчанні фізики;
- використання спеціалізованих середовищ для моделювання фізичних процесів.

Аналіз українських науково-методичних праць щодо використання цифрових технологій в навчанні фізики.

Аналіз українського наукового простору з методики навчання фізики в школі підтвердив наведені напрями використання цифрових технологій в навчанні фізики. Зокрема, для підготовки до зовнішнього незалежного оцінювання з фізики *в роботі* (BbytesLab, n.d.) пропонується мобільний застосунок фізичного спрямування «*Фізичні формули. Фізика*» (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ua.physics>) розроблений групою українських фахівців BbytesLab). Застосунок включає в себе основні формули і таблиці з українського шкільного курсу фізики (7-11 клас) і може працювати без доступу до інтернет.

Автори статті (Колесникова et al., 2019) пропонують використовувати Lab4Physics (<https://lab4u.co/en/lab-in-your-rocket/lab4physics/>) для проведення навчального фізичного експерименту. Lab4Physics — це програма, яка поряд із закладеними в програму вимірювальними датчиками дозволяє використовувати девайс студента як лабораторний інструмент. Автори стверджують, що завдяки цьому можна проводити значну кількість експериментів без спеціального фізичного обладнання. Щоб провести експеримент, необхідно обрати і запустити потрібний віртуальний інструмент та навести смартфон на об'єкт, параметри якого вимірюються. Автори відзначають, що до переваг використання мобільних пристроїв та застосунків на уроках в школі можна віднести: мобільність, доступність, компактність, швидкість.

У роботі (Юрченко, 2015) описано склад та сфери використання поширеної у світі цифрової лабораторії «Einstein» (<https://rozumniki.com/catalog/tovary/tsyfrova-bezdrotova-laboratoriya-einstein-labmate/einstein/komplekt-laboratornyy/tsifroviy-vimiryvalniy-kompleks-einstein-fizika-nabir-dlya-uchnya/>), яка передбачає використання різних цифрових датчиків, за допомогою яких можна проводити широкий спектр досліджень, демонстраційних і лабораторних робіт з фізики.

У статті (Ситніков, 2018) описується створення комп'ютерної лабораторії для використання складних (наприклад, осцилограф) або небезпечних приладів (як варіант ядерний реактор), що необхідні при вивченні курсу фізики. Лабораторні роботи програмуються (Object Pascal). Автор демонструє приклад моделювання лабораторної установки «Дослідження явища електромагнітної індукції» і зазначає, що важливо з уніями перевіряти моделі на адекватність — порівнювати результати роботи програми з експериментальними даними.

Узагальнення науково-методичних результатів свідчить про активне використання спеціалізованих середовищ для унаочнення фізичних експериментів, їх симуляції. Так, про використання інтерактивного імітатора фізичних процесів STEP (<https://userbase.kde.org/Step/uk>) зазначено у роботі (Ковальов та ін., 2021). Автори описують методику його використання при вивченні пружного маятника, математичного маятника, резонансу, механічної хвилі, броунівського руху та підтверджують її ефективність результатами педагогічного експерименту. У статті (Shamonia et al., 2019) розглянуто середовище Proteus (<https://www.labcenter.com/>), яке використовується для моделювання фізичних процесів на мікрорівні. Автори зазначають, що Proteus – це потужна система автоматизованого проектування, де передбачена можливість моделювання аналогових і цифрових пристроїв та симуляції їх роботи для виявлення помилок проектування і трасування. Публікація (Shamonia et al., 2020) торкається проблеми використання комп'ютерного середовища Proteus як засобу віртуальної реальності для візуалізації роботи окремих елементів інформаційної системи. У роботі підтверджується доцільність її використання у підготовці ІТ-фахівців.

Окремо відзначимо популярність ресурсу PhET (<https://phet.colorado.edu/>), де представлено online-лабораторії для навчання фізики (PhET Interactive Simulations, n.d.), які візуалізують багато фізичних експериментів, законів, залежностей. Наведемо кілька прикладів online-лабораторій ресурсу PhET:

– лабораторна робота з теми «Визначення фокусної відстані та оптичної сили тонкої лінзи» (рис. 2) (https://phet.colorado.edu/sims/html/geometric-optics/latest/geometric-optics_uk.html). Студенти можуть дослідити лінзи та особливості їх дії, проаналізувати формулу тонкої лінзи, самостійно встановити залежності між об'єктом та його образом під дією лінзи, визначити оптичну силу лінзи;

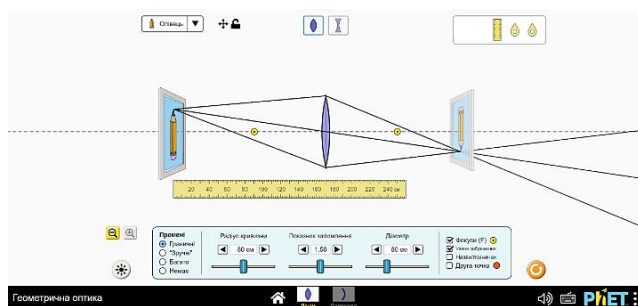


Рис. 2. Інтерактивна симуляція лабораторії PhET «Геометрична оптика»

– лабораторна робота з теми «Закони рівноваги» (https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-act/latest/balancing-act_uk.html). Студенти можуть дослідним шляхом перевірити, яким має бути співвідношення сил і їхніх плечей, щоб важіль перебував у рівновазі. Симуляція допомагає студентам самостійно порівняти відношення сил, що діють на важіль, і відношення його плечей, сформулювати умову рівноваги важеля та проаналізувати, які чинники впливають на точність вимірювань (рис. 3);

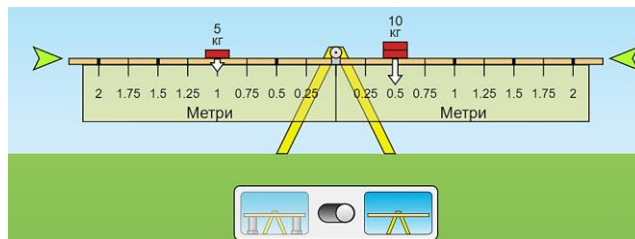


Рис. 3. Інтерактивна симуляція лабораторії PhET «Балансування»

– лабораторна робота з теми «Закони Бойля–Маріотта, Гей-Люссака та Шарля для різних термодинамічних станів газу» (https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_uk.html). Учні експериментально досліджують ізотермічний, ізобарний та ізохорний процеси. Налаштовуючи різні параметри симуляції для кожного термодинамічного стану газу в резервуарі, студенти спостерігають за зміною концентрації молекул газу та обчислюють необхідні фізичні величини (рис. 4).

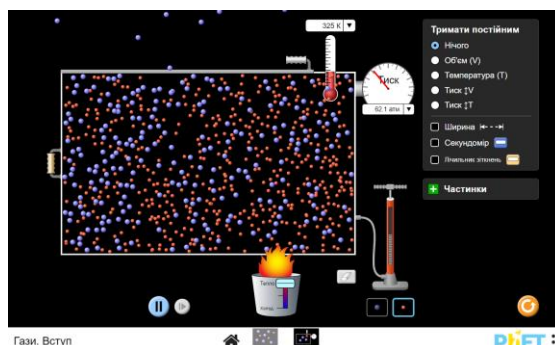


Рис. 4. Інтерактивна симуляція лабораторії PhET «Гази»

Отже, аналіз науково-методичних публікацій засвідчує, що українські вчителі використовують цифрові технології в навчанні фізики, причому за контент-аналізом відзначаємо популярність використання саме віртуальних лабораторій для візуалізації\симуляції фізичних процесів.

Українські практики використання цифрових технологій в навчанні фізики. Опитування

Нами досліджувалося питання використання цифрових технологій в навчанні фізики на практиці. В опитуванні (табл. 1) брали участь вчителі фізики Сумської області та студенти Сумського державного педагогічного університету імені А.С.Макаренка, які навчаються за спеціальністю «Середня освіта. Фізика» (рівень вищої освіти бакалавр і магістр).

Загальна кількість респондентів 106 осіб: 62 вчителі фізики та 44 студенти.

Оскільки нами зафіксовано п'ять напрямів використання цифрових технологій в навчанні фізики, і нас цікавила думка вчителів і студентів за кожним із напрямів, то ми пропонували респондентам такі запитання:

- 1) Чи знаєте ви про даний напрям використання цифрових технологій\ засобів у навчанні фізики?
- 2) Чи маєте ви власний досвід використання даного напрямку цифрових технологій у навчанні фізики?
- 3) За результатами набутого досвіду чи хочете ви надалі використовувати цифрові технології у навчанні фізики?
- 4) Чи бажаєте ви поглибити знання та вміння використовувати певний напрям цифрових технологій у навчанні фізики?
- 5) Які із зазначених напрямів ви вважаєте найбільш ефективними в навчанні фізики (2 позиції)?

Анкета мала вигляд таблиці (за видом таблиці 1), де рядки - це напрями використання ЦТ, а стовпчики – це номери запитань. Респонденти повинні були поставити позначки там, де вони відповідь вважали позитивною. Останній стовпчик передбачав лише дві позначки.

Узагальнені результати подано у таблиці 1 (загалом вчителів -62(100%), студентів 44 (100%)).

Таблиця 1

Результати опитування

Запитання	Запитання №1		Запитання №2		Запитання №3		Запитання №4		Запитання №5	
	вчителі	студенти	вчителі	студенти	вчителі	студенти	вчителі	студенти	вчителі	студенти
Напрямок використання ЦТ										
Використання цифрових засобів як інструментів дослідження фізичних процесів	37%	43%	13%	25%	13%	25%	82%	100%	85%	95%
Використання застосунків для розв'язування фізичних задач	13%	16%	2%	11%	1%	11%	45%	62%	11%	25%
Використання віртуальних і цифрових фізичних лабораторій	8%	66%	2%	50%	2%	46%	73%	100%	76%	86%
Використання віртуальної і доповненої реальності в навчанні фізики	5%	14%	0%	2%	0%	2%	31%	68%	29%	25%
Використання спеціалізованих середовищ для моделювання фізичних процесів	13%	45%	5%	43%	5%	39%	42%	61%	40%	45%

Прокоментуємо одержані результати.

На запитання 1 «Чи знаєте ви про даний напрям використання цифрових технологій\ засобів у навчанні фізики?» маємо ситуацію, що в цілому студенти більше, ніж вчителі обізнані із використанням цифрових технологій в навчанні фізики. Пояснюємо це тим, що сьогоднішня освітня програма підготовки вчителів фізики обов'язково передбачає ознайомлення зі спеціалізованим програмним забезпеченням в галузі фізики. Вчителі фізики у більшості випадків дізнаються про такі технології завдяки курсам підвищення кваліфікації або ж за рахунок самоосвіти, що не гарантує знання про всі наявні шляхи використання цифрових технологій в навчанні фізики. Під час живого спілкування з учителями виявлено, що саме при переході на дистанційне навчання уявлення вчителів про спектр цифрових технологій і засобів навчання фізики розширився.

На запитання 2 «Чи маєте ви власний досвід використання даного напрямку цифрових технологій у навчанні фізики?» знову маємо ситуацію, коли студенти дають більше позитивних відповідей, ніж вчителі. Пояснюємо це тим, що студенти вже мають досвід вивчення ЦТ, а також досвід виробничої практики, де вони впроваджували такі технології в навчання фізики. Під час особистого спілкування з учителями виявлено, що використання ЦТ на базі шкіл досить обмежена: інтернет є не скрізь, доступ до комп'ютерних класів є не завжди, не всі учні та вчителі мають смартфони, де встановлено спеціалізоване ПЗ. Тому вони відзначають недостатність досвіду. Застосунки для розв'язування фізичних задач як засіб навчання вчителі не сприймають (вони вважають, що учні повинні самостійно розв'язувати фізичні задачі). Такі застосунки використовуються в основному задля самоперевірки. Про віртуальні та цифрові фізичні лабораторії вчителі знають мало на відміну від студентів, які з ними знайомляться в університеті. Використання віртуальної і доповненої реальності в навчанні фізики – нове для усіх. Вчителі такі засоби не використовують, а студенти мають поодинокий досвід використання лише доповненої реальності. Учителі вважають, що використовувати спеціалізовані середовища для моделювання фізичних процесів не раціонально, оскільки це потребує багато додаткового часу на опанування засобу учнями (краще цей час витратити на розв'язування задач).

Відповіді на запитання 3 «За результатами набутого досвіду чи хочете ви надалі використовувати цифрові технології у навчанні фізики?» свідчать: той, хто мав досвід використання ЦТ в навчанні фізики, той точно буде їх використовувати і надалі. Під час спілкування вчителі зазначали, що це «цікавий досвід», «учням сподобалося». Водночас ми виявили, що є деяка упередженість вчителів щодо використання віртуальних фізичних лабораторій для навчання фізики: відсутній доступ до комп'ютерів або до мережі Інтернет у потрібний час; незрозуміла мова інтерфейсу, неможливість встановлення програми на певну операційну систему; неможливість встановлення програм на телефони та ін.

На запитання 4 «Чи бажаєте ви поглибити знання та вміння використовувати певний напрям цифрових технологій у навчанні фізики?» ми зафіксували значні відсотки для студентів (від 62% до 100% залежно від напрямку) та менші для вчителів (від 31% до 82% залежно від засобу). Виявилося, що коли вчителі усвідомлюють доступність певного виду ЦТ та уявляють їх використання в реаліях власної професійної діяльності, то вони мають бажання навчатися використовувати даний напрям ЦТ. Але після знайомства з особливостями проведення віртуального фізичного експерименту вони зазначали, що «він не може повною мірою замінити реальний, де можливо вручну скласти електричні схеми чи розташувати певним чином прилади для демонстрації певних фізичних явищ».

На запитання 5 «Які із зазначених напрямів ви вважаєте найбільш ефективними в навчанні фізики (зазначте 2 позиції)?» зафіксовано однотайність думок вчителів і студентів на користь першого (використання різних цифрових засобів як інструментів дослідження фізичних процесів) і третього (використання віртуальних і цифрових фізичних лабораторій) напрямів. Перший обрано з огляду на те, що кожен учитель фізики напевно залучатиме власні цифрові інструменти та інструменти студентів, щоб підтвердити чи спростувати якісь гіпотези за умови, якщо знатиме як його застосувати. Третій напрям обрано через якісну візуалізацію процесів і можливість організувати самостійне вивчення певних тем фізики. Учителі зазначають, що віртуальний експеримент дозволяє: здійснити певні дослідження, які не можна відтворити у реальному житті; багато разів повторити дослідження, змінюючи при цьому параметри; заощадити навчальний час на організацію реального фізичного експерименту; забезпечити зручність та безпеку при проведенні вимірювань; випробувати модель у різних, у т.ч. граничних випадках, які в реальності можуть призвести до екстремальних ситуацій.

ВИСНОВКИ

Використання цифрових технологій у навчанні фізики є затребуваним не лише через потребу дистанційної освіти, а й через розвиток технологій і засобів, появу імерсивних технологій навчання, наявність мобільних засобів, які здатні накопичувати і опрацьовувати емпіричні дані для усвідомлення залежностей фізичного світу.

Аналіз теоретичних напрацювань доводить поширення досвіду впровадження цифрових технологій у навчання фізики, проте практичний стан їх використання в Україні свідчить про поодинокі практики. Причинами є не лише слабка матеріально-технічна база, а і незнання шляхів використання ЦТ в навчанні фізики та неготовність працюючих учителів використовувати такі технології. Тому актуальним завданням університетів є випереджувальна підготовка вчителів фізики, які будуть обізнані з різними цифровими технологіями і засобами навчання фізики та готові впроваджувати ефективні методики їх використання у власній професійній діяльності.

У майбутньому планується розробити спецкурс, покликаний сформувати уявлення вчителів фізики про наявні цифрові технології і засоби, які вже використовуються для навчання фізики, та розвинути навички їх впровадження в освітню практику.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Anni, M. (2021). Quantitative Comparison between the Smartphone Based Experiments for the Gravity Acceleration Measurement at Home. *Education Sciences*, 11(9), 493. <https://doi.org/10.3390/educsci11090493>.
- BbytesLab (n.d.). *Application in Google Play - Physical formulas. Physics*. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ua.physics>.
- Education Alexis Media (n.d.). *Application on Google Play - Physics Masters*. URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=co.alexis.gbbxs>.
- Erdogan, S., & Bozkurt, E. (2022). The effect of virtual laboratory applications prepared for Geometrical Optics Lesson on students' achievement levels and attitudes towards Physics. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 12(2), 226-234. <https://doi.org/10.47750/pegog.12.02.22>.
- Jancheski, M. (2019). GeoGebra animations, simulations and computer games in teaching and learning physics. *INTED2019 Proceedings*, 7613-7623. <https://doi.org/10.21125/inted.2019.1865>.
- Milner-Bolotin, M., Aminov, O., Wasserman, W., & Milner, V. (2019). Pushing the boundaries of science demonstrations using modern technology. *Canadian Journal of Physics*, 98(6), 571-578. <https://doi.org/10.1139/cjp-2019-0423>.
- Mircik, O. K., & Ahmet, Z. S. (2018a). Evaluation of research related to virtual physics laboratory applications. *Canadian Journal of Physics*, 96(7), 740-744. <https://doi.org/10.1139/cjp-2017-0747>.
- Mircik, O. K., & Ahmet, Z. S. (2018b). Virtual laboratory applications in physics teaching. *Canadian Journal of Physics*, 96(7), 745-750. <https://doi.org/10.1139/cjp-2017-0748>.
- Monahan, G., Cossoul, M., Harris, S., Humer, I., Guetl, C., & Eckhardt, C. (2021). Gravity Assist: An Immersive and Interactive Visualization, 2021 *International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, Tartu, Estonia, 401-405. <https://doi.org/10.1109/ICALT52272.2021.00128>.
- Neglia, L. F., & Llulluy-Nuñez, D. (2021). Use of Virtual Platforms for the Experiences of the Course of Applied Physics to Engineering II at the Universidad de Ciencias y Humanidades Lima – Peru, 2021 *IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE)*, Guatemala City, Guatemala, 1-4. <https://doi.org/10.1109/EDUNINE51952.2021.9429136>.
- PhET Interactive Simulations (n.d.). URL: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/filter?subjects=physics&type=html,prototype>.
- Pucholt, Z. (2021). Effectiveness of simulations versus traditional approach in teaching physics. *European Journal of Physics*, 42(1). <https://doi.org/10.1088/1361-6404/abb4ba>.
- Shamonia, V. H., Semenikhina, O. V., Proshkin, V. V., Lebid, O. V., Kharchenko, S. Y., & Lytvyn, O. S. (2020). Using the virtual environment to train future IT professionals. *CEUR Workshop Proceedings* 2547, 24-36. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2547/paper02.pdf>.

14. Shamonina, V., Semenikhina, O., Drushlyak, M., & Lynnyk, S. (2019). Computer visualization of logic elements of the information system based on, 15th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications (ICTERI 2019), Kherson, 459-463.
15. Terracciano, C. (n.d.). *MasterApps, Application in Google Play – PhysicsMaster – Physics Calc.* URL: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.terracciano.physics_master.
16. Ковальов, Л., Медведєва, М., & Побережець, І. (2021). Використання інтерактивного імітатора фізичних процесів STEP в освітньому процесі у закладах вищої освіти. *Фізико-математична освіта*, 29(3), 68–73. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-029-3-011>.
17. Колесникова, О.А., Мислицька, Н.А., & Семенюк, Д.С. (2019). Використання технології BYOD для формування експериментальних знань та умінь учнів з фізики. *Фізико-математична освіта*, 2(20), 48-53. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2019-020-2-008>.
18. Ситніков, О.В. (2018). Засоби створення та використання віртуальної фізичної лабораторії. *Фізико-математична освіта*, 1(15), 298-301. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2018-015-1-057>.
19. Юрченко, А. (2015). Цифрові фізичні лабораторії як актуальний засіб навчання майбутнього вчителя фізики. *Фізико-математична освіта*, 1(4), 55–63.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Anni, M. (2021). Quantitative Comparison between the Smartphone Based Experiments for the Gravity Acceleration Measurement at Home. *Education Sciences*, 11(9), 493. <https://doi.org/10.3390/educsci11090493>.
2. BbytesLab (n.d.). *Application in Google Play - Physical formulas. Physics.* URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ua.physics>.
3. Education Alexis Media (n.d.). *Application on Google Play – Physics Masters.* URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=co.alexis.gbbxs>.
4. Erdogan, S., & Bozkurt, E. (2022). The effect of virtual laboratory applications prepared for Geometrical Optics Lesson on students' achievement levels and attitudes towards Physics. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 12(2), 226-234. <https://doi.org/10.47750/pegegog.12.02.22>.
5. Jancheski, M. (2019). GeoGebra animations, simulations and computer games in teaching and learning physics. *INTED2019 Proceedings*, 7613-7623. <https://doi.org/10.21125/inted.2019.1865>.
6. Milner-Bolotin, M., Aminov, O., Wasserman, W., & Milner, V. (2019). Pushing the boundaries of science demonstrations using modern technology. *Canadian Journal of Physics*, 98(6), 571-578. <https://doi.org/10.1139/cjp-2019-0423>.
7. Mircik, O. K., & Ahmet, Z. S. (2018a). Evaluation of research related to virtual physics laboratory applications. *Canadian Journal of Physics*, 96(7), 740-744. <https://doi.org/10.1139/cjp-2017-0747>.
8. Mircik, O. K., & Ahmet, Z. S. (2018b). Virtual laboratory applications in physics teaching. *Canadian Journal of Physics*, 96(7), 745-750. <https://doi.org/10.1139/cjp-2017-0748>.
9. Monahan, G., Cossoul, M., Harris, S., Humer, I., Guetl, C., & Eckhardt, C. (2021). Gravity Assist: An Immersive and Interactive Visualization, 2021 International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Tartu, Estonia, 401-405. <https://doi.org/10.1109/ICALT52272.2021.00128>.
10. Neglia, L. F., & Llulluy-Núñez, D. (2021). Use of Virtual Platforms for the Experiences of the Course of Applied Physics to Engineering II at the Universidad de Ciencias y Humanidades Lima – Peru, 2021 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE), Guatemala City, Guatemala, 1-4. <https://doi.org/10.1109/EDUNINE51952.2021.9429136>.
11. PhET Interactive Simulations (n.d.). URL: <https://phet.colorado.edu/en/simulations/filter?subjects=physics&type=html,prototype>.
12. Pucholt, Z. (2021). Effectiveness of simulations versus traditional approach in teaching physics. *European Journal of Physics*, 42(1). <https://doi.org/10.1088/1361-6404/abb4ba>.
13. Shamonina, V. H., Semenikhina, O. V., Proshkin, V. V., Lebid, O. V., Kharchenko, S. Y., & Lytvyn, O. S. (2020). Using the virtual environment to train future IT professionals. *CEUR Workshop Proceedings* 2547, 24-36. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2547/paper02.pdf>.
14. Shamonina, V., Semenikhina, O., Drushlyak, M., & Lynnyk, S. (2019). Computer visualization of logic elements of the information system based on, 15th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications (ICTERI 2019), Kherson, 459-463.
15. Terracciano, C. (n.d.). *MasterApps, Application in Google Play – PhysicsMaster – Physics Calc.* URL: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.terracciano.physics_master.
16. Kovalov, L., Medvedieva, M., & Poberezhets, I. (2021). Vykorystannia interaktyvnoho imitatora fizychnykh protsesiv Step v osvitnomu protsesi u zakladakh vyshchoi osvity [Use of the interactive simulator of Step physical processes in the educational process in higher education institutions]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 3(29), 68-73. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-029-3-011>. (in Ukrainian).
17. Kolesnikova, O., Myslitska, N., & Semeniuk, D. (2019). Vykorystannia tekhnolohii BYOD dlia formuvannia eksperymentalnykh znan ta umin uchniv z fizyky [Use of BYOD technologies for formation experimental knowledge and life of physics masters]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 2(20), 48-53. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2019-020-2-008>. (in Ukrainian).
18. Sytnikov, O. (2018). Zasoby stvorennia ta vykorystannia virtualnoi fizychnoi laboratorii [Means Of Creating And Using A Virtual Physical Laboratory]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 1(5), 298-301. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2018-015-1-057>. (in Ukrainian).
19. Yurchenko, A. (2015). Tsyfrovi fizychni laboratorii yak aktualnyi zasib navchannia maibutnoho vchytelia fizyky [Digital physical laboratories as a important mean of training of future teacher of physics]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 1(4), 55-63. (in Ukrainian).



Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
 Has been issued since 2013.
 Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.



p-ISSN 2413-1571
 e-ISSN 2413-158X

DOI: 10.31110/2413-1571
<https://fmo-journal.org/>

DOI 10.31110/2413-1571-2023-038-5-009

УДК 53.01::167

РЕЦЕНЗІЯ НА КНИГУ: ОСНОВИ. 10 КЛЮЧІВ ДО РЕАЛЬНОСТІ

Таяна ДЕОРДИЦА ✉

Благодійний фонд «e-Terra», Україна
 tdeorditsa@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-3409-7168>

Володимир ТОЛМАЧОВ

Глухівський національний педагогічний університет
 імені Олександра Довженка, Україна
 V.S.Tolmachov@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4674-8677>

BOOK REVIEW: FUNDAMENTALS: TEN KEYS TO REALITY

Taiana DIEORDITSA ✉

Charitable Foundation «e-Terra», Ukraine
 tdeorditsa@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-3409-7168>

Volodimir TOLMACHOV

Oleksandr Dovzhenko Hlukhiv National Pedagogical University, Ukraine
 V.S.Tolmachov@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4674-8677>

ABSTRACT

The author, the Nobel laureate Dr. F. Wilczek, considers the fundamentals of modern physics, which provide an essential structure for how the universe works, and also suggests how humanity fits into the frame. After reading the popular science book «Fundamentals: Ten Keys to Reality», we were convinced that physics as a science is able to teach not only to think, but also to wonder. And the ability to wonder opens our minds to new possibilities and awakens creativity.

KEYWORDS: humanitarian physics; nature; physical picture of the world; physical laws; cognition.



Вільчек, Ф. (2021). ОСНОВИ. 10 КЛЮЧІВ ДО РЕАЛЬНОСТІ. Лабораторія.

Автор: Френк Вільчек (Frank Wilczek) (<https://www.frankwilczek.com/>)

Оригінальна назва: Fundamentals: Ten Keys to Reality

Перекладач: Микола Климчук

Рік видання: 2021

Кількість сторінок: 208

Видавництво: Лабораторія (<https://laboratoria.pro/>)

ISBN: 978-617-7965-58-8, 978-617-7965-59-5 (електронне видання), 978-617-7965-60-1 (аудіокнига)

Ключові слова: гуманітарна фізика; природа, фізична картина світу; фізичні закони; пізнання.

Науково-пізнавальна книга «Основи. 10 ключів до реальності» авторства американського фізика-теоретика Ф. Вільчека розширила і систематизувала наші знання про фізичний світ. Хто прочитає її, отримає, як і ми, інтелектуальне задоволення, бо Ф. Вільчек належить до тих унікальних вчених, які мають час, талант і бажання пояснювати складні наукові концепції у зрозумілий і доступний спосіб. За його словами, в «Основах» він спробував викласти головні ідеї фізики максимально просто, не жертвуючи науковою точністю. «Читацьку адресу» цієї книги автор визначив так: для людей з допитливим розумом, котрі цікавляться тим, як влаштовано світ. Українські видавці адресують цю книгу передусім учителям і викладачам фізики, зокрема викладачам фізики педагогічних університетів, які роблять зараз героїчну справу, намагаючись готувати вчителів фізики (Єгорченко, 2021).

У науковому портфоліо Ф. Вільчека розглядувана книга є п'ятою роботою науково-просвітницького жанру. Їй передували: «Longing for the Harmonies: Themes and Variations from Modern Physics» («Туга за гармонією: теми і варіації із сучасної фізики»; 1989); «Fantastic realities: 49 mind journeys and a trip to Stockholm» («Фантастичні реалії: 49 подорожей розуму і поїздка до Стокгольму»; 2006); «The Lightness of Being: Mass, Ether, and the Unification of Forces» («Тонка фізика: маса, ефір і об'єднання сил»; 2009); «A Beautiful Question: Finding Nature's Deep Design» («Красота фізики. Осягаючи устрій природи»; 2016). Якщо у цих книгах вчений концентрувався на порівняно конкретних речах, то в «Основах» він об'єднав усі свої інтереси й, уникаючи математичних формул і професійного жаргону, спробував якомога стисліше та зрозуміліше побудувати загальну картину фізичного світу – від найдрібніших елементарних частинок, відомих сучасній науці, до масштабів Всесвіту загалом. А ще він розповів, що фундаментальні основи реальності говорять про саму людину і як вона вписується у величну картину природи. У передмові Ф. Вільчек зізнався, що спершу він думав просто повідомити читачів

Деордіца Т., Толмачов В. Рецензія на книгу: Основи. 10 ключів до реальності. Фізико-математична освіта, 2023. Том 38. № 5. С. 60-62. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-5-009

Для цитування:

Деордіца, Т., & Толмачов, В. (2023). Рецензія на книгу: Основи. 10 ключів до реальності. Фізико-математична освіта, 38(5), 60-62. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-009>

For citation:

Dieorditsa, T., & Tolmachov, V. (2023). Book review: Fundamentals: Ten keys to reality. Physical and Mathematical Education, 38(5), 60-62. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-009>

Dieorditsa, T., & Tolmachov, V. (2023). Retseziia na knyhu: Osnovy. 10 kluchiv do realnosti [Book review: Fundamentals: Ten keys to reality]. Fyzyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education, 38(5), 60-62. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-5-009>

про останні новини науки, та згодом книжка переросла у роздуми про пізнання. З огляду на це, вважаємо резонансним стверджувати: книга «Основи. 10 ключів до реальності» є зразком практичного втілення концепції «гуманітарна фізика».

Професійна діяльність професора Массачусетського технологічного інституту (Кембридж, США) Ф. Вільчека торкнулася широкого спектра питань теоретичної фізики. Його поточними науковими інтересами є теорія високих енергій і частинок, сильна взаємодія і теорія ядер (MIT Physics, б.д.). Учений здобув багато престижних нагород за результати своїх досліджень, зокрема і Нобелівську премію. Роботу, за яку присудили цю нагороду, він виконав як аспірант Принстонського університету, коли йому був 21 рік. За умовами Фонду Нобеля, будь-яке відкриття у фізиці має бути перевірене часом. Перевірка ефекту асимптотичної свободи у теорії сильної взаємодії, що його виявили Ф. Вільчек та його науковий керівник Д. Гросс (D. Gross), а також незалежно від них відкрив Х. Політцер (H. Politzer), тривала 31 рік. У 2004 р. усі вони за це відкриття удостоїлися Нобелівської премії (The Nobel Prize, б.д.). У своїй Нобелівській лекції Ф. Вільчек відзначив, що виявлення асимптотичної свободи дозволило розв'язати два парадокси: 1) кварки народжуються вільними, проте зустрічаються тільки пов'язаними; 2) спеціальна теорія відносності та квантова механіка працюють одночасно. До того ж, асимптотична свобода привела до відкриття кількох фундаментальних властивостей природи і створила універсальні підходи для подальших досліджень (Wilczek, 2004).

У 2022 р. «...за дослідження фундаментальних законів природи, яке змінило наше розуміння сил, що керують нашим Всесвітом» (Templeton Prize, б.д.) Ф. Вільчек здобув Темплтонівську премію. Наукове співтовариство неоднозначно ставиться до цієї нагороди, бо її засновник — англійський підприємець Д. Темплтон замислював її як таку, що має примирити релігію й науку. Вважаючи духовні досягнення вищими за наукові, Д. Темплтон заповідав, щоб грошовий розмір його премії завжди перевершував суму Нобелівської. Критикуючи ідею примирення науки й релігії, британський еволюційний біолог Р. Докінз висловився так: «...це дуже велика сума грошей, яку щороку видає Фонд Темплтона зазвичай науковцеві, готовому сказати щось позитивне про релігію» (Докінз, 2018). За нашими спостереженнями, в «Основах» Ф. Вільчек доволі часто вдається до мови релігійних метафор. Ось приклад однієї з них: «...досліджуючи, як влаштовано світ, ми досліджуємо, як працює Бог, і в такий спосіб *вивчаємо, що є Бог*. Якщо подивитися на науку під таким кутом, то виходить, що пізнання — це форма віри, а наукове відкриття — це одкровення». Проте, на наше переконання, Ф. Вільчек не схвалює релігію, бо він чітко заявляє, що дух його наукового пошуку заперечує догми, як релігійні, так і антирелігійні. Однак, мабуть, Р. Докінз мав рацію, прирівнюючи до інтелектуальної зради притаманне багатьом фізикам умисне сплутування двох понять: метафоричного Бога фізиків і Бога-заступника, про якого просторікують священники, мулли й рабини (2018).

Рецензована книга складається з передмови, вступу, двох частин, післямови і додатка. У кожній частині по п'ять глав, а їхні заголовки вказують на один із «ключів до реальності».

У передмові Ф. Вільчек виклав керівні ідеї побудови «Основах», а у вступі зробив історичний екскурс у ті часи, коли зароджувався сучасний підхід до розуміння світу, який нині називають науковим методом. Щоб об'єднати десять розглянутих «ключів» у єдине ціле, Ф. Вільчек послуговувався трьома «наскрізними» темами. Перша розвиває ідею масштабності природи. Смысл другої визначає такий факт: фундаментальні концепції є сплетінням взаємодоповнюючих ідей. Для позначення третьої «наскрізної» теми Ф. Вільчек послуговувався біблійським терміном «*to be born again*» («народитися згори»), смысл якого — воскресіння духовно мертвої людини для нового життя з Богом. Мабуть, у такий метафоричний спосіб він намагався донести до читачів думку, що «народження згори» в колісці науки уможливорює зовсім інше розуміння світоустрою. Ф. Вільчек так уточнює цю думку: «...Щоб вийти на розуміння фундаментальних законів природи, слід переосмислити повсякденний досвід і дитячі методи пізнання світу. Тільки тоді можливо поступово перейти від рівня людських законів на рівень фізичних».

У першій частині книги, яка має назву «Що тут у нас?», Ф. Вільчек описав основні складники фізичної реальності: простір, час, поля, закони і динамічну складність. У перших двох главах «Багато простору» і «Багато часу» йдеться про те, що являють собою простір і час, як їх правильно розуміти, вимірювати та аналізувати. У третій главі «Коротенький список інгредієнтів» Ф. Вільчек зазірнув у сферу «будівельних частинок» природи і показав, що фізичний світ створено з дуже небагатьох складників. У четвертій главі «Коротенький список законів» він висвітлює концепцію полів і теорію чотирьох фундаментальних взаємодій. Спершу поля вважали додатковим інгредієнтом у рецепті фізичного світу, а основним визнавали частинки. Однак у XX столітті на перше місце вийшли поля. Зараз фізики тлумачать частинки як їх втілення. Саме за допомогою полів передаються фундаментальні взаємодії (сили). Ось їх перелік: електромагнетизм, або квантова електродинаміка; сильна взаємодія, або квантова хромодинаміка; гравітація, яку описує загальна теорія відносності Ейнштейна; слабка взаємодія. Кожній з них присвячено окремий параграф четвертої глави. Перевага теорії чотирьох взаємодій полягає в тому, що їх можна точно виразити в кількох математичних рівняннях. Це твердження є головним постулатом аналізованої книги. У п'ятій главі «Багато матерії та енергії» Ф. Вільчек розглядає приклади втілення динамічної складності і співвідносить це поняття з основними фізичними принципами.

У другій частині книги «Початок і кінець» Ф. Вільчек розгортає історію, яка вже відбулася в минулому і станеться в майбутньому, — від народження Всесвіту в результаті Великого вибуху через його сьогоднішнє до подальшого розширення і смерті. У шостій і сьомій главах — «Космічна історія — відкрита книга» та «Поява складності» — вчений дає відповідь на питання «Звідки заявили основні складники фізичної реальності?». У восьмій главі «І це ще далеко не все» йдеться про природні феномени, які доволі складно було зареєструвати — частинку Гігза і гравітаційні хвилі. Дев'яту главу «Загадки залишаються» Ф. Вільчек присвятив розгляду Т-симетрії, темної матерії та темної енергії. Він зауважує, що темна матерія може складатися з нового різновиду частинок, утворених у процесі Великого вибуху, які дуже слабо взаємодіють зі звичайною матерією. Темна енергія може бути енергетичною щільністю самого простору. Із розповіді про основи будови фізичного світу Вільчек врешті-решт приходиться до формулювання свого погляду на основні принципи пізнання. Однією з найважливіших ідей для аналізу дійсності він називає принцип комплементарності, що є керівним положенням квантової механіки, яке у 1927 році сформулював Нільс Бор. Опису цього принципу присвячена десята глава «Комплементарність — розширення можливостей мозку».

У післямові Ф. Вільчек висловив глибоку думку, яка нам дуже імпонує: «...Розуміння законів природи ніяк не применшує дива життя. Навпаки, велич матеріального світу від цього тільки зростає».

У додатку зібрано матеріал, який доповнює основний текст, але не стосується його прямо, або має надто технічний характер і не вписується в загальний стиль книжки.

Прочитавши науково-популярну книгу «Основи. 10 ключів до реальності», ми переконалися, що фізика як наука здатна навчити не тільки думати, але й дивуватися. А подив відкриває наш розум для нових можливостей і пробуджує творчість.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. MIT Physics (б.д.). *Frank Wilczek*. <https://physics.mit.edu/faculty/frank-wilczek/>.
2. Templeton Prize (б.д.). *Frank Wilczek*. <https://www.templetonprize.org/laureate/frank-wilczek/>.
3. The Nobel Prize (б.д.). *The Nobel Prize in Physics 2004*. з <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2004/summary/>.
4. Wilczek, F. (December 8, 2004). Asymptotic Freedom: from Paradox to Paradigm. Nobel Lecture. *The Nobel Prize*. <https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/wilczek-lecture.pdf>.
5. Докінз, Р., 2018. *Ілюзія бога*. Наш Формат.
6. Егорченко, І. (б.д.). *Про фізику, Всесвіт та місце Бога*. Лабораторія нонфікшн. https://soundcloud.com/laboratoria_nonfiction/13-rina-gorchenko-pro-fziku-vsesvt-ta-mstse-boga.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. MIT Physics (w.d.). *Frank Wilczek*. <https://physics.mit.edu/faculty/frank-wilczek/>.
2. Templeton Prize (w.d.). *Frank Wilczek*. <https://www.templetonprize.org/laureate/frank-wilczek/>.
3. The Nobel Prize (w.d.). *The Nobel Prize in Physics 2004*. <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2004/summary/> (in Ukrainian).
4. Wilczek, F. (December 8, 2004). Asymptotic Freedom: from Paradox to Paradigm. Nobel Lecture. *The Nobel Prize*. <https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/wilczek-lecture.pdf>.
5. Dawkins, R., 2018. *Iliuziia boha [The God Delusion]*. Nash Format. (In Ukrainian).
6. Ehorchenko, I. (w.d.). *Pro fizyku, Vsesvit ta mistse Boha [On Physics, the Universe, and God's Place]*. *Laboratoriia nonfikshn – Laboratoriia nonfikshn*. https://soundcloud.com/laboratoria_nonfiction/13-rina-gorchenko-pro-fziku-vsesvt-ta-mstse-boga. (In Ukrainian).



АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

В		С	
Валько К.....	7	Савченко О.....	7
Волошина Т.	12	Саяпіна Т.	12
Д		Семеніхіна О.....	53
Деордіца Т.....	60	Сурін Д.	32
Друшляк М.....	18	Сухіх А.	39
З		Т	
Заїкіна А.....	32	Толмачов В.	60
К		У	
Корольчук В.	12	Удовиченко О.....	46
Кузьмич В.	7	Х	
Кузьмич Л.	7	Хворостіна Ю.	53
Л		Ч	
Лукашова Т.	18	Чкана Я.....	46
М		Ш	
Мартиненко О.	46	Шамоня В.....	53
Р		Шищенко І.	46
Руденко Ю.....	26	Ю	
		Юрченко А.	53

Наукове видання

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА

Науковий журнал

Key title: Fiziko-matematična osvita

Abbreviated key title: Fiz.-mat. osv.

Том 38, № 5

2023

Друкується в авторській редакції
Матеріали подані мовою оригіналу

Відповідальний за випуск

О.В. Семеніхіна

Комп'ютерна верстка

О.М. Удовиченко

Свідоцтво про державну реєстрацію
друкованого засобу масової інформації
КВ № 22304 – 12204Р від 29.08.2016 р.

Фізико-математичний факультет
СумДПУ імені А.С. Макаренка
вул. Роменська, 87
м. Суми, 40002
тел. (0542) 68 59 10

<https://fmo-journal.org/>