

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, № 1

Суми – 2023

**Рекомендовано до видання вченою радою
Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка
(протокол № 8 від 27.02.2023 р.)**

Редакційна колегія

М.П. Вовк	доктор педагогічних наук, старший науковий співробітник (Україна)
М.Гр. Воскоглу	доктор філософії, почесний професор математичних наук (Греція)
Т.Г. Дерека	доктор педагогічних наук, професор (Словацька республіка)
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. Лаврентьева	доктор педагогічних 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. Семенов	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. Школьний	доктор педагогічних наук, професор (Україна)
Т.Д. Лукашова	доктор фізико-математичних наук, доцент (Україна)
О.О. Пипка	доктор фізико-математичних наук, доцент (Україна)
В.О. Швець	кандидат педагогічних наук, професор (Україна)
А.М. Добровольська	кандидат фізико-математичних наук, доцент (Україна)
В.Г. Шамо́ня	кандидат фізико-математичних наук, доцент (Україна)

Ф45 Фізико-математична освіта : науковий журнал. Том 38, № 1. 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. 76 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 індексуються 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 1

Sumy – 2023

**Recommended for publication of the Academic Council
of Makarenko Sumy State Pedagogical University
(protocol № 8 from 27.02.2023)**

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)
T.H. Dereka	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Slovak Republic)
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.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)
T.D. Lukashova	Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Associate Professor (Ukraine)
O.A. Pypka	Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Associate Professor (Ukraine)
V.O. Shvets	PhD (Physics and Mathematics Sciences), Professor (Ukraine)
A.M. Dobrovol'ska	PhD (Physics and Mathematics Sciences), Associate Professor (Ukraine)
V.G. Shamonia	PhD (Physics and Mathematics Sciences), Associate Professor (Ukraine)

F 45 Physical and Mathematical Education : Scientific Journal. Vol. 38, No 1. Makarenko Sumy State Pedagogical University, Physics and Mathematics Faculty ; O.V. Semenikhina (chief editor). Sumy : [Makarenko Sumy State Pedagogical University], 2023. 76 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

Віра М., Самусенко П.	7
ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ GEOGEBRA ДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ АЛГЕБРАІЧНИХ ЗАДАЧ З ПАРАМЕТРОМ	7
Грудинін Б., Відьмаченко А.	14
ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ УКРАЇНСЬКОЇ МЕТЕОРНОЇ СПОСТЕРЕЖНОЇ МЕРЕЖІ (УМСМ) НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ СИГНАЛІВ ТРАНСЛЮВАЛЬНИХ FM-СТАНЦІЙ	14
Деордіца Т., Білевич С., Вороніна М., Гладушина Р.	20
ЕРГОНОМІЧНІСТЬ МУЛЬТИМЕДІЙНОЇ ПРЕЗЕНТАЦІЇ ЯК ПРЕДМЕТ ОЦІНЮВАННЯ.....	20
Крестьянполь Л., Верхолюк А.	28
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА ПЛАТФОРМ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ	28
Кушумуротов У.	36
НАВЧАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ НА ОСНОВІ КОМПЕТЕНТІСНОГО ТА ТЕЗАУРУСНОГО ПІДХОДІВ.....	36
Макаренко О., Макаренко К., Макаренко В., Сілкова О., Матяш Л.	41
ЗМІСТ ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ПОСІБНИКА «БІОЛОГІЧНА ФІЗИКА» В УМОВАХ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....	41
Мар'єнко М., Коваленко В.	48
ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА ВІДКРИТА НАУКА В ОСВІТІ	48
Мулеса П.	54
КОНЦЕПЦІЯ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ ДО ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ВІРТУАЛЬНОЇ НАОЧНОСТІ У ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ.....	54
Слободяник О.	60
ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ГУРТКА «СТВОРЕННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ» У ДИСТАНЦІЙНОМУ ФОРМАТІ	60
Шишкіна М., Носенко Ю.	66
ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ З ЕЛЕМЕНТАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ПЕДАГОГІЧНИХ КАДРІВ	66
Деордіца Т., Вороніна М.	72
РЕЦЕНЗІЯ НА КНИГУ: «ЯК МИ ВЧИМОСЯ: ЧОМУ МОЗОК НАВЧАЄТЬСЯ КРАЩЕ, НІЖ МАШИНА... ПОКИ ЩО»	72

CONTENTS

Vira M., Samusenko P.	7
THE APPLICATION OF GEOGEBRA SOFTWARE FOR SOLVING ALGEBRAIC PROBLEMS WITH A PARAMETER	7
Hrudynin B., Vidmachenko A.	14
ORGANIZATION OF THE WORK OF THE UKRAINIAN METEOR OBSERVATION NETWORK (UMON) BASED ON THE USE OF SIGNALS OF BROADCASTING FM-STATIONS	14
Dieorditsa T., Bilevych S., Voronina M., Hladushyna R.	20
THE ERGONOMIC NATURE OF THE MULTIMEDIA PRESENTATION AS A SUBJECT OF ASSESSMENT ..	20
Krestyanpol L., Verkholyuk A.	28
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE USER INTERFACE OF PLATFORMS FOR DISTANCE LEARNING	28
Kushmurotov U.	36
TEACHING HIGHER MATHEMATICS BASED ON COMPETENCE-BASED AND THESAURUS APPROACHES	36
Makarenko O., Makarenko K., Makarenko V., Silkova O., Matiash L.	41
CONTENTS AND FEATURES OF THE USE OF THE ELECTRONIC MANUAL "BIOLOGICAL PHYSICS" IN MEDICAL INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION	41
Marienko M., Kovalenko V.	48
ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND OPEN SCIENCE IN EDUCATION	48
Mulesa P.	54
THE CONCEPT OF PREPARING FUTURE TEACHERS OF MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE FOR THE USE OF VIRTUAL VISIBILITY TOOLS IN PROFESSIONAL ACTIVITIES	54
Slobodianyk O.	60
PECULIARITIES OF THE WORK OF THE GROUP "CREATING AUGMENTED REALITY" IN A REMOTE FORMAT	60
Shyshkina M., Nosenko Yu.	66
PROMISING TECHNOLOGIES WITH ELEMENTS OF AI FOR PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF TEACHING	66
Dieorditsa T., Voronina M.	72
BOOK REVIEW: «HOW WE LEARN: WHY BRAINS LEARN BETTER THAN ANY MACHINE... FOR NOW».....	72

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 10.31110/2413-1571-2023-038-1-001

УДК 372.851

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАСОБУ GEOGEBRA ДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ АЛГЕБРАЇЧНИХ ЗАДАЧ З ПАРАМЕТРОМ

Марина ВІРА ✉

Ніжинський державний університет
імені Миколи Гоголя, Україна
vyramaryna@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9781-5211>

Петро САМУСЕНКО

Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна
psamusenko@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0002-4241-6173>

THE APPLICATION OF GEOGEBRA SOFTWARE FOR SOLVING ALGEBRAIC PROBLEMS WITH A PARAMETER

Maryna VIRA ✉

Nizhyn Mykola Gogol State University, Ukraine
vyramaryna@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-9781-5211>

Petro SAMUSENKO

National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine
psamusenko@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0002-4241-6173>

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Процес розв'язування задач з параметром є потужним засобом активізації пізнавальної діяльності учнів. Розгляд таких задач сприяє узагальненню та систематизації знань і, як наслідок, це призводить до підвищення рівня математичної компетентності учнів. Саме тому задачі з параметрами є важливою складовою шкільного курсу математики профільного рівня. Їм присвячені окремі пункти підручників, ряд методичних посібників.

Матеріали і методи. Дослідження базується на багаторічному досвіді практичної роботи авторів статті з учнями закладів загальної середньої освіти. Воно, також, є наслідком опрацювання різних джерел даних, проведення міркувань дедуктивного характеру.

Результати. В статті проведено огляд посібників та статей в періодичних виданнях, які присвячені традиційним методам розв'язування задач з параметром (аналітичний та графічний методи) і наведено методичні аспекти поєднання традиційного підходу із сучасними засобами навчання математики.

Авторами цієї статті пропонується до розгляду низка задач з параметром, розв'язання яких передбачає поєднання традиційних методів з можливістю демонстрації динамічної моделі розглядуваної задачі в середовищі GeoGebra. На нашу думку, саме такий підхід до викладання дозволить забезпечити реалізацію не лише математичної, а й інформаційної компетентностей учня, що є надзвичайно важливим в умовах реформи НУШ в середній школі.

Проаналізовано, що в процесі навчання математики система GeoGebra використовується як засіб для візуалізації досліджуваних математичних об'єктів, виразів, ілюстрації методів побудови; як середовище для моделювання та емпіричного дослідження властивостей досліджуваних об'єктів; як комплекс, що надає користувачеві набір спеціалізованих інструментів для створення і перетворення об'єкта.

Висновки. Запропонований матеріал може бути використаний як вчителями-початківцями, так і досвідченими педагогами для проведення факультативних занять, оскільки він дозволяє зорієнтуватися в сучасній методичній літературі з даної тематики та зазирнути в творчу майстерню провідних науковців в галузі методики навчання математики.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: рівняння з параметром; система рівнянь з параметром; алгоритм розв'язання; GeoGebra.

ABSTRACT

Formulation of the problem. It is known that solving problems with a parameter is a powerful means of activating the cognitive activity of students. It also helps to generalize and systematize the knowledge. They encourage students to improve their level of mathematical competence. That is why the tasks with parameters are an important component of a school mathematics course at a professional level. Lots of sections of textbooks and several methodical manuals are devoted to them.

Materials and methods. The investigation is based on the author's experience of a long time of practical work with students of institutions of general secondary education. It is also a result of processing different informational sources, conducting reasoning of deductive character, and formulating conclusions.

Results. The article provides an overview of such manuals, as well as articles in periodicals, which are devoted to both traditional methods of solving problems with a parameter (analytical and graphical methods), as well as the author's attempts to combine the traditional approach with modern means of teaching mathematics.

The authors of this article propose for consideration several problems with the parameter, the solution of which involves a combination of an algorithmic approach with the ability to demonstrate a dynamic model of the considered problem in the GeoGebra environment. In our opinion, this approach to teaching will ensure the implementation of not only mathematical but also informational competencies of the student, which is an extremely important combination in the conditions of the reform of the NUS in secondary schools.

During the teaching of algebra, the GeoGebra system is used as a tool for visualizing the studied mathematical objects, and expressions, and illustrating construction methods; as an environment for modeling and empirical research of the properties of the studied objects; as a complex that provides the user with a set of specialized tools for creating and transforming an object.

Conclusions. We hope that the proposed material will be useful to both novice teachers and experienced teachers for teaching algebra classes, as it allows you to navigate the modern methodological literature on this topic and to look into the creative workshop of leading scientists in the field of mathematics teaching methods, who willingly share their ideas and experience in scientific articles.

KEYWORDS: equation with a parameter; a system of equations with a parameter; solution algorithm; GeoGebra.

Для цитування:

Віра М., Самусенко П. Застосування програмного засобу GeoGebra до розв'язування алгебраїчних задач з параметром. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 1. С. 7-13. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-1-001

Віра, М., & Самусенко, П. (2023). Застосування програмного засобу GeoGebra до розв'язування алгебраїчних задач з параметром. *Фізико-математична освіта*, 38(1), 7-13. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-001>

For citation:

Vira, M., & Samusenko, P. (2023). The application of geogebra software for solving algebraic problems with a parameter. *Physical and Mathematical Education*, 38(1), 7-13. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-001>

Vira, M., & Samusenko, P. (2023). Zastosuvannya prohramnoho zasobu GeoGebra do rozv'язuvannya alhebraichnykh zadach z parametrom [The application of geogebra software for solving algebraic problems with a parameter]. *Fiziko-matematichna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(1), 7-13. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-001>

✉ Corresponding author

© M. Vira, P. Samusenko, 2023

ВСТУП

Постановка проблеми. В умовах реформи НУШ невпинно зростає зацікавленість педагогів до сучасних інформаційно-комунікаційних засобів навчання математики. Безумовно, перспективним є використання в навчальному процесі програмних засобів навчання, зокрема систем динамічної математики і програм для роботи з графіками функцій. Слід відмітити важливість проблеми органічного поєднання традиційних методів викладання математики із елементами графічного представлення (створення динамічної картини) для унаочнення та глибокого опрацювання учнями необхідного матеріалу. Саме комп'ютерне моделювання досліджуваних об'єктів має велике значення для узагальнення та систематизації учнями навчального матеріалу, вдало доповнюючи арсенал традиційних засобів навчання математики. Досліджувана проблема є актуальною, оскільки демонструє можливості використання системи динамічної математики GeoGebra до розгляду ряду алгебраїчних задач основної школи.

Аналіз актуальних досліджень. Насьогодні є ряд навчальних посібників вітчизняних авторів, які присвячені застосуванню традиційних методів до розв'язування задач з параметром, що сприяють формуванню математичної компетентності. Зокрема, в науково-методичному виданні «Перші зустрічі з параметром» (Апостолюва & Ясінський, 2008), в навчально-методичному посібнику «Задачі з параметрами в шкільному курсі математики» (Прус & Швець, 2018) та «Задачі з параметрами і методи їх розв'язання» (Крамор, 2011) розроблені авторські підходи до розв'язування задач з параметром, наведено значну кількість прикладів, що надзвичайно важливо як для учнів так і для вчителів-початківців.

У працях багатьох вчених досліджувались різноманітні аспекти методики викладання задач з параметром. Зокрема, в статтях (Беседін та ін., 2022), (Ilany & Hassidov, 2014) запропоновано методичні рекомендації щодо активізації пізнавальної діяльності здобувачів освіти в контексті розв'язування задач із параметрами. В (Беседін & Кадубовський, 2018) акцентується увага на доцільності використання алгоритмічного підходу до розв'язання рівнянь та нерівностей, що містять параметр. У (Підгорна, 2018), (Прус & Чемерис, 2019), (Zakirova et al., 2019) автори діляться тонкощами методики навчання розв'язування задач з параметром студентів педагогічних спеціальностей.

Слід зазначити, що протягом останніх років з'явилося багато статей науковців, які займаються проблемами використання інформаційно-комунікаційних технологій на уроках математики. Зокрема, в роботі (Юнчик & Федонюк, 2019) здійснено порівняльний аналіз найпоширеніших систем комп'ютерної математики та описано їх структуру, визначено основні функції систем комп'ютерної математики та наведено переваги і недоліки використання таких систем, як: Derive, Mathematika, Matlab, Mathcad, Maple, MuPad, Gran, GeoGebra.

Останнім часом значна увага приділяється аналізу системи динамічної математики GeoGebra, перша версія якої була розроблена ще в 2001 році Маркусом Хохенвартером (Hohenwarter & Fuchs, 2004). В роботах (Хрущ & Лотоцький, 2019), (Ilhan, 2013) проводиться дослідження зазначеної системи як засобу для створення динамічних моделей при вивченні задач з параметрами. При цьому акцентується увага на використанні системи GeoGebra як засобу активізації навчально-пізнавальної діяльності учня. В (Гриб'юк & Юнчик, 2016), (Krawczyk-Stamdo et al., 2013) на основі теорії розв'язування дослідницьких задач продемонстровано алгоритми їх розв'язування з використанням системи динамічної математики GeoGebra. Стаття (Semenikhina et al., 2019) присвячена вивченню можливостей програми динамічної математики GeoGebra у контексті набуття емпіричного досвіду на прикладі задач з параметром.

Мета. Розробити методику навчання задач з параметром, що ґрунтується на поєднанні традиційного підходу із можливостями динамічного моделювання розв'язання задачі в середовищі GeoGebra.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Під час роботи над публікацією використовувалися методи теоретичного аналізу, синтезу та узагальнення положень означеної проблеми.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В даній статті розглянемо деякі аспекти методики роботи над задачами з параметром, розв'язання яких виконується за допомогою аналітичного методу з ілюстраціями динамічної картини графіка розв'язків в системі GeoGebra. Наведемо декілька прикладів.

Приклад 1. Визначити кількість розв'язків системи рівнянь

$$\begin{cases} (a+3)x + 4y = 5 - 3a; \\ 2x + (5+a)y = 8. \end{cases}$$

Розв'язання: розв'яжемо задачу аналітичним методом. Помітивши той факт, що у другому рівнянні даної лінійної системи коефіцієнт біля x не залежить від параметра, виразимо із другого рівняння x і підставимо у перше рівняння. Отримаємо:

$$\begin{cases} (a+3) \cdot \frac{8 - (5+a)y}{2} + 4y = 5 - 3a; \\ x = \frac{8 - (5+a)y}{2}. \end{cases}$$

Виконавши тотожні перетворення в першому рівнянні системи, запишемо її у вигляді:

$$\begin{cases} (a^2 + 8a + 7)y = 14(a+1); \\ x = \frac{8 - (5+a)y}{2}. \end{cases}$$

Розклавши квадратний тричлен на множники, проаналізуємо розв'язність відносно y в першого рівняння системи (а, отже, і даної системи):

$$(a+1)(a+7)y = 14(a+1).$$

Очевидно, що при $a \neq -1$; $a \neq -7$, останнє рівняння (і дана система) однозначно розв'язна; якщо $a = -1$, то рівняння набуває вигляду $0 \cdot y = 0$, яке має безліч розв'язків; якщо $a = -7$, то рівняння набуває вигляду $0 \cdot y = -8$, тому рівняння (а, отже, і система) не має розв'язків.

Після розв'язання задачі аналітичним методом доцільно продемонструвати динамічну картину аналізу розв'язності системи за допомогою GeoGebra (<https://www.geogebra.org/m/smkmejby>). При цьому слід наголосити на тому, що кожне рівняння системи при певному значенні параметра геометрично задає пряму. При зміні параметра прямі змінюють своє положення. Якщо $a = -7$, то отримаємо дві паралельні прямі (див. рис.1), оскільки вони не перетинаються, то задана система не має розв'язків.

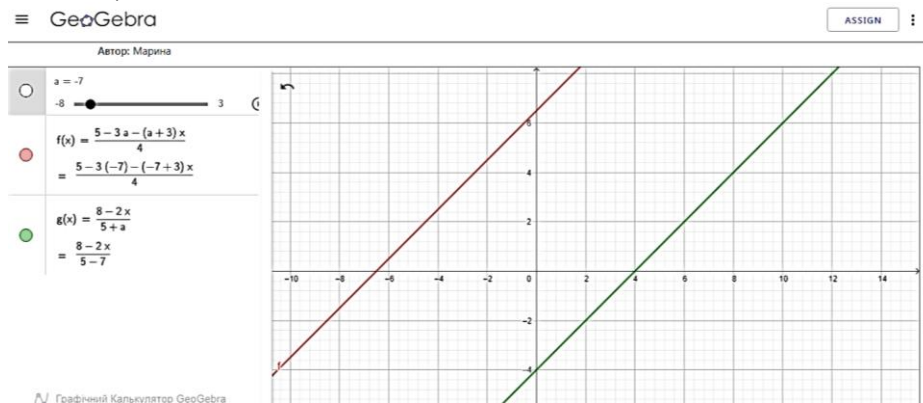


Рис. 1.

При $a = -1$ прямі збігаються (див. Рис.2), тобто задана система має безліч розв'язків (координати точок прямої).

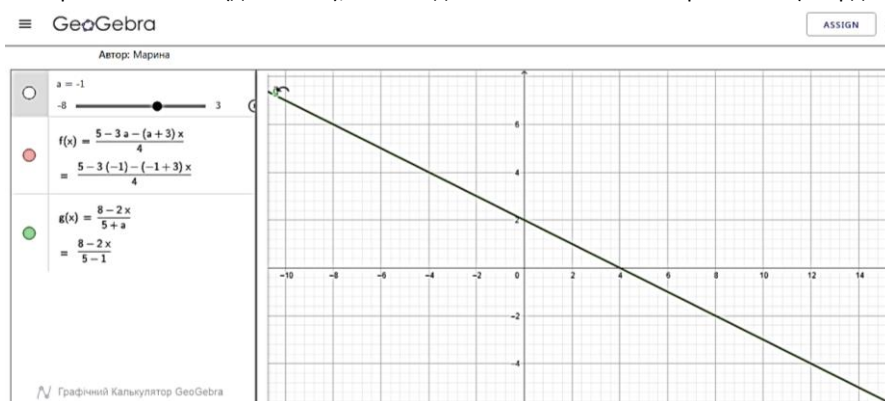


Рис. 2.

У інших випадках прямі завжди перетинаються (координати точки перетину є розв'язком системи). Див. рис.3.

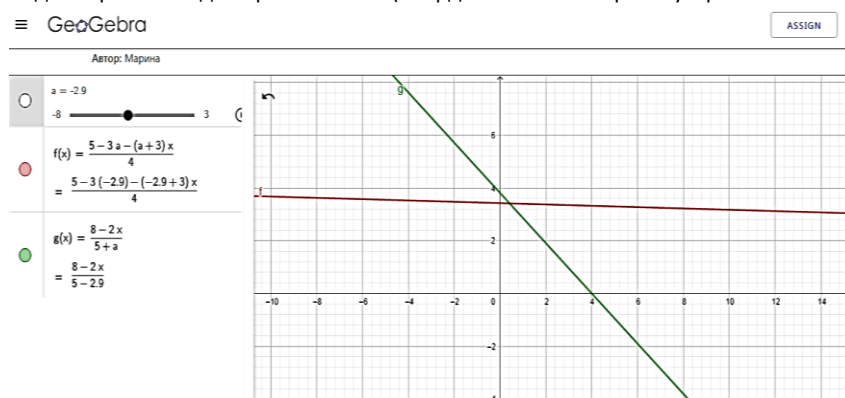


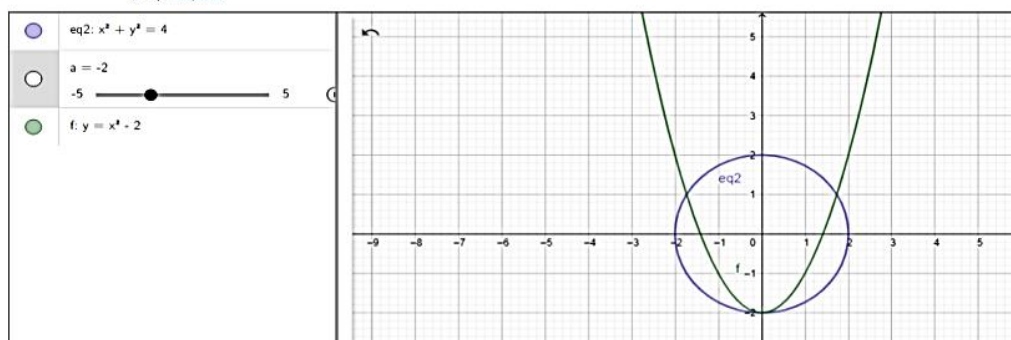
Рис. 3.

Приклад 2. (Репета та ін., 2002). При якому значенні параметра a система $\begin{cases} x^2 + y^2 = 4; \\ y = x^2 + a \end{cases}$ має три розв'язки?

Розв'язання: застосуємо графічний метод. Графіком першого рівняння системи є коло, радіуса 2 з центром у початку координат. Графіком функції $y = x^2 + a$ є парабола, вершина якої $(0; a)$ при зміні a рухається вздовж осі Oy . Система буде мати три розв'язки, якщо коло і парабола перетинатимуться у трьох точках. Очевидно, що це буде при $a = -2$. Для більшої переконливості доцільно розглянути динамічну модель (<https://www.geogebra.org/graphing/xgkym4fk>).

Коло і парабола

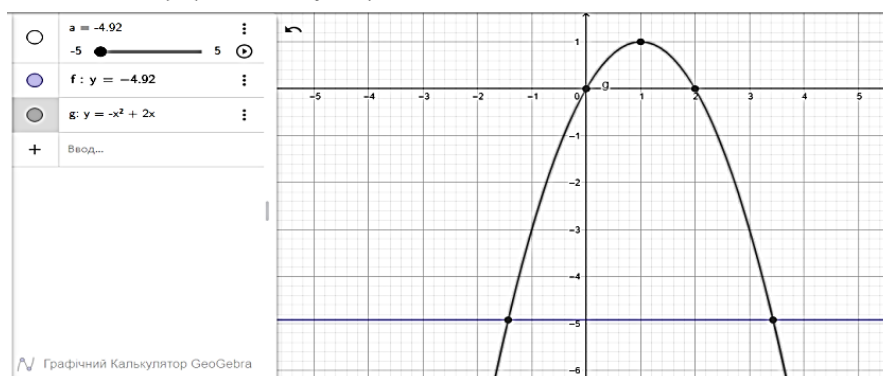
Автор: Марина



Приклад 3. Розв'язати рівняння $x^2 - 2x + a = 0$ в залежності від параметра a .

Розв'язання: як і в попередньому випадку застосуємо графічний метод. Запишемо рівняння у вигляді $-x^2 + 2x = a$. Побудуємо графіки двох функцій $y = a$ та $y = -x^2 + 2x$. Виділивши повний квадрат, запишемо квадратичну функцію у вигляді $y = -(x - 1)^2 + 1$. Отже, геометрично маємо параболу, вітками вниз, з вершиною у точці $(1; 1)$, та нулями функції $x = 0, x = 2$. З іншого боку, при кожному значенні параметра a отримаємо пряму $y = a$, паралельну осі абсцис. Аналізуючи динамічну модель (<https://www.geogebra.org/graphing/xpfxuk4u>), отримаємо наступні результати: якщо $a < 1$, то $x_{1,2} = 1 \pm \sqrt{1 - a}$; якщо $a = 1$, то $x_{1,2} = 1$; якщо $a > 1$, то $x \in \emptyset$.

GeoGebra Графічний Калькулятор



Приклад 4. При яких значеннях a рівняння

$$\frac{3}{x-1} - \frac{x}{x-a} + \frac{3}{2} = 0$$

має єдиний корінь?

Розв'язання: скористаємось аналітичним методом. Дане рівняння рівносильне системі

$$\begin{cases} x \neq 1; \\ x \neq a; \\ x^2 - (3a - 5)x - 3a = 0. \end{cases}$$

Дослідимо розв'язність рівняння $x^2 - (3a - 5)x - 3a = 0$. Обчислимо дискримінант: $D = 9(a - 1)^2 + 16$, який є додатним при всіх значеннях параметра, a , отже, рівняння має два дійсні корені.

Дане дробово-раціональне рівняння має один корінь, якщо один з коренів квадратного рівняння дорівнює 1 або a . Нехай коренем останнього рівняння є 1, а отже, задовольняє його: $1^2 - (3a - 5) \cdot 1 - 3a = 0$, звідки $a = 1$. Тоді $x = -3$ – корінь дробово-раціонального рівняння.

Нехай коренем рівняння є a , а отже, задовольняє його: $a^2 - (3a - 5) \cdot a - 3a = 0$, звідки $\begin{cases} a_1 = 0; \\ a_2 = 1. \end{cases}$

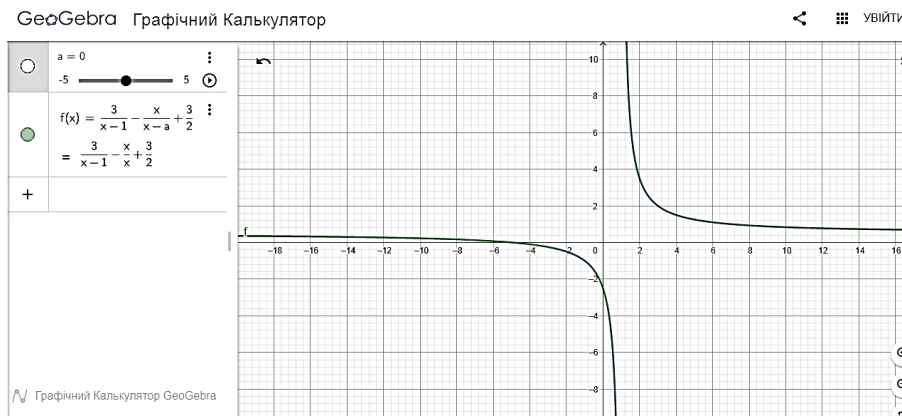
1) Якщо $a = 0$, то $x^2 + 5x = 0$, звідки $\begin{cases} x_1 = -5; \\ x_2 = 0, \end{cases}$ де $x = 0$ – сторонній корінь.

2) Якщо $a = 1$, то $x^2 + 2x - 3 = 0$, звідки $\begin{cases} x_1 = -3; \\ x_2 = 1, \end{cases}$ де $x = 1$ – сторонній корінь.

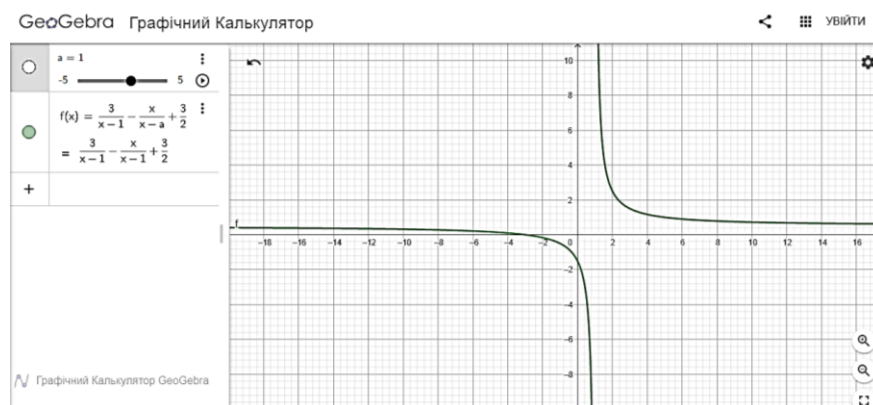
Отже, при $a = 0$ та $a = 1$ дане рівняння має один корінь.

Динамічну картину розв'язку можна переглянути за посиланням: <https://www.geogebra.org/graphing/vxqfd2u5>

Зокрема, при $a = 0$:

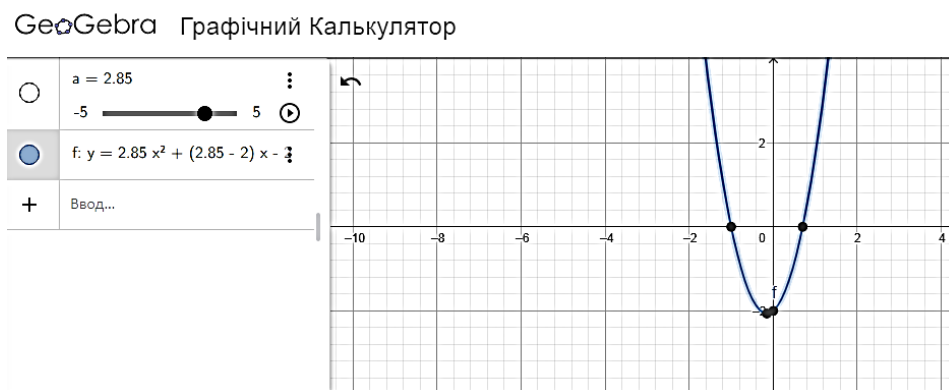


При $a = 1$:



Приклад 5. При яких значеннях параметра a рівняння $ax^2 + (a - 2)x - 2 = 0$ має один корінь?

Розв'язання: квадратне рівняння з параметром має один корінь, якщо коефіцієнт біля x^2 дорівнює нулю або дискримінант рівний нулю. Тобто при $a = 0$ або $a = -2$. Динамічну картину графіка розв'язку можна переглянути за посиланням: <https://www.geogebra.org/graphing/snpnpqadp>.



ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Наведені в статті приклади демонструють можливості використання програмного сервісу GeoGebra при вивченні алгебри основної школи. При цьому акцентується увага на педагогічній доцільності поєднання традиційного методу викладання і демонстрації динамічної картини графіка розв'язку за допомогою програмного засобу GeoGebra. Слід відмітити, що подібні задачі з параметрами є надзвичайно важливими при формуванні математичної та інформаційної компетентностей. Тому їх доцільно пропонувати на уроках алгебри досить регулярно. Оскільки, незалежно від рівня навчальних досягнень учнів, завжди можна підібрати доступні вправи, які дозволять створити "ситуацію успіху" на уроці, що дасть змогу учню відчувати себе у ролі першовідкривача і, таким чином, спонукати до активізації пізнавальної активності, що є надзвичайно важливим завданням в умовах реформи НУШ.

Сподіваємося, що наведений огляд літературних джерел та підібрані вправи стануть у нагоді вчителям математики для практичного використання в освітньому процесі.

Проведене дослідження не претендує на вичерпний аналіз усіх аспектів означеної проблеми. Перспективними вважаємо наукові дослідження у контексті визначення методів роботи над задачами з параметром з метою активізації науково-пошукової діяльності учнів засобами програмного сервісу GeoGebra.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Апостолюва, Г.В., & Ясінський, В.В. (2008). *Перші зустрічі з параметром*. Науково-методичне видання. Київ, "Факт".
2. Беседін, Б.Б., Рulloва, Н.Г., & Сагай, А.М. (2022). Задачі з параметрами як засіб активізації пізнавальної діяльності учнів на уроках алгебри. *Збірник наукових праць фізико-математичного факультету ДДПУ*, 12, 77-81. <http://znfizmat.ddpu.edu.ua/issue/view/15645>.
3. Беседін, Б.Б., & Кадубовський, О.А. (2018) Про алгоритмічний підхід до розв'язання рівнянь та нерівностей (з однією змінною) другого степеня з параметром. *Фізико-математична освіта*, 2(16), 18-22. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2018-016-2-003>.
4. Гриб'юк, О. О., & Юнчик, В. Л. (2016). Проектно-дослідницька діяльність у процесі навчання математики з використанням системи динамічної математики GeoGebra. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*, 2 (9), 8-18. <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/NZ-PMFMT0/article/view/918>.
5. Крамор, В. С. (2011). *Задачі з параметрами і методи їх розв'язання*. Тернопіль, Навчальна книга - Богдан.
6. Підгорна, Т. В. (2018). Застосування геометричних перетворень до розв'язування задач з параметрами. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 2: Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*, 20, 56-61.
7. Прус, А.В., & Чемерис, О.А. (2019). Про навчання студентів педагогічних спеціальностей розв'язувати завдання з параметрами. *Фізико-математична освіта*, 1(19), 171-176. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2019-019-1-027>.
8. Прус, А.В., & Швець, В.О. (2018). Задачі з параметрами в шкільному курсі математики: *навч.-метод. посібник*. Житомир: Вид-во ПП «Рута».
9. Репета, В., Клешня, Н., Коробова, М., & Репета, Л. (2002). Задачі з параметрами. Розв'язки, рекомендації, приклади: *навчальний посібник для старшокласників та абітурієнтів*. Тернопіль: підручники і посібники.
10. Semenikhina, E., Drushlyak, M., Bondarenko, Yu., Kondratiuk, S., & Dehtiarova, N. (2019). Cloud-based service GeoGebra and its use in the educational process: the BYOD-approach. *TEM JOURNAL – Technology, Education, Management, Informatics*, 8(1), 65-72. <https://doi.org/10.18421/TEM81-08>.
11. Хрущ, Л., & Лотоцький, В. (2019). Застосування програми GeoGebra для організації навчально-пізнавальної діяльності учня. *Гірська школа українських Карпат*, 20, 19-27.
12. Юнчик, В. Л., & Федонюк, А. А. (2019). Порівняльна характеристика функціональних можливостей систем комп'ютерної математики в процесі розв'язування задач. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Інформаційні системи та мережі*, 6, 90-102. <https://science.lnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2019/nov/19774/191675maket2-92-104.pdf>.
13. Hohenwarter, M. & Fuchs, K. (2004). Combination of dynamic geometry, algebra and calculus in the software system geogebra. *In Computer algebra systems and dynamic geometry systems in mathematics teaching conference*, 1 -6.
14. Ilany, B., & Hassidov, D. (2014). Solving equations with parameters. *Creative Education*, 5, 963-968.
15. Ilhan, E. (2013). Introducing parameters of a linear function at undergraduate level: use of geogebra. *Mevlana International Journal of Education*, 3(3), 77-84.
16. Krawczyk-Stamdo, D., Guncaga, J., & Stamdo, J. (2013). Some examples from historical mathematical textbook with using geogebra. *In 2013 Second International Conference on E-Learning and E-Technologies in Education, Lodz*.
17. Zakirova, V. G., Zelenina, N. A., Smirnova, L. M., & Kalugina, O. A. (2019). Methodology of teaching graphic methods for solving problems with parameters as a means to achieve high mathematics learning outcomes at school. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(9), 1-12.

REFERENCES (TRANSLATED AND transliterated)

1. Apostolova, H.V., Yasinskyi, V.V. (2008). Pershi zustrichi z parametrom [First meetings with the parameter]. *Naukovo-metodychne vydannia. Kyiv, "Fakt"*. (in Ukrainian).
2. Besedin, B.B., Rulova, N.H., & Sahai, A.M. (2022). Zadachi z parametramy yak zasib aktyvizatsii piznavalnoi diialnosti uchniv na urokakh alheby [Problems with parameters as a means of activating students' cognitive activity in algebra lessons]. *Zbirnyk naukovykh prats fizyko-matematichnoho fakultetu DDPU – Collection of scientific works of the Faculty of Physics and Mathematics of the State University of Applied Sciences*, 12, 77-81. (in Ukrainian).
3. Besedin, B.B., & Kadubovskiy, O.A. (2018). Pro alhorytmichnyi pidkhid do rozv'iazannia rivnian ta nerivnostei (z odniieu zminnoiu) druhoho stepenia z parametrom [On The Algorithmic Approach To Solving Of The Second-Degree Equations And Inequalities (With One Variable) With The Parameter]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 2(16), 18-22. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2018-016-2-003>. (in Ukrainian).
4. Hrybiuk, O. O., & Yunchyk, V. L. (2016). Proektno-doslidnytska diialnist u protsesi navchannia matematyky z vykorystanniam systemy dynamichnoi matematyky GeoGebra [Project-research activity in the process of teaching mathematics using the GeoGebra dynamic mathematics system]. *Naukovi zapysky. Serii: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity – Proceedings. Series: Problems of the methodology of physical, mathematical and technological education*, 2 (9), 8-18. (in Ukrainian).
5. Kramor, V. S. (2011). *Zadachi z parametramy i metody yikh rozv'iazannia [Problems with parameters and methods of their solution]*. Ternopil, Navchalna knyha -Bohdan. (in Ukrainian).
6. Pidhorna, T. V. (2018). Zastosuvannia heometrychnykh peretvoren do rozv'iazuvannia zadach z parametramy [Application of geometric transformations to solving problems with parameters]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova. Serii 2: Kompiuterno-orientovani systemy navchannia – Scientific journal of the M.P. Drahomanov NPU. Series 2: Computer-oriented learning systems*, 20, 56-61. (in Ukrainian).
7. Prus, A.V., & Chemerys, O.A. (2019). Pro navchannia studentiv pedahohichnykh spetsialnostei rozv'iazuvaty zavdannia z parametramy [On Teaching Students Of Pedagogical Specialties To Solve Do Tasks With Parameters]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 1(19), 171-176. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2019-019-1-027>. (in Ukrainian).
8. Prus, A.V., & Shvets, V.O. (2018). Zadachi z parametramy v shkilnomu kursu matematyky [Problems with parameters in the school mathematics course]. *navch.-metod. posibnyk*. Zhytomyr: Vyd-vo PP «Ruta
9. Rypeta, V., Kleshnia, N., Korobova, M., & Rypeta, L. (2002). Zadachi z parametramy. Rozv'iazky, rekomendatsii, pryklady [Problems with parameters. Solutions, recommendations, examples]: *navchalnyi posibnyk dlia starshoklasnykiv ta abiturientiv*. Ternopil: pidruchnyky i posibnyky. (in Ukrainian).
10. Semenikhina, E., Drushlyak, M., Bondarenko, Yu., Kondratiuk, S., & Dehtiarova, N. (2019). Cloud-based service GeoGebra and its use in the educational process: the BYOD-approach. *TEM JOURNAL – Technology, Education, Management, Informatics*, 8(1), 65-72. <https://doi.org/10.18421/TEM81-08>.
11. Khrushch, L., & Lototskyi, V. (2019). Zastosuvannia prohramy GeoGebra dlia orhanizatsii navchalno-piznavalnoi diialnosti uchnia [Application of the GeoGebra program for the organization of the student's educational and cognitive activities]. *Hirska shkola ukrainskykh Karpat – Mountain School of the Ukrainian Carpathians*, 20, 19-27. (in Ukrainian).

12. Yunchyk, V. L., & Fedoniuk, A. A. (2019). Porivnialna kharakterystyka funktsionalnykh mozhlyvostei system kompiuternoї matematyky v protsesi rozvazuvannia zadach [Comparative characteristics of the functional capabilities of computer mathematics systems in the process of solving problems]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnika". Informatsiini systemy ta merezhi – Bulletin of the Lviv Polytechnic National University. Information systems and networks*, 6, 90-102. (in Ukrainian)
13. Hohenwarter, M., & Fuchs, K. (2004). Combination of dynamic geometry, algebra and calculus in the software system geogebra. *In Computer algebra systems and dynamic geometry systems in mathematics teaching conference*, 1–6.
14. Ilany, B., & Hassidov, D. (2014). Solving equations with parameters. *Creative Education*, 5, 963–968.
15. Ilhan, E. (2013). Introducing parameters of a linear function at undergraduate level: use of geogebra. *Mevlana International Journal of Education*, 3(3), 77–84.
16. Krawczyk-Stamdo, D., Guncaga, J., & Stamdo, J. (2013). Some examples from historical mathematical textbook with using geogebra. *In 2013 Second International Conference on E-Learning and E-Technologies in Education, Lodz*.
17. Zakirova, V. G., Zelenina, N. A., Smirnova, L. M., & Kalugina, O. A. (2019). Methodology of teaching graphic methods for solving problems with parameters as a means to achieve high mathematics learning outcomes at school. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(9), 1–12.



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 10.31110/2413-1571-2023-038-1-002

УДК 621.37.+551.553.5

ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОТИ УКРАЇНСЬКОЇ МЕТЕОРНОЇ СПОСТЕРЕЖНОЇ МЕРЕЖІ (УМСМ) НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ СИГНАЛІВ ТРАНСЛЮВАЛЬНИХ FM-СТАНЦІЙ

Борис ГРУДИНІН ✉

Національний університет біоресурсів
 і природокористування України, Україна
 b.hrudynin@nubip.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0001-8084-653X>

Анатолій ВІДЬМАЧЕНКО

Національний університет біоресурсів
 і природокористування України, Україна
 avidmachenko@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0523-5234>

ORGANIZATION OF THE WORK OF THE UKRAINIAN METEOR OBSERVATION NETWORK (UMON) BASED ON THE USE OF SIGNALS OF BROADCASTING FM-STATIONS

Borys HRUDYNIN ✉

National University of Life
 and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
 b.hrudynin@nubip.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0001-8084-653X>

Anatoliy VIDMACHENKO

National University of Life
 and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
 avidmachenko@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0523-5234>

АНОТАЦІЯ

Розглядається питання про розвиток метеорної астрономії у сучасній Україні. Специфіка методів спостережень метеорів вимагає, передусім, організації мережі кореспондуючих пунктів спостережень. Для досягнення цієї мети пропонується об'єднати науково-технічні можливості організацій-учасників у вигляді Української спостережної метеорної мережі (УМСМ). УМСМ – це сукупність двох або більше постійно діючих спостережних станцій, розташованих на території України, які мають технічне та програмне забезпечення для проведення базисних та односторонніх спостережень метеорів в різних діапазонах довжин хвиль і проводять такі спостереження. УМСМ вирішує стратегічні проблеми дослідження метеорів, структури і еволюції метеорних роїв та потоків, взаємодії метеороїдів з атмосферою Землі та їх хімічного складу. Науково-технічною продукцією станцій УМСМ є результати високоточних базисних або односторонніх спостережень метеорів в різних діапазонах довжин хвиль, фундаментальних і прикладних науково-технічних досліджень.

За сигнальною інформацією FM-передатчиків проведено аналіз кількості сигналів, відбитих від метеорів, в залежності від їх часу життя. Отримана статистика узгоджується з раніш відомими статистиками, що є показником правильної селекції метеорів за сигналами FM-передатчиків. Розроблена методика відтворення аналога амплітудно-частотної характеристики (АЧХ) за спектром сигналу FM-радіостанції. Методика використовує амплітудну модуляцію, обумовлену френелівською інтерференцією на метеорному сліді, яка призводить до втрати сигналу на виході FM-приймача при відношенні сигнал/перешкода на його вході менших ніжнього порогу частотного демодулятора. Часова послідовність сигналу FM-радіостанції, відбитого від метеора, є важливою відмінною ознакою і може бути використана для розробки алгоритму автоматичної фіксації метеорів за сигналом FM-радіостанції.

Формулювання проблеми. Спостереження метеорів допомагають вирішити ряд задач сучасної астрономії та фізики як фундаментального характеру так і таких, що мають практичне значення. Усі ці знання можна отримати завдяки обробці та аналізу результатів спостережень метеорів, отриманих із застосуванням оптичних та радіолокаційних методів. Спостереження метеорів у радіодіапазоні, які базуються на ефекті відбиття радіохвиль від іонізованого сліду метеора, мають носити системний характер і проводяться за допомогою розгалуженої метеорної спостережної мережі.

ABSTRACT

The question of the development of meteor astronomy in modern Ukraine is considered. The specificity of meteor observation methods requires, first of all, the organization of a network of corresponding observation points. To achieve this goal, it is proposed to combine the scientific and technical capabilities of the participating organizations in the form of the Ukrainian Meteor Observation Network (UMON). UMON is a set of two or more permanently operating observation stations located on the territory of Ukraine, which have the technical and software support for long-base and one-sided meteors observations in different wavelength ranges and conducts such observations. UMON solves the strategic problems of meteor research, the structure and evolution of meteor showers and streams, and the interaction of meteoroids with the Earth's atmosphere, and their chemical composition. The scientific and technical products of UMON stations are the results of high-precision long-base or one-sided observations of meteors in various wavelength ranges, fundamental and applied scientific and technical research.

Based on the signal information of FM transmitters, an analysis of the number of signals reflected from meteors was carried out, depending on their lifetime. The obtained statistics agree with previously known statistics, which is an indicator of the correct selection of meteors by the signals of FM transmitters. A technique for reproducing the analog of the amplitude-frequency characteristic (AFC) based on the spectrum of the FM radio station signal has been developed. The technique uses amplitude modulation caused by Fresnel interference on the meteor trail, which leads to the loss of the signal at the output of the FM receiver when the signal/interference ratio at its input is lower than the lower threshold of the frequency demodulator. The time sequence of the FM radio signal reflected from the meteor is an important distinguishing feature and can be used to develop an algorithm for the automatic recognition of meteors by the FM radio signal.

Formulation of the problem. Observations of meteors help solve several problems of modern astronomy and physics, both of a fundamental nature and those of practical importance. All this knowledge can be obtained thanks to the processing and analysis of the results of meteor observations obtained using optical and radar methods. Observations of meteors in the radio range, which are based on the effect of the reflection of radio waves from the ionized trace of a meteor, should be systematic and carried out with the help of an extensive meteor observation network.

Для цитування:

Грудинін Б., Відьмаченко А. Організація роботи української метеорної спостережної мережі (УМСМ) на основі використання сигналів трансляльних FM-станцій. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 1. С. 14-19. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-1-002

Грудинін, Б., & Відьмаченко, А. (2023). Організація роботи української метеорної спостережної мережі (УМСМ) на основі використання сигналів трансляльних FM-станцій. *Фізико-математична освіта*, 38(1), 14-19. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-002>

For citation:

Hrudynin, B., & Vidmachenko, A. (2023). Organization of the work of the Ukrainian Meteor Observation Network (UMON) based on the use of signals of broadcasting FM-stations. *Physical and Mathematical Education*, 38(1), 14-19. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-002>

Hrudynin, B., & Vidmachenko, A. (2023). Organizatsiia roboty ukrainskoi meteornoï sposterezhnoiï merezhi (UMSM) na osnovi vykorystannia syhnaliv transliuvannykh FM-stantsii [Organization of the work of the Ukrainian Meteor Observation Network (UMON) based on the use of signals of broadcasting FM-stations]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(1), 14-19. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-002>

✉ Corresponding author

© B. Hrudynin, A. Vidmachenko, 2023

Матеріали і методи. Організовано роботу автоматизованого комплексу спостережень метеорів в радіодіапазоні за допомогою методу прийому відлунь сигналів загоризонтних радіостанцій (FM, Frequency Modulation), який 5 серпня 2019 року з успіхом запущено в дію. Для одержання результатів, представлених на розгляд у даній роботі, використовувалися теоретичні (аналіз наукової літератури, спеціальних праць з теорії руху космічних тіл, статистичної обробки даних) та експериментальні (використання автоматизованого комплексу спостережень метеорів в радіодіапазоні за допомогою методу прийому відлунь сигналів загоризонтних радіостанцій) методи.

Результати. Проведено статистичний аналіз сигналів, отриманих від існуючих в Україні радіотрас спостережень вторгнень метеорів в атмосферу Землі. Представлено результати роботи радіотраси Глухів (Україна) – Кельце (Польща), до роботи якої автор статті має безпосереднє відношення.

Висновки. Описані в роботі сучасні можливості окремих наукових установ України для виконання досліджень в області метеорної астрономії дають можливість здійснювати фундаментальні і прикладні науково-технічні дослідження метеорних явищ на високому рівні, отримувати результати високоточних базисних або односторонніх спостережень метеорів в різних діапазонах довжин хвиль.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: метеор; метеорний потік; українська метеорна спостережна мережа.

Materials and methods. The operation of an automated complex of meteor observations in the radio range using the method of receiving echoes of signals from over-the-horizon radio stations (FM, Frequency Modulation) has been organized, which was successfully launched on August 5, 2019. To obtain the results presented for consideration in this paper, we used theoretical (analysis of scientific literature, special works on the theory of the movement of cosmic bodies, statistical data processing) and experimental (use of an automated complex of meteor observations in the radio range using the method of receiving echoes of signals from over-the-horizon radio stations) methods.

The results. A statistical analysis of the signals received from the radio tracks of observations of meteor incursions into the Earth's atmosphere existing in Ukraine was carried out. The results of the Glukhiv (Ukraine) - Kielce (Poland) radio route, to which the author of the article is directly related, are presented.

Conclusions. As described in the work, the modern capabilities of individual scientific institutions of Ukraine to carry out research in the field of meteor astronomy make it possible to carry out fundamental and applied scientific and technical research of meteor phenomena at a high level, to obtain the results of high-precision basic or one-sided observations of meteors in various wavelength ranges.

KEYWORDS: meteor; meteor shower; Ukrainian meteor observation network.

ВСТУП

Разом з кометами, астероїдами, великими планетами з їхніми супутниками Сонячна система містить велику кількість дрібних твердих тіл – метеороїдів, які знаходяться в інтервалі мас 10-3 – 106 кг. Вони представляють собою фрагменти комет, астероїдів та частинок пилу, що є залишками речовини, утвореної ще при зародженні Сонячної системи, а в деяких випадках речовина має міжзоряне походження. Проникнення у земну атмосферу цих тіл спостерігається у вигляді метеора – надзвичайно багатопланового явища, і не в останню чергу завдяки досить великій швидкості входу метеорного тіла в атмосферу ~ 11–73 км/с. Взаємодія метеороїда з атомами та молекулами атмосфери супроводжується багатьма фізико-хімічними процесами і явищами, включаючи збудження атмосферних атомів та молекул, їх іонізацію з подальшими переходами в незбуджений стан та із випромінюванням фотонів відповідних довжин хвиль. Спостереження метеорів допомагають вирішити ряд задач сучасної астрономії та фізики як фундаментального характеру, так і таких, що мають практичне значення. Усі ці знання можна отримати завдяки обробці та аналізу результатів спостережень метеорів, отриманих із застосуванням оптичних та радіолокаційних методів. Кожен з цих методів має свої переваги перед іншими, але узагальнюючи в цілому результати обробки спостережень отримаємо достатньо повні та достовірні відомості про природу метеорних тіл. Не викликає сумніву позитивна роль метеорних спостережень для встановлення генетичного зв'язку метеороїдів з кометами та астероїдами, як шляхом порівняння геліоцентричних орбіт та їх еволюції, так і через встановлення ідентичності хімічного складу за спектральними спостереженнями метеорів.

Постановка проблеми. Для комплексного дослідження метеорів сьогодні необхідно організувати метеорні спостережні мережі з максимально можливою кількістю функціонуючих станцій, які мають в арсеналі широкий спектр засобів спостережень: ширококутні спостереження метеорів для базисної обробки і визначення параметрів траєкторії метеора в атмосфері Землі та елементів його геліоцентричної орбіти; довгофокусні спостереження для виявлення та аналізу тонкої структури метеора; спектральні спостереження для визначення його хімічного складу; радіо спостереження як альтернатива лише нічним спостереженням та засіб визначення ступеню іонізації метеорного сліду; будь-які інші засоби спостережень, які дозволяють доповнити набір інформації про кожен метеор. На сьогоднішній день доводиться обмежуватися інформацією про метеори, отриманою окремими спостерігачами або групами спостерігачів (Zhilyaev та ін., 2020).

Аналіз актуальних досліджень. Для фіксування метеора потрібні високочутливі камери, якісні дисперсійні елементи, що дають можливість отримати спектри метеорів. Спектри метеорів містять інформацію про умови збудження, світіння та іонізацію метеорної плазми, температуру, процеси абляції (тобто руйнування метеорного тіла), фізико-хімічні процеси, що відбуваються під час метеорних явищ в атмосфері Землі, маси метеороїдів, причини і характер протікання спалахів, якісний та кількісний хімічний склад метеорного тіла і концентрації хімічних елементів в метеороїдах, а, отже, і про тугоплавку складову ядер комет і астероїдів.

Поряд з традиційними оптичними методами, радіолокаційні методи є потужним додатковим сучасним засобом вивчення метеорів, що дає можливість спостерігати метеори упродовж доби (Бушуєв та ін., 2011). З цією метою застосовують радіолокатори зворотного розсіювання радіохвиль (BS-радар). На сьогодні використанню BS-радарів перешкоджають великі експлуатаційні витрати, відтак у зв'язку з появою великої кількості TV (TeleVision – телебачення, англ.) та FM (Frequency Modulation – частотна модуляція, англ.)-передавачів, найбільш перспективним напрямом досліджень стає спостереження метеорів за допомогою радарів, що розсіюють вперед (FS (Frequency System – частотна система, англ.)-радарів).

Привабливість напрямку досліджень полягає в простоті технічних засобів, що використовуються, а також у невеликому обсязі фінансових витрат, які доступні, в тому числі, і на аматорському рівні досліджень. Радіоспостереження метеорів є незамінними при фіксуванні денних метеорних потоків, а також потоків, активність метеорів в яких досить короткочасна. За допомогою FS-радарів може вирішуватися задача дослідження метеорної активності (Kulichenko et al., 2020; Vovk et al., 2017). Особливістю дослідження метеорної активності у радіодіапазоні є той факт, що реєструється не частина енергії, яка випромінюється під час згорання метеороїда в атмосфері, а частина перевипроміненої енергії від

наземних трансляторів телерадіомовлення (так зване розсіяння вперед, від англ. – forward scattering) (Науково-дослідний інститут «Миколаївська астрономічна обсерваторія», 2022; Kruchynenko, 2020; Kruchynenko et al., 2013; Vovk et al., 2017).

Наразі у багатьох наукових установах України активно приділяють увагу спостереженням метеорів різними методами та апаратурою (Gorbanev et al., 2016). Це дає змогу об'єднати наукові зусилля з вивчення метеорів у вигляді Української Метеорної Спостережної Мережі (далі – УМСМ). УМСМ – це сукупність двох або більше постійно діючих спостережних станцій, розташованих на території України, які мають технічне та програмне забезпечення для проведення базисних та односторонніх спостережень метеорів в різних діапазонах довжин хвиль і проводить такі спостереження (Бушуєв та ін., 2021; Голубаєв та ін., 2011). Головною задачею УМСМ є об'єднання зусиль організацій-учасників у галузі проведення регулярних базисних та односторонніх спостережень метеорів в різних діапазонах довжин хвиль, а також обмін результатами спостережень, їх обробка та аналіз спостережних даних. УМСМ вирішує стратегічні проблеми дослідження метеорів, структури і еволюції метеорних роїв та потоків, взаємодії метеороїдів з атмосферою Землі та їхнього хімічного складу. Науково-технічною продукцією станцій УМСМ є результати високоточних базисних або односторонніх спостережень метеорів в різних діапазонах довжин хвиль, фундаментальних і прикладних науково-технічних досліджень.

Мета статті – розглянути співпрацю наукових установ та закладів МОН України у спостереженні за метеорними потоками (інструменти, методи обробки, спостережні можливості), а саме: в Науково-дослідному інституті «Миколаївська астрономічна обсерваторія», Глухівському національному педагогічному університеті імені Олександра Довженка, Національному університеті біоресурсів і природокористування України, Головній астрономічній обсерваторії НАН України, що мають технічне та програмне забезпечення для проведення базисних та односторонніх спостережень метеорів в різних діапазонах довжин хвиль.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для одержання результатів, представлених на розгляд у даній роботі, використовувалися теоретичні (аналіз наукової літератури, спеціальних праць з теорії руху космічних тіл, статистичної обробки даних) та експериментальний (використання автоматизованого комплексу спостережень метеорів в радіодіапазоні за допомогою методу прийому відлунь сигналів загоризонтних радіостанцій) методи.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У квітні 2019 року Науково-дослідний інститут «Миколаївська астрономічна обсерваторія» уклав Угоду про співпрацю з Глухівським НПУ імені О. Довженка. В межах цієї Угоди організовано роботу автоматизованого комплексу спостережень метеорів в радіодіапазоні за допомогою методу прийому відлунь сигналів загоризонтних радіостанцій (FM, Frequency Modulation), який 5 серпня 2019 року з успіхом запущено в дію. Відтак, 5 серпня 2019 року в Україні почала працювати п'ята радіотраса Глухів (Україна) – Кельце (Польща), частота 88.2 МГц, довжина 960 км, створена за ініціативи НДІ «МАО» (перші чотири: Кельце – Миколаїв, частота 88.2 МГц, довжина 910 км; Стамбул – Миколаїв, частота 88.2 МГц, довжина 700 км; Соннеберг (Німеччина) – Львів, частота 91.7 МГц, довжина 900 км; Будапешт – Рівне, частота 94.8 МГц, довжина 635 км – рис. 1).



Рис. 1. Радіотраси мережі реєстрації метеорних явищ (D – довжини (км) і A – азимут (градуси) радіотрас)

Усі комплекси, показані на рис. 1, є складниками УМСМ. В 2017–2019 рр. мережею зареєстровано 912765 метеорних явищ. Достовірність даних спостережень в роботі підтверджується: 1) відповідністю добових варіацій кількості метеорів, зареєстрованих станціями мережі, відомій залежності, а саме, спостереженню метеорів в апексі та антиапексі, 2) відповідністю отриманих мережею характеристик трьох метеорних потоків (Персеїди, Гемініди та Квадрантиди) очікуваним, як у часі появи, так і в інтенсивності. Наразі, проводяться дослідження можливості використання методу відновлення несучої FM-сигналу для оцінки швидкості метеороїдів вздовж траєкторії руху за даними однопозиційних спостережень сигналів загоризонтних FM-станцій, відбитих метеорними слідами.

Місцезнаходження та географічні координати приймаючих станцій мережі та відповідних передавачів, потужність випромінювання передавачів, висоти антен над рівнем моря, робочі частоти вказано в табл. 1.

Розглянемо принцип функціонування метеорного апаратурно-програмного комплексу (далі – МАПК) Глухів – Кельце, запущеного в дію автором даної роботи під керівництвом наукових працівників НДІ МАО (рис. 2). Функціонування МАПК базується на безперервному, цілодобовому прийомі сигналів радіомовної FM станції, відбитих від іонізованих метеороїдних слідів, що виникають в атмосфері Землі на висотах 80–100 км. МАПК НДІ «МАО» на трасі довжиною 903 км

приймає сигнал FM-станції «Radio Muzyka Fakty Sp. z o.o.», розташованої біля міста Кельце (Польща). Відносно Миколаєва передавач знаходиться на азимуті 302°. Випромінювач станції «RMF FM» встановлений на телевізійній вежі «Святий хрест», яка має висоту 126.5 м. Висота встановлення антени передавача 100 м, частота несучого сигналу 88.2 МГц, потужність випромінюваного сигналу 120 кВт. FM станцію вибрано з урахуванням як азимутально-частотного розподілу шумів в місці розміщення комплексу, так і місць дислокацій, потужностей та частот випромінювання станцій передавачів і радіочастот.

Таблиця 1

Місцезнаходження та географічні координати приймаючих станцій мережі та відповідних передавачів, потужність випромінювання передавачів, висоти антен над рівнем моря, робочі частоти

Місцезнаходження	Широта, п.ш.	Довгота, с.д.	Висота антени, м	Потужність, кВт	Частота, МГц
Кельце (Польща)	50°51'36.29"	21°02'54.76"	697	120	88.2
Будапешт (Угорщина)	47°29'30.17"	18°58'44.00"	592	100	94.8
Соннеберг (Німеччина)	50°26'48.29"	11°00'15.78"	1005	100	91.7
Стамбул (Туреччина)	41°00'58.75"	29°03'56.11"	384	100	88.2
Миколаїв (Україна)	46°58'17"	31°58'22"	65	—	88.2
Рівне (Україна)	50°37'23"	26°14'55"	205	—	94.8
Львів (Україна)	49°50'11"	24°00'52"	316	—	91.7
Глухів (Україна)	33°54'56"	51°40'43"	175	—	88.2

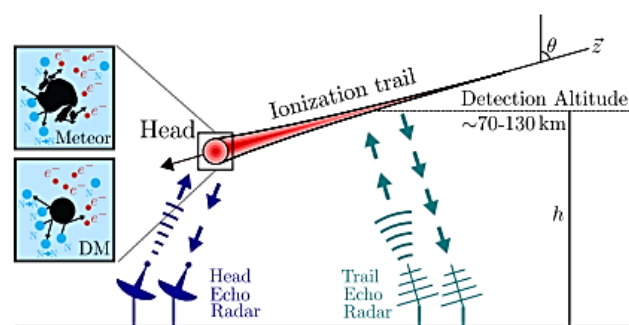


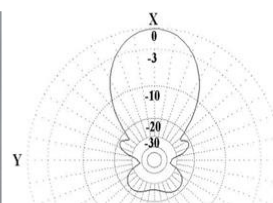
Рис. 2. Принцип функціонування метеорного апаратурно-програмного комплексу

Складниками комплексу з реєстрації радіовідлунь є програмно керований приймач Realtek RTL2832U; направлена антена типу Ягі-Уда, розрахована на потрібний діапазон частот (88–108 МГц); програмне забезпечення для управління приймачем та збереження інформації; встановлений інтерпретатор мови програмування Python 3.4 з бібліотеками numpy, matplotlib, wave; програми обробки отриманих з ефіру масивів даних, розроблені на мові програмування Python.

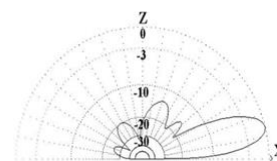
Для прийому сигналу використовується антена типу «хвильовий канал» з вісьмома елементами (рис. 3). Коефіцієнти підсилення антени 13.2 дБ. Ширина діаграми спрямованості складає в горизонтальній площині – 40°, вертикальній – 20°, за рівнем – 3 дБ. Придушення заднього пелюстка – 20 дБ. Вертикальний кут (кут місця) максимуму головного пелюстка діаграми – 15°.



а)



б)



в)

F: 88.200 МГц
Z: 170.926 - j17.363 Ом
КСВ: 3.5 (50.0 Ом)
Elev. гр.: 9.5 гр. (Реал. земля. Высота = 5.00 м)

Рис. 3. Приймальна антена МАПК НДІ «МАО» (а) та її розрахункова діаграма спрямованості в горизонтальній (б) і вертикальній (в) площинах

Вхідною інформацією для пошуку сигналів, відбитих від метеороїдних слідів, є сигнал із виходу квадратурного детектора приймача, тобто, сигнал, який ще не пройшов FM-демодуляцію та характеристики якого повністю відповідають сигналу на несучій частоті. Завдяки використанню такого сигналу з'являється принципова можливість визначення амплітуди та доплерівського зсуву частоти сигналу, відбитого від плазмового сліду метеороїда, в результаті відновлення несучої по відомому модуляційному сигналу, що неможливо для сигналу, який пройшов FM-демодуляцію. У випадку невідомого модуляційного сигналу, враховуючи стійкість частотної модуляції до амплітудних спотворень сигналу, на нашу думку, можливе одночасне визначення модуляційного сигналу та відновлення несучої. Отже, можливе визначення параметрів Френелівських коливань амплітуди радіосигналу, обумовлених інтерференцією на метеороїдному сліду, що дозволить оцінити швидкість метеороїда за однопозиційними спостереженнями. Виміряні значення амплітуди відновленої несучої на вході приймача дозволять також оцінити масу метеороїда за відомими значеннями потужності випромінювання FM-станції та за відомими характеристиками діаграм спрямованості антен передавача і приймача. При цьому залишається можливість багатопозиційного визначення координат метеороїда методом мультилатерації при вирішенні, перш за все, проблем синхронізації спостережень географічно рознесеними приймальними станціями і забезпечення стабільності та ідентичності амплітудно-фазових характеристик їхніх приймачів.

Для реєстрації радіосигналів використовується вільно розповсюджувана програма HSDR. Програма дозволяє формувати записи амплітуд квадратурних каналів приймача у вигляді wav-файлів та файли зображень амплітудно-частотно-часової розгортки для цілодобового моніторингу метеорної активності. Мінімальна смуга аналізу при цьому становить 250 кГц, а максимальна – 3.2 МГц. Це значно більше за ширину спектру FM-сигналу, яка не перевищує 75 кГц, що дозволяє проводити оптимальну обробку цього сигналу.

Результати, отримані в процесі функціонування МАПК представлено на рис. 4–6 (травень–вересень 2020 р.)

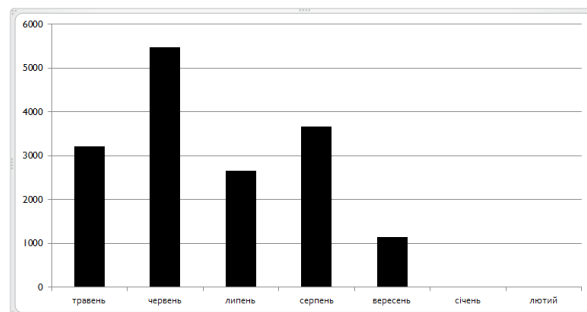


Рис. 4. Діаграма розподілу кількості вторгнень. Травень 2020 р. – вересень 2020 р.

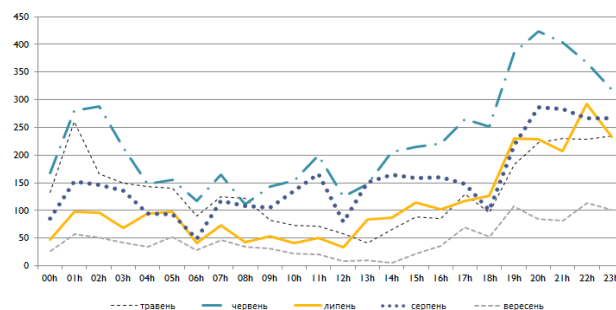


Рис. 5. Діаграма розподілу кількості вторгнень (вісь ординат) за годиною доби (вісь абсцис). Травень 2020 р. – вересень 2020 р.

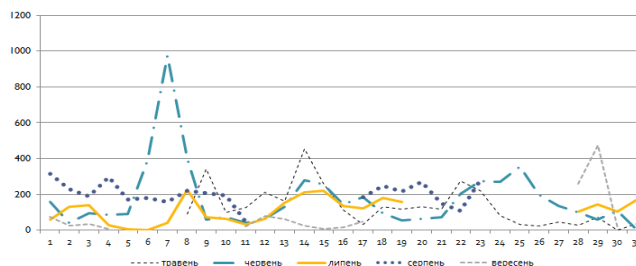


Рис. 6. Діаграма розподілу кількості вторгнень (вісь ординат) за днем місяця (вісь абсцис). Травень 2020 р. – вересень 2020 р.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Описані в роботі можливості функціонування МАПК дають можливість здійснювати фундаментальні і прикладні науково-технічні дослідження метеорних явищ на високому рівні, отримувати результати високоточних базисних або

односторонніх спостережень метеорів в різних діапазонах довжин хвиль. Тож створення Української Метеорної Спостережної Мережі за участю багатьох наукових установ є чудовим рішенням для об'єднання зусиль науковців у проведенні регулярних базисних та односторонніх спостережень метеорів в різних діапазонах довжин хвиль, а також для обміну результатами спостережень, їх обробки та аналізу спостережних даних.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бушуев, Ф.И., Калюжный, Н.А., Сливинский, А.П., & Шульга, А.В. (2011). Использование сигналов вещательных FM-станций для исследований численности метеоров. *Космична наука і технологія*, 17, 3, 72–82.
2. Бушуев, Ф.И., Калюжный, М.П., Куліченко, М.О., Шульга, О.В., Малиновський, Є.В., Савчук, С.Г., Янків-Вітковська, Л.М., & Грудинін, Б.О. (2021). Становлення та розвиток Української мережі радіоспостережень метеорів. *Космична наука і технологія*, 3, 85–92.
3. Голубаєв, О.В., Горбаньов, Ю.М., Шульга, О.В., Андреев, О.А., Бушуев, Ф.И., Відьмаченко, А.П., Грудинін, Б.О., Жияєв, Б.Ю., Калюжный, М.П., Козак, П.М., Куліченко, М.О., Малиновський, Є.В., Мозгова, А.М., Савчук, С.Г., Стеклов, О.Ф., Сумарук, Ю.П., & Янків-Вітковська, Л.М. (2022). Створення Української метеорної спостережної мережі: інструменти, методи обробки, спостережні можливості. *Космична наука і технологія*, 28, 4, 39–70.
4. Науково-дослідний інститут Миколаївська астрономічна обсерваторія. (2022, 8 листопада). *Звіт НДІ МАО за 2016 рік*. <http://www.nao.nikolaev.ua/reports/report2016.pdf>.
5. Gorbaney, Yu.M., Knyaz'kova, E.F., Shulga, A.V., Kulichenko, M.O., Kozak, P.M., Mozgova, A.M., & Golubaev, A.V. (2016). Ukrainian meteor optical network. *Radiotekhnika*, 185, 5–8.
6. Kruchynenko, V. H. (2012). *Matematyko-fizychnyi analiz meteornoho yavlyshcha*. Kyiv.
7. Kruchynenko, V., Churiumov, K., & Mozghova, A. (2013). *Fizyka Cheliabinskoho bolidu*. Visnyk Astronomichnoi shkoly.
8. Kulichenko, M.O., Kaliuzhnyi, M.P., Bushuev, F.I., Shulga, O.V., Malynovskyi, Ye.V., Savchuk, S.G., Yankiv-Vitkovska, L.M., & Hrudynin, B.O. (2020). *Ukrainian radio meteor network – development and first results*. Odessa Astronomical Publications.
9. Vovk, V. S., Shulha, O. V., Sybiriakova, Ye. S., Kaliuzhnyi, M. P., Bushuev, F. I., & Kulichenko, M. O. (2017). Низькотехнологічні високоефективні радіотехнічні рішення для спостережень метеорів та супутників. *Наука і інновації*, 13(1), 70–74.
10. Zhilyaev, B.E., Vidmachenko, A.P., Steklov, A.F., Pokhvala, S.M., & Verlyuk, I.A. (2020). *The physics of space intrusions. I. Features of the trajectories*. Astronomical School's Report, 16, 8–15.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Bushuev, F. I., Kaliuzhnyi, N. A., Slivinskij, A. P., & Shul'ga, A. V. (2011). Ispol'zovanie signalov veshhatel'nykh FM-stancij dlja issledovaniy chislennosti meteorov [Using FM Broadcast Signals for Meteor Abundance Studies]. *Kosmichna nauka i tehnologija – Space science and technology*, 17, 3, 72–82. (in Ukrainian).
2. Bushuev, F.I., Kaliuzhnyi, M.P., Kulichenko, M.O., Shulha, O.V., Malynovskyi, Ye.V., Savchuk, S.H., Yankiv-Vitkovska, L.M., & Hrudynin, B.O. (2021). Stanovlennia ta rozvytok Ukrainskoi merezhi radiosposterezhen meteoriv [Formation and development of the Ukrainian network of radio observations of meteors]. *Kosmichna nauka i tehnologija – Space science and technology*, 3, 85–92. (in Ukrainian).
3. Golubaev, O.V., Horbanov, Yu.M., Shulha, O.V., Andriev, O.A., Bushuev, F.I., Vidmachenko, A.P., Hrudynin, B.O., Zhilyaev, B.Iu., Kaliuzhnyi, M.P., Kozak, P.M., Kulichenko, M.O., Malynovskyi, Ye.V., Mozghova, A.M., Savchuk, S.H., Stieklov, O.F., Sumaruk, Yu.P., Yankiv-Vitkovska, L.M. (2022). Stvorennia Ukrainskoi meteornoj sposterezhoj merezhi: instrumenty, metody obrobky, sposterezhni mozhlyvosti [Creation of the Ukrainian meteor observation network: tools, processing methods, observation capabilities]. *Kosmichna nauka i tekhnologija – Space science and technology*, 28, 4, 39–70. (in Ukrainian).
4. Naukovo-doslidnyi instytut Mykolaivska astronomichna observatoriia [Mykolaiv Astronomical Observatory Research Institute]. (2022, 8 lystopada). Zvit NDI MAO za 2016 rik <http://www.nao.nikolaev.ua/reports/report2016.pdf>. (in Ukrainian).
5. Gorbaney, Yu.M., Knyaz'kova, E.F., Shulga, A.V., Kulichenko, M.O., Kozak, P.M., Mozgova, A.M., & Golubaev, A.V. (2016). Ukrainian meteor optical network. *Radiotekhnika*, 185, 5–8.
6. Kruchynenko, V. H. (2012). *Matematyko-fizychnyi analiz meteornoho yavlyshcha*. Kyiv.
7. Kruchynenko, V., Churiumov, K., & Mozghova, A. (2013). *Fizyka Cheliabinskoho bolidu*. Visnyk Astronomichnoi shkoly.
8. Kulichenko, M.O., Kaliuzhnyi, M.P., Bushuev, F.I., Shulga, O.V., Malynovskyi, Ye.V., Savchuk, S.G., Yankiv-Vitkovska, L.M., & Hrudynin, B.O. (2020). *Ukrainian radio meteor network – development and first results*. Odessa Astronomical Publications.
9. Vovk, V. S., Shulha, O. V., Sybiriakova, Ye. S., Kaliuzhnyi, M. P., Bushuev, F. I., & Kulichenko, M. O. (2017). Nyz'kotehnologichni vysokoefektyvni radiotekhnichni rishennya dlya sposterezhen' meteoriv ta suputnykiv [Low-tech, highly efficient radio engineering solutions for observing meteors and satellites]. *Nauka i innovatsiyi – Science and innovation*, 13(1), 70–74.
10. Zhilyaev, B.E., Vidmachenko, A.P., Steklov, A.F., Pokhvala, S.M., & Verlyuk, I.A. (2020). *The physics of space intrusions. I. Features of the trajectories*. Astronomical School's Report, 16, 8–15.



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 10.31110/2413-1571-2023-038-1-003

УДК 378.147.88 :004.357

ЕРГОНОМІЧНІСТЬ МУЛЬТИМЕДІЙНОЇ ПРЕЗЕНТАЦІЇ ЯК ПРЕДМЕТ ОЦІНЮВАННЯ

Таяна ДЕОРДИЦА ✉

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

Світлана БІЛЕВИЧ

Глухівський національний педагогічний університет
 імені Олександра Довженка, Україна
 sweetlanabilevych@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8686-0401>

Марина ВОРОНІНА

Київський національний університет
 культури і мистецтв, Україна
 M_Voronina@i.ua
<https://orcid.org/0000-0003-3838-7194>

Раїса ГЛАДУШИНА

Київський університет імені Бориса Грінченка, Україна
 gladushyna.raisa@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6760-0487>

THE ERGONOMIC NATURE OF THE MULTIMEDIA PRESENTATION AS A SUBJECT OF ASSESSMENT

Taiana DIEORDITSA ✉

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

Svitlana BILEVYCH

Oleksandr Dovzhenko Hlukhiv National
 Pedagogical University, Ukraine
 sweetlanabilevych@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8686-0401>

Maryna VORONINA

Kyiv National University
 of Culture and Arts, Ukraine
 M_Voronina@i.ua
<https://orcid.org/0000-0003-3838-7194>

Raisa HLADUSHYNA

Borys Grinchenko Kyiv University, Ukraine
 gladushyna.raisa@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6760-0487>

АНОТАЦІЯ

Постановка проблеми. За нашими спостереженнями, студентським мультимедійним презентаціям часто бракує ергономічного опрацювання. Маючи намір навчати студентів самооцінювання ергономічності цих мультимедійних об'єктів, ми задалися питанням: які ознаки мультимедійної презентації є основою для оцінювання її ергономічного рівня як прийнятного?

Матеріали і методи. Методологічною основою дослідження є стандарт ДСТУ EN ISO 14915-1:2009 «Ергономіка програмного забезпечення для мультимедійних інтерфейсів користувача». Задачу оцінювання ергономічності мультимедійної презентації розглянуто з позицій теорії прийняття рішень. Для розв'язання цієї задачі використано модельний підхід.

Результати. Розроблено два взаємопов'язані теоретичні конструкти: 1) опис ергономічного базового зразка для неінтерактивних мультимедійних презентацій з мінімальним набором статичних медіа, 2) критеріальна модель оцінювання ергономічного рівня таких презентацій. Зразок має три характеристики, що узагальнюють особливості когнітивного оброблення інформації людиною. Їх втілюють дев'ять спостережуваних ознак, які безпосередньо оцінюються. Критеріальну модель розроблено за логікою побудови багатокритеріальної моделі задачі прийняття рішень. Її ключовими елементами є набір критеріїв і шкали критеріїв. Спостережувані ознаки зразка виступили критеріями оцінювання. Їх забезпечено бінарними шкалами.

Висновки. Обґрунтовано дві пропозиції: 1) вважати неінтерактивну мультимедійну презентацію ергономічною, якщо її ознаки узагальнюють три характеристики: придатність для цілі спілкування; придатність для розуміння і запам'ятовування; придатність для зорового сприйняття; 2) оцінювати ергономічний рівень мультимедійної презентації як прийнятний, якщо дотримано всіх дев'яти пропонованих критеріїв. Розроблені взаємопов'язані теоретичні конструкти становлять основу інформативного зворотного зв'язку між викладачами та студентами.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ергономічний базовий зразок; модель оцінювання; ергономічний рівень; критерій; шкала критерію.

ABSTRACT

Formulation of the problem. According to our observations, student multimedia presentations often lack ergonomic elaboration. Intending to teach students self-assessment of the ergonomic nature of these multimedia objects, we wondered what characteristics of a multimedia presentation are the basis for judging its ergonomic level as acceptable?

Materials and methods. The guiding ideas of the study were the principles of ergonomic design of multimedia user interfaces, set out in the National Standard of Ukraine SSTU EN ISO 14915 1:2009. The problem of evaluating the ergonomic level of the multimedia presentation is considered from the standpoint of Decision Theory. To solve it, a model approach has been applied.

Results. Two interrelated theoretical constructs have been developed: (1) a description of an ergonomic basic pattern for non-interactive multimedia presentations with a minimum set of static media; (2) a criterion model for assessing the ergonomic level of such presentations. The pattern has three characteristics that summarize the peculiarities of the cognitive processing of information by a person. They are embodied by nine observable signs that can be directly evaluated. The criterion model is developed in the logic of constructing a multi-criteria model of the decision-making problem. Its key elements are a set of criteria and a set of criteria scales. The observed signs of the pattern are used as criteria. They are provided with binary scales. All wording and descriptions have a clear and unambiguous meaning.

Conclusions. Two proposals are substantiated: (1) to consider a non-interactive multimedia presentation ergonomics if it has the following characteristics: suitability for the communication goal; suitability for understanding and memorization; suitability for perception; (2) To assess the ergonomic level of a multimedia presentation as acceptable if all nine criteria have been fulfilled. The developed theoretical constructs form the basis of informative feedback between teachers and students.

KEYWORDS: ergonomic basic pattern; evaluation model; ergonomic level; criterion; criterion scale.

Для цитування:

Деордіца Т., Білевич С., Вороніна М., Гладушина Р. Ергономічність мультимедійної презентації як предмет оцінювання. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 1. С. 20-27. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-1-003

Деордіца, Т., Білевич, С., Вороніна, М., & Гладушина, Р. (2023). Ергономічність мультимедійної презентації як предмет оцінювання. *Фізико-математична освіта*, 38(1), 20-27. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-003>

For citation:

Dieorditsa, T., Bilevych, S., Voronina, M., & Hladushyna, R. (2023). The ergonomic nature of the multimedia presentation as a subject of assessment. *Physical and Mathematical Education*, 38(1), 20-27. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-003>

Dieorditsa, T., Bilevych, S., Voronina, M., & Hladushyna, R. (2023). Ergonomichnist multymediinoi prezentatsii yak predmet otsiniuvannia [The ergonomic nature of the multimedia presentation as a subject of assessment]. *Fiziko-matematichna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(1), 20-27. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-003>

✉ Corresponding author

© T. Dieorditsa, S. Bilevych, M. Voronina, R. Hladushyna, 2023

ВСТУП

Постановка проблеми. За нашими спостереженнями, студентським мультимедійним презентаціям часто бракує ергономічного опрацювання. Маючи намір навчати студентів здійснювати самооцінювання ергономічності цих мультимедійних об'єктів, ми задалися питанням: які ознаки мультимедійної презентації є основою для оцінювання її ергономічного рівня як прийнятного?

Аналіз актуальних досліджень. Виконуючи дослідження, ми зверталися до наукових публікацій, присвячених двом темам: 1) ергономічності зорово-письмової інформації; 2) студентське самооцінювання процесів і продуктів навчальної праці. Стисло розглянемо зміст тих із них, що виявилися для нас найкориснішими.

1. Теоретичні та практичні аспекти ергономізації навчальних і наукових книг докладно розглядав В. Паронджанов. Цей автор аргументовано стверджує: підвищити продуктивність розумової (зокрема навчальної) праці можна, покращивши ергономічність зорово-письмової інформації. Йдеться про надвисоку зрозумілість її змісту, зручність сприйняття, комфортність перегляду. Важливим когнітивно-ергономічним резервом забезпечення цих характеристик навчальних і наукових матеріалів дослідник вважає застосування у процесі їх створення графічних мов, які уможливають описи абстрактних ідей. Як приклади він наводить графічні мови «ГРАФ» і «ДРАКОН» (Паронджанов, 2017). Публікації В. Паронджанова підштовхнули нас до вивчення основоположних принципів когнітивної ергономіки.

Група авторів на чолі з професором нейробіології С. Коссліном відібрали й емпірично дослідили всеосяжний масив недоліків і невдач, що трапляються у PowerPoint-презентаціях. Розклавши сприйняття, запам'ятовування і розуміння на окремі класи операцій, дослідники сформулювали вісім принципів когнітивної комунікації. Тож недоліками мультимедійних презентацій вони вважають прояви порушень цих принципів. Сформульовані принципи автори втілили у 137 правилах і верифікували їх на значному масиві мультимедійних презентацій з п'яти предметних галузей. В результаті вони дійшли до такого висновку: психологічні основи створення ефективних PowerPoint-презентацій не є ні очевидними, ні інтуїтивно зрозумілими, а тому їх розробникам корисно опановувати принципи когнітивної комунікації і правила, в яких ті втілюються (Kosslyn et al, 2012). На наш погляд, С. Коссліні з колегами описали характеристики універсального ергономічного зразка для мультимедійних презентацій, що поєднують і статичні, і динамічні медіа. На нашу думку, для навчальних цілей такий зразок є надто складним. Вважаємо, що для студентів із мінімальним оцінним досвідом достатньо базового ергономічного зразка з мінімальним набором статичних медіа.

Для виявлення значущості критеріїв оцінювання мультимедійних презентацій нам стала у пригоді стаття «Аналіз 15 найкращих презентацій світу: критерії майстерності» (Обжорин, 2016). Твердження автора, що виявлені ним презентації є найліпшими у світі станом на той момент, є статистично значущим фактом. На нашу думку, набір критеріїв, запропонований О. Обжориним, охоплює три аспекти якості мультимедійних презентацій: змістовний; естетичний та ергономічний. Проте на їх основі можна скласти лише контрольний список (check list), але оцінювання з їх допомогою неможливе через нерозробленість оцінних шкал для них.

2. За таксономією розумових умінь Б. Блума, оцінювання належить до пізнавальних процесів найвищого рівня складності. В її оновленому варіанті оцінюванню передують запам'ятовування, розуміння, застосування та аналізування. Б. Блум і його наступники тлумачать оцінювання як висловлення судження на основі критеріїв і стандартів. Формами цього процесу є перевірка і критика (Krathwohl, 2002). Огляд англomовних джерел, присвячених студентському самооцінюванню, дав змогу виявити значний масив досліджень з цього питання, і, як наслідок, множини тлумачень терміна «самооцінювання». Так, за визначенням, Т. Кроуелла, самооцінювання – це процес розмірковування людини над власним робочим процесом/продуктом або спостереження за ними (Crowell, 2015). Це приклад визначення, в якому не сформульовано мету аналізованого процесу.

Нашу увагу привернула ціла низка статей американської дослідниці Х. Андраде, в яких вона докладно аналізує критеріальне оцінювання і розглядає різні аспекти концепту «студентське самооцінювання». Так, у статті «Teaching with Rubrics» вона детально розібрала переваги й недоліки оцінювання на основі критеріїв (Andrade, 2005). Слід зазначити, що в англomовних публікаціях оцінні шкали критеріїв позначають терміном «Scoring rubrics», що його запровадив у науковий обіг Е. МакДанієл (McDaniel, 1993). Нині цей термін використовують у скороченому варіанті – «rubrics». В українській мові слово «рубрика» має інше значення – розділ у газеті/журналі або назва розділу, підрозділу, графі (СУМ 11). Тож, на нашу думку, немає потреби калькувати цей англomовний термін, оскільки в українській мові існує його смисловий відповідник – «оцінні шкали критеріїв». У статті «Self-Assessment Through Rubrics» Х. Андраде роз'яснює різницю між термінами «self assessment» і «self-evaluation». Слід зазначити, що україномовним відповідником слів «assessment» і «evaluation» є слово «оцінка». Воно є багатозначним. Так, СУМ-11 дає чотири його визначення. Дослідниця наголошує: якщо йдеться про «self assessment», то це означає, що студент має розмірковувати над якістю своєї роботи, судити про те, якою мірою вона відображає сформульовані цілі або критерії, і переглядати за необхідності свій витвір. Тож така самооцінка є формотворчою, або розвивальною (formative) – студент оцінює незавершену роботу, щоб знайти способи покращити її. Якщо йдеться про «self-evaluation», то це означає, що студент просто ставить собі відмітку (grade) і не переглядає свою роботу, аби внести певні зміни. Плутанина між «self assessment» і «self-evaluation» призвела у викладацькому співтоваристві до хибних уявлень про означені концепти. Тож, за спостереженнями Х. Андраде, чимало викладачів стримано ставляться до студентського самооцінювання (Andrade, 2008). У статті «A Critical Review of Research on Student Self-Assessment», метою якої є операціоналізація концепту «студентське самооцінювання продуктів і процесів власного учіння», дослідниця чітко сформулювала, для чого його потрібно здійснювати: самооцінювання – це акт моніторингу власних процесів і продуктів навчальної діяльності з метою внесення коригувань, які поглиблюють навчання і підвищують його продуктивність. (Andrade, 2019). Додамо, що моніторинг – це безперервне стеження за будь-яким процесом для вивчення його динаміки і порівняння з очікуваними результатами або початковими припущеннями (СУМ-11). Важливим вважаємо таке зауваження Х. Андраде: когнітивні та афективні механізми самооцінювання дотепер залишаються для дослідників «чорною скринькою» (Andrade, 2019).

Метою статті є обґрунтування побудови та опис двох взаємопов'язаних теоретичних конструктів: 1) ергономічного базового зразка для неінтерактивних мультимедійних презентацій з мінімальним набором статичних медіа; 2) критеріальної моделі оцінювання ергономічного рівня таких презентацій. Ці конструкти мають слугувати студентам і викладачам основою інформативного зворотного зв'язку.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

З'ясуємо семантику термінів і ключових слів нашого дослідження.

Пропонуємо таке тлумачення мультимедійної презентації: це електронний документ, складений зі статичних і динамічних медіа, що його розробляють у комунікативних цілях. Рис. 1 доповнює це пояснення зображенням структурованого смислового змісту терміна «мультимедійна презентація». Прийом структурування цієї прикмети терміна запропоновано Т. Деордіцею зі співавторами (2022).

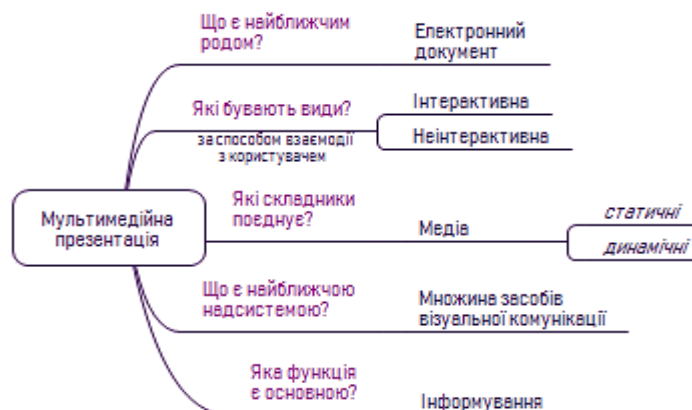


Рис. 1. Структурований смисловий зміст терміна «мультимедійна презентація»

Із множини функцій, що об'єктивують комунікативні цілі, як основну функцію мультимедійної презентації ми обрали інформування, оскільки у фокусі нашої уваги – студентські мультимедійні презентації. А їх призначення – інформувати викладачів та однокурсників автора презентації про результати його навчально-пізнавальної діяльності.

Когнітивна ергономіка – напрям ергономіки, в якому на основі вивчення психічних процесів, реалізованих у відповідній діяльності людини, досліджують і проєктують сукупність зв'язків для обміну інформацією у системі «людина – середовище життєдіяльності» (ДСТУ 3899:2013). Тож продукти, розроблені відповідно до когнітивних можливостей та обмежень користувачів, прості, зрозумілі та зручні у використанні (Паронджанов, 2017).

Ергономічний базовий зразок – реальний або уявний виріб, якому притаманна сукупність ергономічних властивостей, прийнятих за основу для оцінювання відповідних показників об'єкта. Ергономічні властивості виробу – це властивості, що виявляються у системі «людина – середовище життєдіяльності» й визначають його функції, експлуатаційні та інші параметри, забезпечуючи гармонізацію системи. Ергономічний рівень виробу – ступінь відповідності ергономічних властивостей об'єкта загальним і конкретним ергономічним вимогам або властивостям виробу, прийнятого за базовий зразок. Критерій – ознака, на основі якої здійснюють оцінювання, визначення або класифікацію дизайн-ергономічних показників (ДСТУ 3899:2013).

У діловому обігу для позначення суцільного тексту на слайді вживають досить влучний термін – «слайдомент» (*slideument*). Йдеться про «схрещування» текстового документа зі слайдом. Його запропонував відомий дизайнер Г. Рейнольдс (Reynolds, 2009).

Метою ергономічного проєктування мультимедійних інтерфейсів користувача є поліпшення здатності користувача оперувати мультимедійними системами результативно, ефективно і з задоволенням. Результативність (*effectiveness*) – точність і повнота, з якою користувачі досягають конкретних цілей. Ефективність (*efficiency*) – ресурси, витрачені з точністю і повнотою досягнення користувачами поставлених цілей. Задоволеність (*satisfaction*) – міра задоволення потреб користувача під час використання продукту або системи за визначених умов застосування (ISO 9241-11:2018). Ергономічне проєктування мультимедійних інтерфейсів користувача ґрунтується на 11 принципах. Сім з них є загальними для проєктування в інтерактивних системах ергономічного діалогу, а чотири, названі специфічними, узагальнюють особливості когнітивного оброблення інформації людиною, а відтак втілюють специфіку сенсорної фізіології людини, людського сприйняття і мотивації, людського пізнання та спілкування (ДСТУ 3899:2013).

Користуючись термінологією В. Паронджанова, зазначимо: і мультимедійні інтерфейси користувача, і слайди мультимедійної презентації є двомірними зоровими сценами – діосценами, дивлячись на які, людина отримує для себе важливу інформацію, що дозволяє їй вирішувати виробничі й навчальні завдання. Тож, вважаємо, що вироблені і відшліфовані на практиці протягом десятиліть стандарти ергономічного проєктування таких інтерфейсів будуть корисними і для розроблення навчальних мультимедійних матеріалів.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Методологічною основою дослідження є стандарт ДСТУ EN ISO 14915-1:2009 «Ергономіка програмного забезпечення для мультимедійних інтерфейсів користувача», українськомовний відповідник міжнародного стандарту ISO 14915-1:2002. Підставою для такого вибору стало те, що ергономічні стандарти містять ретельно відібрані, перевірені, гранично сконцентровані дані й вимоги ергономіки, представлені в найбільш зручній для практичного використання

формі (Мунипов, & Зинченко, 2001). Задачу оцінювання ергономічності мультимедійної презентації розглянуто з позицій теорії прийняття рішень. Для розв'язання цієї задачі використано модельний підхід.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Внаслідок дослідження розроблено два взаємопов'язані теоретичні конструкти: 1) опис ергономічного базового зразка для неінтерактивних мультимедійних презентацій з мінімальним набором статичних медіа – «текст», «зображення», «схема»; 2) критеріальну модель оцінювання ергономічного рівня мультимедійних презентацій, подібних за складом до зразка.

Керівними ідеями для конструювання ергономічного базового зразка для означених презентацій виступили специфічні принципи ергономічного проектування мультимедійних інтерфейсів користувача (ДСТУ EN ISO 14915-1:2009, 2018). Зразок має три характеристики, які узагальнюють особливості когнітивного оброблення інформації людиною: 1) придатність для цілі спілкування; 2) придатність для розуміння і запам'ятовування; 3) придатність для зорового сприйняття.

Вони втілюються у дев'яти спостережуваних ознаках, які підлягають безпосередній оцінці. Їх назви містить рис. 2.



Рис. 2. Характеристики (■) та ознаки (■) ергономічного базового зразка для неінтерактивних мультимедійних презентацій (МП)

Критеріальну модель оцінювання розроблено за логікою побудови багатокритеріальної моделі задачі прийняття рішень (Гафт, 1979). Вона має вид:

$$\langle t, S_1, K, X, f \rangle,$$

де t – постановка задачі; S_1 – єдине допустиме рішення; K – множина критеріїв; X – множина шкал критеріїв; f – правило відповідності допустимого рішення векторним оцінкам. Розглянемо зміст цих елементів.

1. Постановка задачі (t)

Вихідні дані: неінтерактивна мультимедійна презентація, що містить комбінації статичних медіа з набору «текст», «зображення», «схема».

Вимога: встановити ергономічний рівень цієї мультимедійної презентації.

2. Допустиме рішення (S_1)

Є тільки одне допустиме рішення: ергономічний рівень оцінюваної мультимедійної презентації – прийнятний.

3. Множина критеріїв (K)

Критеріями слугують спостережувані ознаки зразка, які втілюють три його ергономічні характеристики (див. рис. 2).

4. Множина шкал критеріїв (X)

Бінарні шкали критеріїв зведено у табл. 1. Кожна шкала містить описи інтенсивності прояву відповідного критерію на двох рівнях: прийнятному і такому, що потребує доопрацювання. Якщо певного критерію дотримано, то напроти нього у стовпчику «Векторна оцінка» табл. 1 ставлять 1, у протилежному випадку – 0. Таким чином складають 8-мірну векторну оцінку, яка слугує основою для остаточного висновку.

5. Правило відповідності допустимого рішення векторним оцінкам. Його показано на рис. 3.

Медіа — елементи МП	Допустиме рішення	Векторна оцінка
«текст»/«зображення»/«схема»	ергономічний рівень мультимедійної презентації — прийнятний	$\langle 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1 \rangle$
тільки «текст»		$\langle 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1 \rangle$

Рис. 3. Відображення допустимого рішення на векторні оцінки

Таблиця 1

Шкали критеріїв для оцінювання ергономічного рівня неінтерактивних мультимедійних презентацій

Критерій	Прийнятний рівень прояву — 1	Рівень прояву, що потребує доопрацювання, — 0	Векторна оцінка
1. ПРИДАТНІСТЬ ДЛЯ ЦІЛІ СПІЛКУВАННЯ			
1. Формулювання мети повідомлення	Формулювання довершене — мету сформульовано чітко і стисло	Мету не сформульовано Формулювання недосконале — розпливчасте і багатослівне	
2. Формулювання висновків	Формулювання довершене — висновки стислі й предметні	Висновки не сформульовано Формулювання недосконале — висновки багатослівні й невиразні	
2. ПРИДАТНІСТЬ ДЛЯ РОЗУМІННЯ І ЗАПАМ'ЯТОВУВАННЯ			
3. Лаконізм медіа «текст»	Дійсний, бо медіа «текст» подано як написи і/або короткі (до 4 рядків), марковані (нумеровані) списки	Позірний, бо медіа «текст» подано як слайдоменти і/або довгі марковані (нумеровані) списки	
4. Щільність інформації на слайді	Оптимальна — на кожному слайді дотримано правило «1 думка — 1 слайд». Тож на сприйняття медіа, що виражають думку, достатньо часу, відведеного на демонстрацію слайда	Висока, бо є слайди, на яких порушено правило «1 думка — 1 слайд». Тож на сприйняття нагромаджених медіа недостатньо часу, відведеного на демонстрацію слайда	
5. Сприяння розумінню глядачів	Суттєве — зображення влучні, а схеми помірно деталізовані	Незначне — зображення не відповідають змісту супровідного тексту та/або схеми занадто деталізовані	
3. ПРИДАТНІСТЬ ДЛЯ ЗОРОВОГО СПРИЙНЯТТЯ			
6. Анімація	Анімацію не використано Економна і вивірена, спрямована на керування увагою	Надмірна і недоречна, відволікає увагу	
7. Помітність медіа	Задовільна — текст легко розрізнити завдяки оптимальному для очей поєднанню кольорів шрифтів та фону; зображення і схеми чіткі й розбірливі	Незадовільна — містить медіа «текст», які важко розрізнити, оскільки кольори шрифтів і фону практично зливаються, зображення та/або схеми нечіткі й нерозбірливі	
8. Придатність медіа «текст»/«схема» до прочитання	Задовільна — розпізнати й інтерпретувати групи знаків на відстані легко	Незадовільна — розпізнати й інтерпретувати групи знаків на відстані важко	
9. Повторюваність шаблонів слайдів	Наявна — для усієї презентації використано єдиний шаблон	Відсутня — використовується суміш шаблонів	

Критерії подано у порядку убутання їх значущості.

Оцінювання будь-якого процесу чи об'єкта можна формально описати за допомогою шести складників, показаних на рис. 4. Стисло розглянемо їх зміст у контексті задачі оцінювання ергономічності мультимедійної презентації.

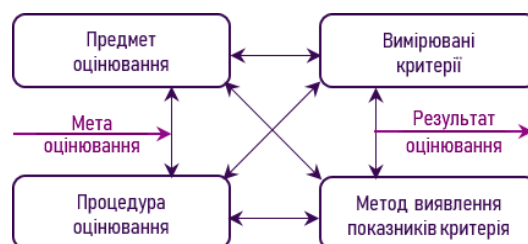


Рис. 4. Схема процесу оцінювання

Предмет оцінювання — ергономічність мультимедійної презентації. Її об'єктивують три характеристики, які узагальнюють специфіку когнітивного оброблення інформації людиною (див. рис. 2).

Мета оцінювання — встановлення ергономічного рівня оцінюваної мультимедійної презентації.

Результатом оцінювання є один з двох висновків:

- 1) ергономічний рівень оцінюваної мультимедійної презентації є прийнятним;
- 2) ергономічний рівень оцінюваної мультимедійної презентації потребує доопрацювання.

Якщо оцінка «рівень прийнятний», презентація готова до оприлюднення, якщо ж ні, автору презентації потрібно уважно переглянути свій виступ і попрацювати над тими ознаками, за якими виставлено 0.

Модель оцінювання у символній формі має такий вигляд: $\langle t, S_1, K, X, f \rangle$. На практиці застосовують множину її оцінних шкал (X). Для зручності використання ми забезпечуємо студентів цими шкалами у вигляді Google-форми.

Метод виявлення показників критеріїв в оцінюваній презентації — експертний.

Застосування саме цього методу зумовлено тим, що прояви ознак ергономічності мультимедійної презентації можна спостерігати наочно. Це той випадок, коли доцільно застосовувати експертний метод (Гафт, 1978).

Процедура оцінювання — порівняння виявленого показника певного критерію з двома описами інтенсивності його проявів у відповідній шкалі (див. табл. 1).

ОБГОВОРЕННЯ

Научіння студентів самостійно оцінювати ергономічний рівень мультимедійних презентацій здійснювалося у межах викладання тих дисциплін, що їх забезпечували автори статті: «Інформаційні технології у дослідницькій діяльності», «Програмне забезпечення ЕОМ» (Т. Деордіца); «Основи проектування і моделювання виробів», «Комп'ютерне проектування і дизайн», «Декоративно-ужиткове мистецтво та дизайн» (С. Білевич); «Макетування і трансформація», «Образно-просторове моделювання» та «Креатив у проектуванні колекцій одягу» (М. Вороніна); «Практична англійська мова і переклад» (Р. Гладушина). Для підтримки студентів у здійсненні самостійного оцінювання розроблено належні методичні рекомендації (Деордіца, Білевич, & Вороніна, 2019).

Ергономічність мультимедійних об'єктів і самостійне оцінювання процесів і продуктів власного учіння були для наших студентів новими концепціями. Завдання оцінювати власні мультимедійні презентації на основі критеріїв спочатку викликало у них певний супротив, оскільки багатьом було складно відмовитися від власних стереотипів «краси», від застосування слайдів як шпаргалок, від використання надмірної анімації, а також погодитися з обов'язковістю мети і висновків. Проте, завдяки мінімальному набору критеріїв, чітким описам їх проявів в оцінних шкалах, і простоті процедури оцінювання, доволі швидко після наданих пояснень більшість студентів почали практикувати самооцінювання і взаємооцінювання мультимедійних презентацій. За нашими спостереженнями, процедура оцінювання студентом власної або чиеїсь мультимедійної презентації обсягом до 20 слайдів займає не більше, ніж 10 хвилин.

Ми помітили, що найскладніше студентам дотримуватися критеріїв «формулювання мети повідомлення» і «формулювання висновків». У загальнопсихологічних дослідженнях наголошується, що акт формулювання цілей — це не тільки не достатньо вивчений феномен, але й дуже складна когнітивна навичка, що ставить високі вимоги до суб'єкта, який вирішує проблемні ситуації (Фомин, 2011). На практиці ми переконалися, що навички постановки цілей розвинені у більшості студентів доволі слабо. Ми цілком згодні з твердженням А. Фоміна про те, що формулювання мети для більшості студентів є лише формальністю, і вони не вважають це суттєвим елементом планування. Долати означену проблему нам допомагають прийоми научіння цілепокладання, запропоновані цим дослідником (Фомин, 2011). Труднощі студентів, пов'язані з формулюванням висновків, напевно, є наслідком їхнього невміння узагальнювати, чого ми вчимо студентів недостатньо. Вказуючи студентам, як формулювати висновки, ми керуємося настановами, наданими у статті «How to Write a Conclusion (With Tips and Examples)» (Herrity, 2020).

Обговорюючи зі студентами критерій «сприяння розумінню глядачів», ми демонструємо їм приклади креолізованих текстів і візуальних метафор. Для пошуку у мережі доречних зображень рекомендуємо виконувати запити англійською і не обмежуватися тільки пошуковою системою Google, а застосовувати You.com, DuckDuckGo.com тощо.

Типовими відповідями наших студентів на запитання: що дало їм самооцінювання власних мультимедійних презентацій, є такі:

- 1) краще розуміти те, що від них очікує викладач;
- 2) запобігати недолікам, які заважають комфортному перегляду;
- 3) планувати зміст мультимедійної презентації, окреслюючи її мету;
- 4) логічно завершувати презентацію, підводячи підсумки або даючи рекомендації щодо сказаного.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

У статті обґрунтовано дві пропозиції:

1) вважати неінтерактивну мультимедійну презентацію ергономічною, якщо її ознаки узагальнюють три характеристики: придатність для цілі спілкування; придатність для розуміння і запам'ятовування; придатність для зорового сприйняття;

2) оцінювати ергономічний рівень мультимедійної презентації як прийнятний, якщо дотримано всіх дев'яти пропонованих критеріїв.

Розроблені взаємопов'язані теоретичні конструкти — ергономічний базовий зразок для неінтерактивних мультимедійних презентацій з мінімальним набором статичних медіа і критеріальна модель для їх оцінювання — становлять основу інформативного зворотного зв'язку між викладачами та студентами.

Експериментуючи з кількістю еталонних ознак та арністю оцінних шкал, ми дійшли висновку: залучення студентів до самооцінювання слід починати з використання мінімалістичного ергономічного базового зразка і найпростішої моделі оцінювання. Студенти досить легко і швидко опановують ці засоби й починають активно застосовувати їх на практиці.

У перспективі ми маємо намір доповнити ергономічний базовий зразок для зазначених мультимедійних презентацій ще однією ергономічною характеристикою — «придатність для вивчення» та описати її ознаки, а для оновленого набору критеріїв розробити тернарні оцінні шкали.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Andrade, H. (2005). Teaching with Rubrics: The Good, The Bad, And The Ugly. *College Teaching*, 1(53), 27-31. <https://doi.org/10.3200/CTCH.53.1>.
- Andrade, H. (2008). Self-Assessment Through Rubrics. *Educational Leadership*, 4 (65), 60-63. https://pdo.ascd.org/lmscourses/PD11OC101/media/FA_M06_Reading_03_Self_Assessment.pdf.
- Andrade, H. (2019). A Critical Review of Research on Student Self-Assessment. *Frontiers in Education*, 4. DOI:10.3389/feduc.2019.00087.
- Crowell, T. (2015). Student Self Grading: Perception vs. Reality. *American Journal of Educational Research*, 3(4), 450-55. DOI: 10.12691/education-3-4-10.
- Herrity, J. (2020, April 14). *How to Write a Conclusion (With Tips and Examples)*. Indeed. <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/how-to-write-a-conclusion>.
- International Organization for Standardization. (2018). *Ergonomics of human-system interaction – Part. 11: Usability: Definitions and concepts* (ISO Standard No 9241-11:2018).
- Kosslyn, S., Kievit, R., Russell, A., & Shephard, J. (2012). PowerPoint® Presentation Flaws and Failures: A Psychological Analysis. *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00230>.
- Krathwohl, D. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory Into Practice*, 4(41), 2012-2018. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_2.
- McDaniel, E. (1993). *Understanding Educational Measurement*. Brown & Benchmark Pub.
- Reynolds, G. (2009). *Presentation Zen Design: Simple Design Principles and Techniques to Enhance Your Presentations*. New Riders.
- Гафт, М. (1979). *Принятие решений при многих критериях*. Знание.
- Деордіца, Т., Білевич, С., & Вороніна, М. (2019). Критеріальне самооцінювання академічної презентації. Методичні рекомендації для студентів усіх педагогічних спеціальностей (Свідцтво про реєстрацію авторського права на твір № 91115). Авторське право і суміжні права. Бюлетень № 54.
- Деордіца, Т., Вороніна, М., Єпіфанова, О., & Толмачов, В. (2022). Мисленнєва тактика засвоєння термінів фахової мови. *Фізико-математична освіта*, 34(2), 25-32. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-034-2-004>.
- Міжнародна організація зі стандартизації (2002). *Ергономіка програмного забезпечення для мультимедійних інтерфейсів користувача. Ч. 1. – Принципи проектування та структура* (ДСТУ EN ISO 14915-1:2009). УкрНДНЦ.
- Мунипов, В., & Зинченко, В. (2001). *Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды*. Логос.
- Обжорин, А. (2016, 12.07). *15 лучших презентаций в мире: критерии мастерства*. Блог о визуальной грамотности. <https://vizual.club/2017/05/27/15-presentacy/>.
- Паронджанов, В. (2017). *Как написать хороший учебник для хороших людей. Учебники, о которых мечтают студенты и школьники*. ДМК Пресс.
- СУМ-11: *Словник української мови* (1970-1980). Наукова думка. sum.in.ua.
- Український науково-дослідний інститут дизайну та ергономіки НАУ. (2014). *Дизайн і ергономіка. Терміни та визначення основних понять* (ДСТУ 3899:2013). Мінекономрозвитку України.
- Фомин, А. (2011). Развитие навыков целеполагания средствами тренинга конкретизации целей. *Психологическая наука и образование*, 3(3). psyjournals.ru/psyedu_ru/2011/n3/47080_full.shtml.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- Andrade, H. (2005) Teaching with Rubrics: The Good, The Bad, And The Ugly. *College Teaching*, 1(53), 27-31. <https://doi.org/10.3200/CTCH.53.1>.
- Andrade, H. (2008). Self-Assessment Through Rubrics. *Educational Leadership*, 4 (65), 60-63. https://pdo.ascd.org/lmscourses/PD11OC101/media/FA_M06_Reading_03_Self_Assessment.pdf.
- Andrade, H. (2019). A Critical Review of Research on Student Self-Assessment. *Frontiers in Education*, 4. DOI:10.3389/feduc.2019.00087.
- Crowell, T. (2015). Student Self Grading: Perception vs. Reality. *American Journal of Educational Research*, 3(4), 450-55. DOI: 10.12691/education-3-4-10.
- Dieorditsa, T., Bilevych, S., & Voronina, M. (2019). Kryterialne samoosiniuvannia akademichnoi prezentatsii. Metodichni rekomendatsii dlia studentiv usikh pedahohichnykh spetsialnostei (Criterion self-assessment of academic presentation. Methodological recommendations for students of all pedagogical specialties). (Svidotstvo pro reiestratsiiu avtorskoho prava na tvir № 91115 (Certificate of copyright registration for the work No. 91115)). Avtorske pravo i sumizhni prava. Biuleten № 54. (In Ukrainian).
- Dieorditsa, T., Voronina, M., Yepifanova, O., & Tolmachov, V. (2022). Myslennieva taktyka zasvoiuivannia terminiv fakhovoi movy [Thinking tactic of professional language terminology acquisition]. *Fyzyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 34(2), 25-32. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-034-2-004>. (in Ukrainian).
- Fomin, A. (2011). Razvitiye navykov elepolanija sredstvami treninga konkretizatsii celej (Development of goal-setting skills by means of goal specification training). *Psihologicheskaja nauka i obrazovanie (Psychological Science and Education)*, 3 (3). psyjournals.ru/psyedu_ru/2011/n3/47080_full.shtml. (In Russian).
- Gaft, M. (1979). *Prinjatje reshenij pri mnogih kriterijah (Decision-making under many criteria)*. Znanie. (In Russian)
- Herrity, J. (2022, May 31). *How to Write a Conclusion (With Tips and Examples)*. Indeed. <https://www.indeed.com/career-advice/career-development/how-to-write-a-conclusion>.
- International Organization for Standardization. (2002). Software ergonomics for multimedia user interfaces — Part 1: Design principles and framework (DSTU EN ISO 14915-1:2009). UkrNDNTs. (In Ukrainian).
- International Organization for Standardization. (2018). *Ergonomics of human-system interaction – Part. 11: Usability: Definitions and concepts* (ISO Standard No 9241-11:2018).
- Kosslyn, S., Kievit, R., Russell, A., & Shephard, J. (2012). PowerPoint® Presentation Flaws and Failures: A Psychological Analysis. *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00230>.
- Krathwohl, D. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview, 4(41), 2012-2018. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_2.
- McDaniel, E. (1993). *Understanding Educational Measurement*. Brown & Benchmark Pub.
- Munipov, V., & Zinchenko, V. (2001). *Jergonomika: chelovekoorientirovannoe proektirovanie tehniki, programmnyh sredstv sredy (Ergonomics: human-centred design of technology, software and environment)*. Logos. (In Russian).
- Obzhorin, A. (2016, 12.07). *15 luchshih prezentacij v mire: kriterii masterstva (Top 15 Presentations in the World: Criteria for Excellence)*. Blog o vizual'noj gramotnosti (Visual literacy blog). <https://vizual.club/2017/05/27/15-presentacy/>. (In Russian).
- Parondzhanov, V. (2017). *Kak napisat' horoshij uchebnik dlja horoshih ljudej. Uchebniki, o kotoryh mechtajut student i shkol'niki (How to write a good tutorial for good people. Textbooks that students dream of)*. DMC Press. (In Russian).

18. Reynolds, G. (2009). *Presentation Zen Design: Simple Design Principles and Techniques to Enhance Your Presentations*. New Riders.
19. SUM-11: *Slovnyk ukrainskoi movy (Dictionary of Ukrainian language)*. (1970-1980). Naukova dumka. (In Ukrainian).
20. Ukrainskyi naukovo-doslidnyi instytut dyzainu ta erhonomiky NAU (Ukrainia Research Institute of Design and Ergonomics). (2014). *Dyzain i erhonomika. Terminy ta vyznachennia osnovnykh poniat (Design and Ergonomics. Terms and definitions of basic concepts)*. (DSTU 3899:2013). Minekonomrozvytku Ukrainy. (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 10.31110/2413-1571-2023-038-1-004

УДК 004.512

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ІНТЕРФЕЙСУ КОРИСТУВАЧА ПЛАТФОРМ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Любов КРЕСТЬЯНПОЛЬ ✉

Волинський національний університет імені Лесі Українки, Україна
 krestyanpol.lyubov@vnu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0003-3617-7900>

Анастасія ВЕРХОЛЮК

Волинський національний університет імені Лесі Українки, Україна
 verkholiuk.anastasiia2021@vnu.edu.ua

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE USER INTERFACE OF PLATFORMS FOR DISTANCE LEARNING

Lyubov KRESTYANPOL ✉

Lesya Ukrainka Volyn National University, Ukraine
 krestyanpol.lyubov@vnu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0003-3617-7900>

Anastasia VERKHOLYUK

Lesya Ukrainka Volyn National University, Ukraine
 verkholiuk.anastasiia2021@vnu.edu.ua

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. У роботі розглядається питання зручності інтерфейсів користувача платформ для дистанційного навчання. У сучасних реаліях змінюється та модернізується освіта в Україні. Це пов'язано не лише із інформатизацією суспільства, а й з пандемією Covid-19 та війною. Це вплинуло на освітній процес та змінило його. Звичне офлайн-навчання перейшло у онлайн-режим із використанням різноманітного програмного забезпечення. Проте, не завжди опановувати та користуватись новим програмним забезпеченням, яке може суттєво впливати на якість та ефективність навчання і викладання, легко.

Матеріали і методи. Здійснено аналіз і синтез теоретичних відомостей; проведено тестування інтерфейсів користувача, проведено онлайн опитування і опрацювання результатів опитувань. Експериментальна база дослідження: в експерименті взяли участь студенти та викладачі кафедри прикладної лінгвістики. Загальна кількість учасників – 120 студентів і 8 викладачів.

Результати. У роботі здійснено аналіз інтерфейсів платформ для дистанційного навчання Moodle та Google Classroom. Описано основні функціональні модулі систем, зазначено їх переваги та недоліки (порівнюються функціонал, ефективність, утилітарність, задоволеність програмного забезпечення). Для апробації систем розроблено електронні курси, які впроваджувалися з 2019 року. Представлено результати опитувань викладачів і студентів щодо ергономіки платформ. Аналіз емпіричних даних засвідчив зміну факторів, що впливають на ефективність дистанційного навчання: платформами дистанційного навчання та мотивації здобувачів і викладачів.

Висновки. Проведений аналіз дозволив оптимально підібрати платформи дистанційної освіти відповідно до освітнього компонента. Визначено основні проблемні питання, які виникали у процесі навчання у здобувачів та викладачів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: дистанційне навчання; інтерфейс користувача; платформи дистанційного навчання; навчальне середовище; Moodle; Google Classroom; синхронне та асинхронне навчання; опитування.

ABSTRACT

Formulation of the problem. The paper addresses the issue of the convenience of user interfaces of platforms for distance learning. In modern realities, education in Ukraine is changing and modernizing. This is due not only to the informatization of society but also to the Covid-19 pandemic and the war. This influenced the educational process and changed it. The usual offline learning has switched to online mode using a variety of software. However, it is not always easy to master and use new software, which can significantly affect the quality and effectiveness of learning and teaching.

Materials and methods. Analysis and synthesis of theoretical information were carried out; testing of user interfaces was carried out, an online survey was conducted and the results of surveys were processed. Experimental research base: students and teachers of the Department of Applied Linguistics took part in the experiment. The total number of participants is 120 students and 8 teachers.

Results. The paper analyzes the interfaces of Moodle and Google Classroom distance learning platforms. The main functional modules of the systems are described, and their advantages and disadvantages are indicated (functionality, efficiency, utilitarianism, and software satisfaction are compared). For testing systems, electronic courses have been developed that have been implemented since 2019. The results of surveys of teachers and students on the ergonomics of platforms are presented. Analysis of empirical data showed a change in factors affecting the effectiveness of distance learning: distance learning platforms and the motivation of applicants and teachers.

Conclusions. The analysis made it possible to optimally select distance education platforms by the educational component. The main problematic issues that arose in the process of learning from applicants and teachers are identified.

KEYWORDS: distance learning; user interface; distance learning platforms; learning environment; Moodle; Google Classroom; synchronous and asynchronous learning; polling.

ВСТУП

Постановка проблеми. Стрімкий розвиток мережних інформаційних технологій, окрім помітного зниження бар'єрів в розповсюдженні інформації, відкрив нові перспективи у сфері освіти. Можна з упевненістю стверджувати, що в сучасному світі має місце тенденція злиття освітніх та інформаційних технологій і формування на цій основі принципово нових інтегрованих способів здобуття знань, одним з яких є дистанційне навчання.

Під дистанційним навчанням розуміється індивідуалізований процес набуття знань, умінь, навичок і способів пізнавальної діяльності людини, який відбувається в основному за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного учасників навчального процесу у спеціалізованому середовищі, яке функціонує на базі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій (Дмитренко & Пасічник, 1999).

Для цитування:

Крестьянполь Л., Верхолюк А. Порівняльний аналіз інтерфейсу користувача платформ для дистанційного навчання. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 1. С. 28-35. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-1-004

Крестьянполь, Л., & Верхолюк, А. (2023). Порівняльний аналіз інтерфейсу користувача платформ для дистанційного навчання. *Фізико-математична освіта*, 38(1), 28-35. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-004>

For citation:

Krestyanpol, L., & Verkholyuk, A. (2023). Comparative analysis of the user interface of platforms for distance learning. *Physical and Mathematical Education*, 38(1), 28-35. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-004>

Krestyanpol, L., & Verkholyuk, A. (2023). Porivnialnyi analiz interfeisu korystuvacha platform dlia dystantsiinoho navchannia [Comparative analysis of the user interface of platforms for distance learning]. *Fiziko-matematichna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(1), 28-35. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-004>

Дистанційне навчання протягом багатьох років дуже вдало використовують закордонні системи освіти, а саме США, західноєвропейських країн (Дуніна, 2010), Японії. Проте, в Україні донедавна дистанційна форма навчання не знаходила широкого застосування, що можна пояснити низкою причин. Однак, через розповсюдження вірусу Covid-19 в Україні почали запроваджувати карантинні заходи, що призвели до закриття на невизначений час усіх навчальних закладів. Як наслідок, українські виші були змушені за екстремально короткий термін перейти на дистанційний навчальний процес.

Під терміном технологій дистанційного навчання можна розглядати відкриту розгалужену систему дидактичних та інформаційно-комунікаційних інструментів, яка створена внаслідок поєднання потрібних форм, методів і засобів навчання з метою отримання найвищої результативності навчання та використовується для розробки дистанційних курсів, організації навчального процесу та керування ним.

Аналіз актуальних досліджень. Питанням дистанційного навчання задавались ще у 90-тих роках, зокрема Девід Сьюарт досліджував систему підтримки студентів під час віддаленого навчання, та розглядав такі системи як телефонні розмови, радіотрансляція, групові телефонні розмови, студентські газети (Sewart, 1993).

На основі найбільш загальних методологічних підходів у дистанційному навчанні виділяють дві основні технології подання навчального матеріалу, а саме: синхронну та асинхронну (Громяк та ін. 2011). Під синхронною технологією слід розуміти, що викладач і здобувач знаходяться в безпосередньому контакті та інтерактивному процесі в реальному часі. Асинхронна технологія ж навпаки, не передбачає одночасного безпосереднього контакту між здобувачами освіти, тому навчальний матеріал може подаватися за допомогою відео-, аудіо- та інших комп'ютерних засобів, що підходять до використання у дистанційному навчальному процесі.

Платформа віддаленого, або ж дистанційного навчання є центральним елементом, навколо якого зосереджуються учасники дистанційної освіти. У цьому середовищі викладач створює загальний курс навчання, використовуючи мультимедійні педагогічні ресурси, підлаштовує його до здібностей та потреб кожного учасника освітнього процесу, та здійснює підтримку їх діяльності. Своєю чергою здобувач вивчає в мережі або завантажує рекомендований навчальний матеріал, організовує свою роботу, виконує завдання та передає їх на перевірку викладачеві й все це з можливістю простежувати послідовність своїх дій (Кухаренко & Бондаренко, 2020). Цікавий підхід до дистанційного навчання описано у праці «The Pedagogy of Distance Education». Автор описує основні принципи ефективного використання дистанційної освіти, роль викладача та студента в дистанційній освіті, матеріали в дистанційній освіті, а також вимірювання та оцінювання (Orakci & Karagöz, 2022). У свою чергу Shuang Geng досліджує питання впливу середовища навчання на якість освіти та наводить приклади про те, що здатність здобувачів керувати процесом навчання та використовувати навчальні технології може вплинути на ефективність їх навчання (Geng, та ін. 2019). Проблеми, які виникли у викладачів та студентів за час дистанційного навчання у період пандемії Covid-19 описано у праці (Ozmen & Kan, 2022). Автори провели інтерв'ю фокус-груп та визначили основні проблемні питання.

Дослідження синхронного та асинхронного навчання описано у праці (Rourke & Anderson, 2002). Одинадцять аспірантів, які навчаються на відстані, були розділені на три групи для спільної роботи над тематичним дослідженням з використанням синхронного голосу, асинхронного голосу, або системи синхронного текстового зв'язку. Аналіз даних показав, що кожна група доповнювала призначену їй систему додатковими системами зв'язку.

Фундаментальною працею у вебдизайні та проектуванні інтерфейсів є праця Якоба Нільсена (Nielsen & Loranger, 2006), у якій автор описує концепцію зручності інтерфейсу. Дана праця започаткувала розвиток UI досліджень. Крестьянполь Л., у своїх дослідженнях описує детально методику оптимізації конструктивних елементів вебформ, яка може застосовуватись при аналізі та розробці інтерфейсу користувача (Крестьянполь, 2019).

Мета статті дослідити зручність інтерфейсу користувача платформ для дистанційного навчання.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для вирішення поставленої мети використовувалися теоретичні методи дослідження: аналіз і узагальнення наукових джерел з метою розкриття основних положень досліджуваної проблеми; опитування респондентів та тестування UI; статистичні методи опрацювання результатів опитувань респондентів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Організація освітнього процесу під час дистанційного навчання регламентується Положенням про дистанційне навчання від 25 квітня 2013 року № 466 зі змінами та доповненнями. ЗВО надано рекомендації щодо впровадження та організацію дистанційної освіти, проте, чітко не вказано якими саме технологіями дистанційної освіти ЗВО варто користуватись. Дане рішення ЗВО приймають автономно спираючись на наявне технічне та кадрове забезпечення.

Безумовно, в наш час існує чимало платформ для організації дистанційного навчання та їх кількість не перестає зростати з кожним роком. Беззаперечно, вибір платформи для дистанційного навчання повинен бути виваженим та добре обдуманим. При цьому, слід врахувати різні особливості такі як: педагогічні, технічні, організаційні.

У роботі проведено аналіз двох платформ для організації дистанційного навчання, які апробувались з 2019 по 2022 рік на ОП «Прикладна лінгвістика. Переклад та комп'ютерна лінгвістика» Волинського національного університету імені Лесі Українки. Специфікою даної ОП є значна кількість кредитів на вивчення іноземної мови, що передбачає безпосередній постійний контакт із здобувачем.

Для проведення аналізу нами було обрано найбільш популярні онлайн середовища реалізовані на базі Open Source, які можуть використовуватись українськими освітянами для створення навчальних курсів та організації дистанційного навчання: освітня платформа Moodle, онлайн сервіс Google Classroom.

Платформа дистанційного навчання Moodle – система австралійського розробника Мартіна Дугіамаса є однією з найпопулярніших у світі, вона використовується у більш ніж 100 країнах, а кількість її користувачів з кожним роком помітно зростає. Це навчальне середовище дозволяє створювати якісні дистанційні навчальні курси, а його можливості аж ніяк не

гірші за функціонал багатьох комерційних систем. Можна сказати, що це навчальне середовище спроектовано з урахуванням всіх вимог та досягнень сучасної педагогіки, де основний наголос робиться на взаємодії усіх учасників навчального процесу та відповідних навчальних матеріалів.

Інтерфейс платформи Moodle відносно зручний. Дизайн навчального середовища має модульну структуру, яка легко модифікується. Наприклад, тут можна побачити блок меню зі списком навчальних курсів, календар подій, розділ новин та часову шкалу дедлайнів. Необхідно зазначити, що Moodle надає можливість вчителям та адміністраторам самостійно обирати необхідні блоки, які вони можуть видаляти, переміщувати, додавати, перейменовувати та проводити інші маніпуляції в залежності від їхнього смаку та цілей.

Можна стверджувати, що платформа Moodle володіє широким спектром функцій та різноманітним інструментарієм, які дозволяють викладачам та студентам отримувати максимум від навчання. Аналізуючи це освітнє середовище, ми виявили, що система Moodle має у своєму розпорядженні велику кількість модулів, за допомогою яких організовується навчальна робота. Кожен з цих модулів має окреме призначення, властивості та налаштування. Усі наявні модулі умовно поділені на «ресурси» та «види діяльності» (рис. 1).

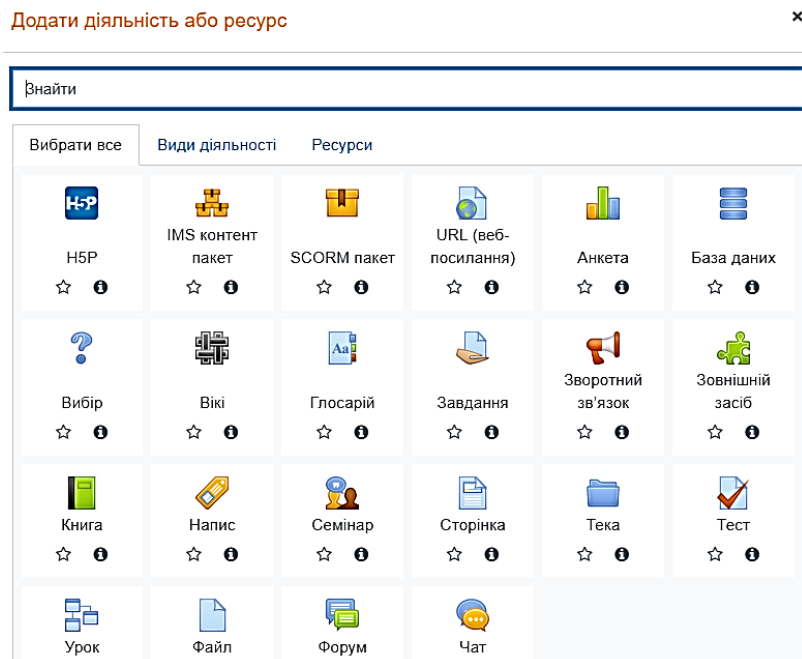


Рис. 1. Загальний вигляд вікна з модулями у системі Moodle

Розділ «Ресурси» характеризується тим, що вміщені модулі мають інформаційне призначення та є «пасивною» частиною навчального контенту. До них відносяться:

- Файл – дозволяє викладачу надати файл як ресурс курсу;
- Сторінка (HTML) – надає змогу створити вебсторінку, використовуючи вбудований текстовий редактор;
- Тека з файлами – дозволяє краще й зручніше організувати наявні ресурси в курсі;
- Напис – слугує для наведення пояснень, коротких ремарок та описів;
- URL (вебпосилання) – дає можливість помістити на сторінці курсу посилання на певний ресурс в мережі Інтернет.

У розділі «види діяльності» містяться модулі, які передбачають взаємодію з учасниками освітнього процесу і є «активною» частиною навчального контенту. До цієї категорії входять:

- Форум – дозволяє учасникам брати участь в онлайн-дискусіях;
- Завдання – дає змогу організувати виконання індивідуальної чи самостійної роботи;
- Глосарій – існує для створення списку та систематизації визначень і понять;
- Вибір – слугує інструментом опитування студентів щодо певної проблеми;
- Тест – дозволяє створювати набір тестових завдань різного типу.

Беззаперечно, навчальна платформа Moodle надає низку можливостей як для викладачів, так і для студентів. Можна стверджувати, що організатори навчального процесу мають змогу за допомогою перелічених вище інструментів створювати авторські дистанційні курси, розміщувати матеріали такі як лекції, навчально-методичні розробки, книги, довідники у різних форматах, наприклад .pdf, .doc, .html тощо, а також відео-, аудіо- та іншу інформацію з використанням додаткових плагінів. Також, великим плюсом є те, що викладачі можуть вести облік студентів із можливістю їх персоналізації та розмежування прав на доступ до навчальних ресурсів, спілкуватися з ними за допомогою чату, прослідковувати статистику, проводити звітність, контроль та оцінку знань (рис. 2).

Щодо студентів, то коло їх можливостей не є вужчим. Вони можуть редагувати свої облікові записи, змінюючи особисті дані, ознайомлюватися з нагадуванням про події, розміщеними у курсі, завантажувати виконані ними завдання. Крім того, у них завжди є змога переглянути результати своєї роботи, поспілкуватися з наставником використовуючи особисті повідомлення та чат, опрацювати навчальні матеріали, які знаходяться у вільному доступі «24 на 7».

	Прізвище / Ім'я	Електронна пошта	Ролі	Групи	Останній вхід на курс	Статус
☐	[blurred]	[blurred]	Студент	[blurred]	229 днів 9 години	Активний
☐	[blurred]	[blurred]	Студент	Ніколи	[blurred]	Активний
☐	[blurred]	[blurred]	Студент	Ніколи	[blurred]	Активний
☐	[blurred]	[blurred]	Студент	[blurred]	6 хв 51 сек	Активний
☐	[blurred]	[blurred]	Студент	Ніколи	[blurred]	Активний
☐	[blurred]	[blurred]	Студент	Ніколи	[blurred]	Активний
☐	[blurred]	[blurred]	Студент	Ніколи	[blurred]	Активний
☐	[blurred]	[blurred]	Студент	Ніколи	[blurred]	Активний
☐	[blurred]	[blurred]	Студент	Ніколи	[blurred]	Активний
☐	[blurred]	[blurred]	Студент	Ніколи	[blurred]	Активний
☐	[blurred]	[blurred]	Студент	Ніколи	[blurred]	Активний

Рис. 2. Загальний вигляд вікна із списком відвідувачів курсу у системі Moodle

Навчальне середовище Google Classroom є розробкою компанії Google, яка покликана полегшити роботу викладачів та зробити її ефективнішою. Ця навчальна платформа інтегрована з Google Docs, Drive, Gmail та є складовою спеціалізованого освітнього пакета Google Apps for Education разом з календарем, електронною поштою та іншими програмами.

Попрацювавши з даним сервісом, стає зрозуміло, що інтерфейс середовища є досить лаконічним та простим. Розробники максимально спростили його зовнішній вигляд, щоб освоїтися в ньому могли люди без особливих технічних навичок, а саме вчителі, студенти, учні та їх батьки.

У загальному, принцип роботи з цим онлайн сервісом не викликає особливих труднощів. Учасники процесу здатні бачити список усіх навчальних курсів, які ж одразу простежуються при першому вході в систему, а простий блок навігації робить процес користування цим вебресурсом приємним та легким. До того ж, спеціальна кнопка у вигляді «+» допоможе швидко створити, або ж записатися на вже наявний курс (рис. 3). Користувачі можуть реєструватися із пошти Gmail. Додатись до курсу можна використовуючи код курсу, або згенероване гіперпосилання.

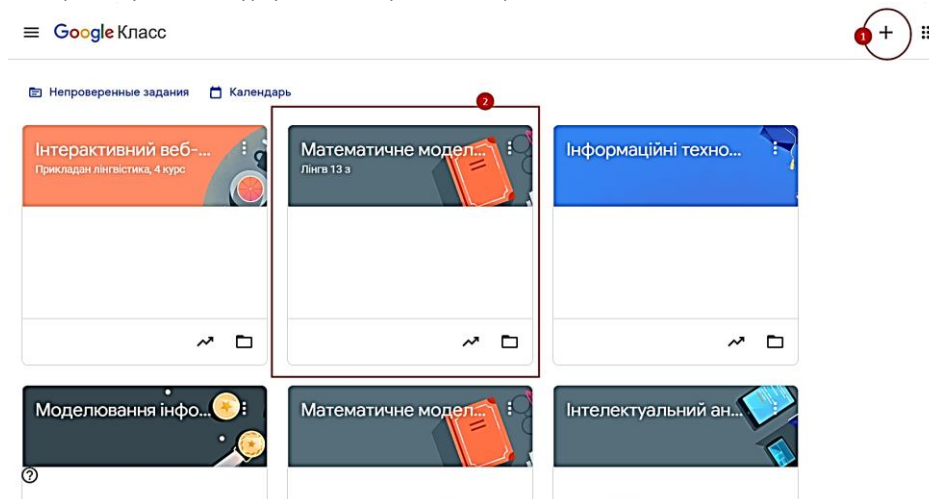


Рис. 3. Загальний вигляд вікна з класами у системі Google Classroom

Загальне вікно курсу має вигляд вкладок (рис. 4 позн. 1), вони ж підрозділи, завдяки яким відбувається керування навчальним процесом, а саме «Потік», «Завдання» «Люди» та «Оцінки». Вкладка «Потік» має вигляд стіни, на якій має змогу публікувати оголошення викладач. У вкладці «Потік» відображається актуальна інформація щодо навчального курсу. Можна стверджувати, що цей підрозділ фактично є аналогом стрічки соцмереж, де можна писати повідомлення (рис. 4 позн. 2), додавати навчальний матеріал, опубліковувати відео, ділитися посиланнями та світлинами, призначати завдання. Саме у цій вкладці учасники навчального процесу можуть коментувати надані їм матеріали (рис. 4 позн. 4), чи просто спілкуватися одне з одним, тут відбувається основна комунікація. Викладач може редагувати своє повідомлення на стіні, а також має змогу звернутись окремо до певного здобувача (рис. 4 позн. 3). Усі створені класи можна переглядати та редагувати, для цього є меню класів (рис. 4 позн. 5).

Таблиця 1

Аналіз інтерфейсу платформ для дистанційної освіти

Параметр	Moodle	Google Classroom
Простота реєстрації	При корпоративній мережі необхідна корпоративна пошта.	Проблема реєстрації осіб до 14 р.
Легкість опанування	Виникають складнощі із додатковими модулями та інтеграцією із іншими додатками.	Базові завдання виконуються легко під час першої взаємодії з продуктом.
Ефективність	При опануванні задачі виконуються легко	При опануванні задачі виконуються легко
Запам'ятовуваність	Необхідно згадувати як працювати з інтерфейсом, після тривалої перерви.	Мінімалістичний інтерфейс із підказками допомагає зорієнтуватись користувачу.
Робота з помилками	Для розширення функціоналу чи виправлення деяких помилок може знадобитися допомога спеціаліста.	Помилки найчастіше виникають при завантаженні виконаних завдань.
Задоволеність	Є можливість зміни дизайну модулів.	Зміна дизайну модулів обмежена.
Утилітарність	Обмежена інтеграція із зовнішніми програмними продуктами. Основний функціонал виконується	Має можливість інтегруватись із більшістю застосунків Google. Обмежена кількість користувачів.
Навігація	Перенасичена вкладками та кнопками. Шрифти читабельні яскравого кольору, розмір оптимальний.	Проста мінімалістична. Шрифти читабельні. Білий фон вікон спрощує сприйняття. Шрифти оптимального розміру сірого кольору (колір можна змінювати).

Апробація платформ дистанційного навчання Moodle та Google Classroom проводилась у 2019/2020, 2020/2021, 2021/2022 н.р. Викладачі мали змогу поєднувати рекомендовані ЗВО платформи з іншими платформами, такими як: Zoom, Skype, MS Teams. В апробації взяли участь більш як 120 студентів 1-го, 2-го, та 3-го курсів. Наприкінці кожного семестру, після завершення вивчення ОК, для визначення універсальної та зручної платформи для організації дистанційного навчання, проводились опитування серед студентів та викладачів кафедри прикладної лінгвістики Волинського національного університету імені Лесі Українки. Перелік запитань для респондентів наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Перелік питань з опитувальника Google-форм для здобувачів та НПП ОПП
«Прикладна лінгвістика. Переклад та комп'ютерна лінгвістика»

№ п/п	Питання з анкети здобувачів	Питання з анкети НПП
1	Чи організовано процес дистанційного навчання у Вашому ЗВО (наявність положень ЗВО, або рекомендацій)?	
2	Чи ознайомлював Вас викладач із методикою роботи у програмному середовищі, яке використовувалося для навчання?	Чи організовував ЗВО заходи щодо ознайомлення та навчання НПП з платформами для дистанційного навчання?
3	За допомогою яких платформ у Вас проходило дистанційне навчання?	Які платформи для дистанційного навчання Ви використовували?
4	Чи виникали у Вас проблеми із доступом або інсталяцією до навчального середовища?	
5	Чи є можливість користуватись платформою з мобільних пристроїв та інших застосунків?	
6	Чи зрозуміла навігація та структура платформи що Ви використовували для навчання?	
7	Чи зрозумілі графічні зображення та читабельний текст інтерфейсу платформи?	
8	Чи наявні підказки щодо використання того, чи іншого функціонального елементи або блока платформи?	
9	Чи є можливість завантажувати у програмне середовище файли різного формату?	
10	Вкажіть наскільки методика роботи з платформою є легкою у відтворенні після тривалого невикористання платформи?	
11	Які проблемні моменти виникали у Вас під час користування платформами для дистанційного навчання?	
12	Від чого на вашу думку залежить ефективність дистанційного навчання?	
13	Наскільки ефективно, на Вашу думку, було організоване дистанційне навчання у Вашому закладі освіти?	

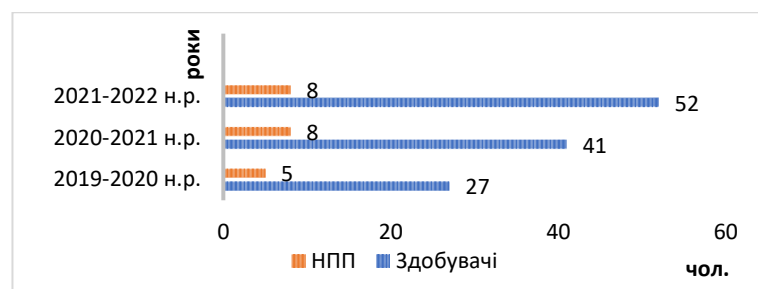


Рис. 6. Кількість респондентів, що прийняли участь у опитуванні за роками

Загалом в опитуванні взяли участь 120 здобувачів та 8 науково-педагогічних працівників віком від 17 до 57 років. Проаналізувавши дані анкетування, ми отримали наступні результати.

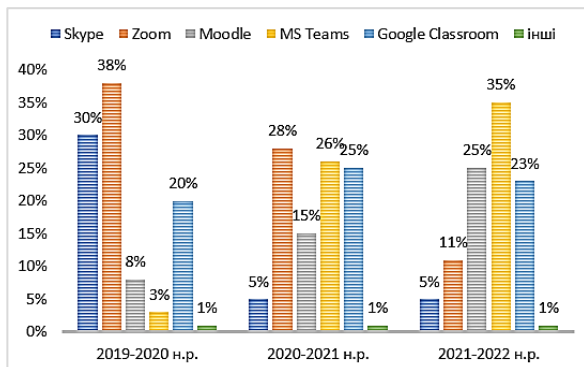


Рис. 7. Розподіл відсоткового відношення використання платформ для дистанційного навчання за роками

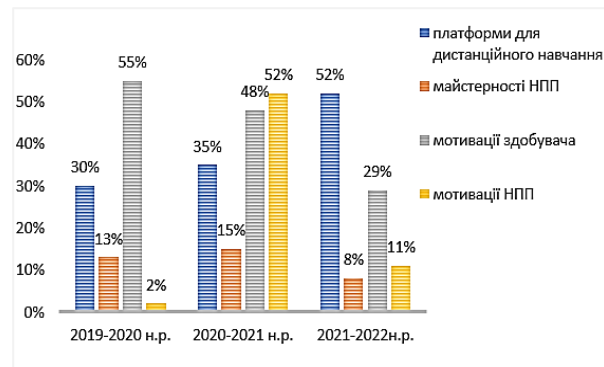


Рис. 8. Результати опитування, щодо факторів, які впливають на ефективність дистанційного навчання

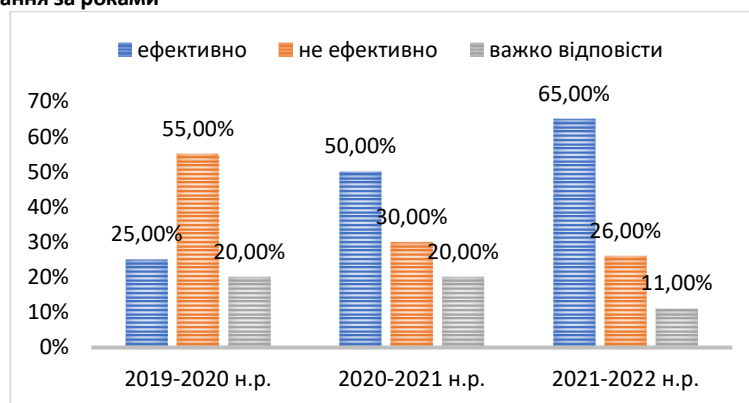


Рис. 9. Ефективність організації дистанційного навчання згідно опитування респондентів за роками

Можна стверджувати, що для теоретичних освітніх компонент, які не передбачають використання тривалого відео зв'язку доцільно використовувати середовище Google Classroom, яке дозволяє публікувати навчальні матеріали у завданнях та проводити відеоконференції з невеликою кількістю учасників. Для освітніх компонент, які вимагають постійного контакту зі здобувачами, наприкладі іноземної мови, є необхідність проведення заняття у форматі відеозв'язку. При цьому середовище Google Classroom для даної умови не підійде, адже, безкоштовна версія програми має обмежену кількість учасників.

Тестування інтерфейсу та опитування респондентів показали, що більш легкий в опануванні та зручний у користуванні інтерфейс середовища Google Classroom. У свою чергу середовище Moodle є функціонально досконалішим.

У результаті опитування автором сформовано основні проблемні питання, які виникали під час навчання у 2019/2022 роках.

Під час опитування основними проблемами з якими зустрічалися здобувачі це:

- Відсутність стійкого інтернет-зв'язку;
- Проблема із реєстрацією електронної пошти;
- Проблеми із встановленням ПЗ на різні операційні системи;
- Проблема із завантаженням завдання у середовище;
- Брак навчальних матеріалів у цифровому середовищі (2020 рік);

Проблеми, які виникали у науково-педагогічних працівників під час дистанційного навчання:

- Відсутність навчальних курсів для ознайомлення з платформами дистанційної освіти (2020 рік);
- Викладачі використовували різні платформи, не було уніфікованого підходу до вибору платформ (2020 рік);
- Обмежена кількість користувачів для Google Classroom безкоштовної версії, а також перевантажений власний Google диск.

Проте, більшість проблем вирішено, викладачі проходили курси підвищення кваліфікації, у ЗВО розроблено положення про дистанційну освіту та електронний навчальний курс, проведено модернізацію апаратного та програмного забезпечення. На сьогодні більше 60% респондентів вважають, що дистанційне навчання організовано на належному рівні.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Таким чином, на основі проаналізованих результатів стає очевидним, що організація дистанційного навчання в ЗВО більшою мірою є ефективною. Це пояснюється вдалим підбором онлайн платформ, який за результатами опитування грає ключову роль для імплементації результативного дистанційного формату навчання в освітній процес. На основі отриманих даних можна з впевненістю сказати, що більшість учасників навчального процесу під час віддаленого навчання тяжіють до

комунікації одне з одним і воліють обмінюватися навчальною інформацією в режимі реального часу, тому синхронний спосіб подання навчальних матеріалів грає велику роль в дистанційному форматі навчання, оскільки максимально наближений до традиційної, очної моделі. Тому, цей фактор варто брати до уваги при виборі навчальних платформ, які є фундаментальними для організації дистанційного навчання, як вже було сказано вище. Варто зазначити, що серед лідерів найбільш вживаних платформ є Google Classroom та Moodle. Однак не всі вони викликали повністю позитивні враження у користувачів. Опитування показало, що велика частка респондентів, які користуються Moodle потребувала сторонньої допомоги спеціалістів для того, щоб при звичаїтися до роботи з цією платформою, на відміну від тих, хто використовував Google Classroom, який за словами опитаних має зручний та цілком зрозумілий інтерфейс та принцип роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Громяк, М., Василенко, Я., Галан, В., & Чорний В. (2011). Проблеми впровадження та використання електронного навчання у вищих навчальних закладах. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Сер. Педагогіка*, 1, 191-199.
2. Дмитренко, П. В., & Пасічник, Ю. А. (1999) *Дистанційна освіта*. Київ.
3. Дуніна, І. М. (2010). Платформи дистанційного навчання в університетах Франції. *Науковий вісник Донбасу*. http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvd_2011_4_7.
4. Кухаренко, В. М., & Бондаренко, В. В. (2020). *Екстрене дистанційне навчання в Україні: Монографія*. Харків, Міська друкарня.
5. Крестьянполь, Л. (2019). Основи оптимізації конструктивних елементів веб-форм. *Технологічні комплекси*, 1(16), 96-102.
6. David Sewart (1993). Student support systems in distance education. *The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 8(3), 3-12, DOI: 10.1080/0268051930080302
7. Geng, S., Law, K. M., & Niu, B. (2019). Investigating self-directed learning and technology readiness in blending learning environment. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1-22.
8. Nielsen, J., & Loranger, H. (2006). *Prioritizing Web Usability*. Pearson Education.
9. Orakci, Ş., & Karagöz, S. (2022). The Pedagogy of Distance Education. *Pedagogy, Presence, and Motivation in Online Education*. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-8077-6.ch001>
10. Ozmen, E. & Kan, A. (2022). Problems Encountered by Distance Education Staff in the Emergency Distance Education Process. *Discourse and Communication for Sustainable Education*, 13(1) 48-62. <https://doi.org/10.2478/dcse-2022-0005>
11. Rourke, L., & Anderson, T. (2002). Using Web-Based, Group Communication Systems to Support Case Study Learning at a Distance. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 3(2). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v3i2.107>

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Hromiak, M., Vasylenko, Ya., Halan, V., & Chorny V. (2011). Problemy vprovadzhennia ta vykorystannia elektronnoho navchannia u vysshchykh navchalnykh zakladykh [Problems of implementation and use of e-learning in higher educational institutions]. *Naukovi zapysky Ternopil'skoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu im. V. Hnatiuka. Ser. Pedahohika – Scientific notes of the Ternopil National Pedagogical University named after V. Hnatiuk. Ser. Pedagogy*, 1, 191-199. (in Ukrainian).
2. Dmytrenko, P. V., & Pasichnyk, Yu. A. (1999) *Dystantsiina osvita [Distance education]*. Kyiv. (in Ukrainian).
3. Dunina, I. M. (2010). Platformy dystantsiinoho navchannia v universytetakh Frantsii [Distance learning platforms in French universities]. *Naukovyi visnyk Donbasu – Scientific Bulletin of Donbass*. http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvd_2011_4_7. (in Ukrainian).
4. Kukharenyk, V. M., & Bondarenko, V. V. (2020). *Ekstrene dystantsiine navchannia v Ukraini [Emergency distance learning in Ukraine]* Kharkiv, Miska drukarnia. (in Ukrainian).
5. Krestyanpol, L. (2019). Osnovy optymizatsii konstruktivnykh elementiv veb-form [Basics of optimization of structural elements of web forms]. *Technological complexes – Technological complexes*, 1(16), 96-102. (in Ukrainian).
6. David Sewart (1993). Student support systems in distance education. *The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 8(3), 3-12, DOI: 10.1080/0268051930080302
7. Geng, S., Law, K. M., & Niu, B. (2019). Investigating self-directed learning and technology readiness in blending learning environment. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1-22.
8. Nielsen, J., & Loranger, H. (2006). *Prioritizing Web Usability*. Pearson Education.
9. Orakci, Ş., & Karagöz, S. (2022). The Pedagogy of Distance Education. *Pedagogy, Presence, and Motivation in Online Education*. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-8077-6.ch001>
10. Ozmen, E. & Kan, A. (2022). Problems Encountered by Distance Education Staff in the Emergency Distance Education Process. *Discourse and Communication for Sustainable Education*, 13(1) 48-62. <https://doi.org/10.2478/dcse-2022-0005>
11. Rourke, L., & Anderson, T. (2002). Using Web-Based, Group Communication Systems to Support Case Study Learning at a Distance. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 3(2). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v3i2.107>



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 10.31110/2413-1571-2023-038-1-005

UDC 378.147

НАВЧАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ НА ОСНОВІ КОМПЕТЕНТІСНОГО ТА ТЕЗАУРУСНОГО ПІДХОДІВ

Умурбек КУШМУРOTOV ✉

Навоийський державний гірничий університет, Узбекистан
 kushmurotov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2273-1843>

TEACHING HIGHER MATHEMATICS BASED ON COMPETENCE-BASED AND THESAURUS APPROACHES

Umurbek KUSHMUROTOV ✉

Navoi State Mining and Technology University, Uzbekistan
 kushmurotov@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-2273-1843>

АНОТАЦІЯ

Постановка задачі. Потреба у підвищенні рівня математичної підготовки майбутніх інженерів та зменшення кількості годин, відведених на викладання вищої математики, породжує необхідність розробки та вдосконалення методики її викладання. Метою даної статті є опис методики навчання вищої математики на основі тезаурусного підходу.

Матеріали та методи. Матеріалом дослідження є педагогічна та методична література, досвід зарубіжних та вітчизняних учених. У ході дослідження використовувалися загальнонаукові методи (аналіз, синтез, конкретизація, систематизація, узагальнення).

Результати. Тезаурусний підхід у навчанні сприяє з'ясуванню рівня математичної компетентності з певної теми. Основою навчальної інформації є навчальний тезаурус, лексикон студента, необхідний для оптимального розподілу навчальної інформації за видами навчального заняття та для розробки дидактичних матеріалів, вибір методів і форм навчання.

Висновки. Визначення змісту навчального тезауруса конкретної теми вищої математики допомагає чітко описати зміст математичної компетентності з відповідної теми, етапи її формування, проаналізувати та уточнити необхідну навчальну інформацію, розподілити її за типами занять (лекція, практичне заняття, самостійна робота). Визначення словникового запасу студента, необхідного для засвоєння нової теми, допомагає визначити методику й засоби навчання, зокрема розробити допоміжні завдання й запитання для актуалізації словникового запасу студента, встановити послідовні зв'язки між навчальним тезаурусом і словниковим запасом студента, здійснити розробку словникового запасу студента, розробити засади диференційованого підходу до навчання. Запропонована методика має властивості гнучкості, доповнень, модифікацій залежно від цілей навчання та конкретної академічної групи. Необхідні подальші дослідження щодо ефективного використання тезаурусного підходу в процесі навчання вищої математики.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: вища математика; математичні компетентності; навчальний тезаурус; тезаурусний підхід; лексикон студента; визначники.

ABSTRACT

Formulation of the problem. The requirement to increase the level of mathematical training of future engineers and reduce the number of hours devoted to teaching higher mathematics gives rise to the task of developing and improving the methodology for teaching higher mathematics. The purpose of this article is to describe the methodology for teaching higher mathematics based on the thesaurus approach.

Materials and methods. The research materials are pedagogical and methodical literature, and experiences of foreign and domestic scientists. In the course of the study, general scientific methods (analysis, synthesis, concretization, systematization, and generalization) were used.

Results. The thesaurus approach to learning helps to clarify the mathematical competence of a particular topic, the basis of educational information is the educational thesaurus, the student's lexicon necessary for the optimal distribution of educational information by type of training session and the development of didactic materials, the choice of methods and forms of education.

Conclusions. Determining the content of the educational thesaurus of a specific topic of higher mathematics helps to clearly describe the mathematical competencies of the relevant topic, the stages of its formation, analyze and clarify the necessary educational information, distribute it by type of lesson (lecture, practical lesson, self-study). Determining the student's vocabulary necessary for mastering a new topic helps to determine the methodology and means of teaching, in particular, to develop auxiliary tasks and questions for updating the student's vocabulary, to establish successive links between the educational thesaurus and the student's vocabulary, to implement a differentiated approach to learning. The proposed methodology has the properties of flexibility, additions, and modifications depending on the learning objectives and specific academic group. Further research is needed on the effective use of the thesaurus approach in the process of teaching higher mathematics.

KEYWORDS: higher mathematics; mathematical competencies; educational thesaurus; thesaurus approach; student's lexicon; determinants.

INTRODUCTION

Mathematics is a universal language for describing processes and phenomena of various natures, without mastering this language it is impossible to solve modern engineering problems, including mining problems. But in the context of a decrease in the number of hours devoted to mathematical sciences, mastering this universal language, raising the level of mathematical training of a future engineer, and identifying the application of mathematics in technical and related sciences becomes a difficult task. In this regard, there is a need to develop new and improved existing methods of teaching higher mathematics to students of technical specialties.

THEORETICAL FOUNDATIONS OF THE RESEARCH

An analysis of scientific research on mathematical competencies and the competence of future specialists shows that mathematical competencies are defined for the entire course of mathematics. For example, V.A. Shershneva (2011) makes the

Для цитування:

Kushmurotov U. Teaching higher mathematics based on competence-based and thesaurus approaches. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 1. С. 36-40. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-1-005

Kushmurotov, U. (2023). Teaching higher mathematics based on competence-based and thesaurus approaches. *Фізико-математична освіта*, 38(1), 36-40. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-005>

For citation:

Kushmurotov, U. (2023). Teaching higher mathematics based on competence-based and thesaurus approaches. *Physical and Mathematical Education*, 38(1), 36-40. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-005>

Kushmurotov, U. (2023). Teaching higher mathematics based on competence-based and thesaurus approaches. *Fiziko-matematichna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(1), 36-40. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-005>

following remark about the mathematical competence of future engineers. Mathematical competence is an integrative-dynamic characteristic of a student's personality, characterizing the student's ability and willingness to use mathematical modeling methods in their professional activities. Mathematical competence combines the mathematical knowledge, skills, and abilities provided for by educational standards and general cultural and professional competencies projected into the subject area of mathematics, the main core of which is the ability and willingness of the graduate to apply this knowledge in his professional activities.

According to Khom'yuk (2014), the mathematical competence of a future engineer is characterized by a set of competencies:

- logical-analytical (the ability to solve problems of a reproductive nature, recognize an applied problem, determine which topic it belongs to, the ability to identify the appropriateness of using mathematical methods to solve professional problems);
- visual-figurative (the ability to switch to the symbolic form of the problem, the ability to work with diagrams, graphs, the ability to draw up any information in a visual form);
- technological (the ability to independently obtain information, develop and find ways to solve problems, work with documents, the ability to use mathematical technologies to process the results of experiments);
- research (the ability to conduct a mathematical analysis of the results of the study, the ability to organize their research using the mathematical apparatus, to motivate their cognitive activity; to carry out a theoretical analysis of the research task; to establish cause-and-effect relationships, to formulate reasoned conclusions, based on the rational execution of mental operations; to independently carry out analysis of the solution, verification of the results obtained; the ability of self-education);
- creative and creative (the ability to show intuition, find an original solution, readiness for creative reflection on the use of mathematical knowledge, skills, and abilities in professional activities, the ability to make and justify decisions in non-standard situations (readiness to make decisions));
- modeling and prognostic (the ability to see, control, and assume the results of work at all stages of one's activity, the ability to identify the main processes and develop their mathematical models).

An analysis of works on mathematical competence in foreign countries (Holovan, 2014), (Niss & Højgaard, 2011), (Pepin et al., 2021) allows us to see that mathematical competence is defined using the concept of ability: mathematical competence means the ability to understand and evaluate mathematics and mathematical activity, its application and use in various contexts in which mathematics plays or can play a role. M. Niss considers mathematical competencies as clearly distinguishable and separate, basic components of mathematical competence, and describes 8 mathematical competencies, combined into two groups.

The above definitions of competence are very difficult to clarify for a specific topic (module) of higher mathematics. Therefore, there is a need to develop effective methods for refining the mathematical competencies of future specialists. In our opinion, it is advisable to enrich the introduction of a competency-based approach into the educational process of a university with a thesaurus approach.

The concept of thesaurus entered science from linguistics and computer science, expanded its meaning, and became a universal term. Thesaurus (thesaurus) in Greek means treasure, wealth, stock, treasure. In pedagogy, the concept of thesaurus appeared in the information-semantic model of education proposed by L.T. Turbovich. In this model, the author defines a thesaurus as a stock of concepts, assessments, and norms, including action patterns, embodied and preserved in a person's memory. According to this model, the formation of a person's consciousness is identified with the formation of his conceptual and psychological thesaurus (Kozhokar', 2009). When new information is added to the thesaurus, its expansion is interpreted by the author as teaching.

Miroshnichenko (2016), working within the framework of the technology of creating pedagogical thesauri, proposes to distinguish between personal thesauri and educational thesauri. In his opinion, each person has a certain thesaurus, which is formed under the influence of internal and external factors throughout his life.

Along with the personal thesaurus, scientific publications also use the concept of a lexicon. Lexicon - in translation from the ancient Greek language means "word". The lexicon is a collection of words that a person possesses, a vocabulary (wealth). Vocabulary is divided into two types: active and inactive (passive). Active vocabulary includes words that a person uses in speech and writing. Inactive vocabulary consists of words that a person recognizes (knows) when reading or hearing but does not use himself in speech and writing. Usually, the stock of inactive words is several times larger than the stock of active words.

One of the problems of teaching a personality is the formation of a lexicon, through which, by giving the lexicon certain properties, teachers can control the process of learning, assimilation of information, and build a professionally oriented lexicon. It should be noted that the thesaurus is relatively static, while the lexicon is dynamic; this is how the lexicon differs from the thesaurus (Zharov & Turgunbaev, 2019).

In this case, the thesaurus approach makes it possible to clarify the educational and didactic support of the subject or module of the subject, in particular, the content of education. At the same time, the content of education is determined by the content of the educational thesaurus, it includes the basic concepts of the educational discipline, as well as methods of an educational activity (general educational methods, general mathematical methods of activity, methods of activity characteristic of certain sections of mathematics, special methods of activity for solving basic problems), basic tasks on each topic and methods of activity to solve these problems (Turgunbaev, 2021).

In this case, the composition of competencies for each topic of higher mathematics can be formed as follows (Turgunbaev & Kushmurotov, 2021):

- a) know the basic concepts and facts of the topic;
- b) know the properties of the basic concepts and theorems expressing the connections between new concepts, as well as previously studied concepts;

- c) know and apply methods of activity to solve the main tasks of the topic;
- d) be able to transform and transfer the reception of activities to solve the main problems to solve new problems;
- e) apply the above competencies in the study of related and professional disciplines.

The study aims to describe the methodology for implementing the teaching of higher mathematics in technical universities based on the competence-based and thesaurus approaches using the topic "Determinants" as an example.

RESEARCH METHODS

In the course of the study, general scientific methods (analysis, synthesis, concretization, systematization, and generalization) were used.

RESULTS AND DISCUSSION

For a student to master a concept (definition, theorem, proof, rule), his lexicon must have a vocabulary (concepts) and methods of activity corresponding to this concept. By the assimilation of a new concept by a student, we mean establishing a connection between this concept and concepts in the student's lexicon, expanding the student's lexicon, and giving the student's lexicon a new quality. For this reason, each element taken from the educational thesaurus must correspond to a group of elements from the student's lexicon. Otherwise, the student will not learn this element.

Educational thesaurus of the topic "Determinants". With the help of the analysis of educational literature and the method of questioning experts, an educational thesaurus of the topic "Determinants" was determined. Basic concepts: Second order determinant, notation, diagonal elements, row determinant, column elements, determinant evaluation, properties, third order determinant, determinant order, minor, algebraic addition, a triangular method for calculating the third order determinant, Sarrius method, row expansion method or column, calculation of the determinant of the nth order.

Main questions: 1) direct calculation of the determinant of the 2nd, and 3rd order; 2) calculation of the determinant by its properties.

Methods of activity for solving the main problems:

1) acceptance of activities for calculating the second-order determinant:

- 1. Select the main diagonal, and multiply its elements.
- 2. Select the auxiliary diagonal, and multiply its elements.
- 3. Calculate the difference between the first and second products.
- 4. Write an answer.

2) acceptance of activities for calculating the determinant of the third order by definition:

- 1. Expand by elements of a certain row (or column);
- 2. Calculate algebraic additions;
- 3. Calculate the value of a numeric expression
- 4. write an answer.

3) Acceptance of activities for calculating the determinant of the nth order:

- 1. Determining the order of the determinant;
- 2. Expand by elements of some row (or column);
- 3. Calculate algebraic additions (if necessary, use a decrease in the order of the determinant);
- 4. Calculate the value of a numeric expression;
- 5. Write an answer.

Competences on the topic "Determinants"

Competences based on this educational thesaurus can be formed as follows:

As a result of training, the student knows:

- determinants of the second (third, ..., n-) order and their designations;
- elements of the determinant (order, diagonals, row, column);
- methods for calculating the determinant of the 3rd order (the triangle method, the Sarrius method, the method of expansion by the elements of a row or column);
- properties of the determinant;
- the minor, algebraic complement of the determinant;
- methods for calculating the determinant of the nth order (zero the elements of a column or row, decompose by elements of a row or column).

As a result of training, the student can: 1) directly calculate the determinants of the 2nd and 3rd order; 2) calculate the determinant by its properties; 3) Calculate the determinant of the nth order.

As a result of training, the student transforms and transfers the methods of activity for solving basic problems to solving new problems.

These competencies are developed in the following topics: "Matrices" (finding the inverse of a matrix, determining the rank of a matrix), "System of linear equations" (Cramer's formula), "Analytic geometry in a plane and space" (area of a triangle, equations of a straight line passing through two points, equations normals, conditions for the intersection of three lines, equations of the plane), "vector algebra" (vector product, mixed product of vectors, condition of perpendicularity of vectors), in electrical engineering (calculation of electrical circuits), etc.

Student's lexicon

The methodology for determining the student's vocabulary, necessary for studying a particular topic, is described in the article (Turgunbaev, 2022). Based on this technique, we determine the student's vocabulary corresponding to the above topic. The concept of a determinant is associated with numbers and arithmetic operations on numbers, the order in which actions are

performed, in addition, when introducing this concept, the words column, row, diagonal, triangle, triangle base, triangle apex, parallel, and order are used. If systems of linear equations with two unknowns are used to motivate the introduction of the concept of a determinant, then the student's vocabulary should also contain the concepts of the unknown, equations, solution of an equation, a linear equation, coefficients of an equation, a system of linear equations with two unknowns, methods for solving a system of linear equations with two unknowns (substitution, addition).

Determining the necessary student vocabulary for studying this topic will help identify gaps in the student's real vocabulary, outline means, and methods for eliminating gaps in the student's vocabulary and updating the vocabulary. And also to develop means of motivation to study a new topic, means (questions and tasks) of expanding the student's vocabulary based on an educational thesaurus.

Implementation of the thesaurus approach in teaching

To introduce the concept of a second-order determinant in a lecture, you can use the method of solving a system of linear equations with two unknowns. After getting acquainted with the basic concepts (determinant, order of the determinant, determinant elements, element designations, column elements, row elements, main diagonal, auxiliary diagonal), students can be offered the following tasks to "discover" the properties of the determinant:

1) Calculate the determinants $\begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 2 & 3 \end{vmatrix}$; $\begin{vmatrix} 0 & 3 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}$. What do they have in common? (expected answer: if the elements of a row (column) of a determinant are equal to zero, then the value of this determinant is equal to zero.). Is the reverse true?

2) Calculate the determinants $\begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 2 & 3 \end{vmatrix}$; $\begin{vmatrix} 2 & 6 \\ 2 & 6 \end{vmatrix}$. What do they have in common? (expected answer: If two rows (columns) of a determinant are equal, then the value of this determinant is zero). Is the reverse true?

3) Calculate the determinants $\begin{vmatrix} 4 & 6 \\ 2 & 3 \end{vmatrix}$, $\begin{vmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 6 \end{vmatrix}$. What do they have in common? (expected answer: if two rows (columns) of a determinant are proportional, then the value of this determinant is zero). Is the reverse true?

4) Calculate the determinants $\begin{vmatrix} 4 & 6 \\ 2 & 8 \end{vmatrix}$, $\begin{vmatrix} 2 & 8 \\ 4 & 6 \end{vmatrix}$. What do they have in common? (expected answer: if you swap the rows, then the values of the determinants are equal). Are the statements for the columns true?

After such "discoveries", students are given information about the concepts of a third-order determinant, minor, algebraic complement, and methods for calculating a third-order determinant, and they are invited to independently study similar issues discussed above. Then the concept of the determinant of the n th order is introduced, and the questions of calculating the determinant of the n th order and its properties are considered.

At the beginning of the practical lesson, students can be offered the following auxiliary tasks. These tasks serve to update the knowledge (student's vocabulary) necessary to solve the type of tasks considered below, and also give the motivation to learn generalized methods for solving them.

1. Given $\Delta = \begin{vmatrix} 5 & 4 \\ -2 & 3 \end{vmatrix}$ a) Name the elements of the 1st row of the determinant, b) Name the elements of the 2nd column, c) What is the element a_{21} ? d) Specify the elements of the main diagonal; e) Name the elements of the auxiliary diagonal;

2. Given $\Delta = \begin{vmatrix} 1 & -2 & 2 \\ 3 & 4 & 1 \\ 1 & 0 & 5 \end{vmatrix}$ a) Name the elements of the 1st row of the determinant, b) Name the elements of the 2nd column, c) What is the value of A_{21} ? d) Name the elements of the auxiliary diagonal; d) What M_{31} is equal to?

3. Given $\begin{vmatrix} 2 & 0 & 3 \\ 5 & 6 & 0 \\ 1 & 4 & -1 \end{vmatrix}$. Determine a) the order of the determinant; b) name the elements of the column; c) name the elements of the line; d) name the elements of the main diagonal; e) name the elements of the auxiliary diagonal; f) write the minors on the first line; g) write algebraic additions on the first line; h) Calculate the determinant.

After solving these problems together with students, it is necessary to solve the main problems, to formulate methods of activity corresponding to these tasks. If necessary, you can offer students to draw up methods of activity in the form of a map. The following can be identified as the main tasks:

1. Calculate:

a) $\begin{vmatrix} 3 & -2 \\ 1 & 5 \end{vmatrix}$

b) $\begin{vmatrix} \sin \alpha & -\cos \alpha \\ \cos \alpha & \sin \alpha \end{vmatrix}$

2. Calculate by expansion by row or column.

a) $\begin{vmatrix} 1 & 5 & 4 \\ 3 & -1 & 7 \\ 1 & 6 & 3 \end{vmatrix}$

b) $\begin{vmatrix} 1 & 3 & 4 \\ 2 & 3 & 1 \\ -1 & 8 & 2 \end{vmatrix}$

3. Calculate the determinants using the triangle method.

a) $\begin{vmatrix} 13 & 4 & -4 \\ 5 & 2 & 2 \\ 1 & 2 & 7 \end{vmatrix}$

b) $\begin{vmatrix} 1 & 7 & 2 \\ 5 & 0 & 4 \\ 6 & 3 & 1 \end{vmatrix}$

4. Calculate by Row or Column Decomposition

a) $\begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 3 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 1 \\ 3 & 1 & 2 & 1 \end{vmatrix}$

b) $\begin{vmatrix} 2 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 2 & -1 \\ 3 & -1 & 2 & 3 \\ 3 & 1 & 6 & 1 \end{vmatrix}$

As noted above, after solving each problem, together with the students, a method for solving these problems is compiled. These methods of activity should be recorded in students' notebooks, or distributed to students in the form of pre-prepared handouts.

It is important to give developing tasks to students who easily solve typical problems. Developing ones include non-standard (olympiad type) mathematical problems, and problems aimed at using a generalized method in solving practical (professional) problems. For example,

1) Solve the equation: $\begin{vmatrix} x^2 & 4 & 9 \\ x & 2 & 3 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix} = 0$.

2) Calculate the determinant.

1. $\begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 2 \end{vmatrix}^n$ 2. $\begin{vmatrix} 1+i & 1-i \\ 0 & 1-i \end{vmatrix}^n$ 3. $\begin{vmatrix} 1 & 7 & 8 & 9 \\ 0 & 1 & 13 & 14 \\ 0 & 0 & 1 & 15 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}^n$

To organize independent learning, students are offered differentiated tasks, consisting of theoretical questions, tasks for the development of general mathematical methods of activity, and individual tasks for practicing the skills of calculating determinants.

CONCLUSIONS AND PROSPECTS FOR FURTHER RESEARCH

Determining the content of the educational thesaurus of a specific topic of higher mathematics helps to clearly describe the mathematical competencies of the relevant topic, the stages of its formation, analyze and clarify the necessary educational information, distribute it by type of lesson (lecture, practical lesson, self-study). Determining the student's vocabulary necessary for mastering a new topic helps to determine the methodology and means of teaching, in particular, to develop auxiliary tasks and questions to update the student's vocabulary, and to implement a differentiated approach to learning. The proposed methodology has the properties of flexibility, additions, and modifications depending on the learning objectives and specific academic group. Further research is needed on the effective use of the thesaurus approach in the process of teaching higher mathematics.

REFERENCES

- Holovan, M. S. (2014). Matematychna kompetentnist: sutnist ta struktura [Mathematical competence: the nature and structure]. *Naukovy visnyk Skhidnoievropeiskoho natsionalnoho universytetu – Scientific Bulletin of the East European National University*, 1, 35–39. (in Ukrainian).
- Khomiuk, V. V. (2014). Kompetentnistnyi pidkhid do formuvannia matematychnoi kompetentnosti maibutnikh inzheneriv [Competency approach to the formation of mathematical competence of future engineers]. *Visnyk Chernihivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu. Seriya "Pedahohichni nauky" – Bulletin of Chernihiv National Pedagogical University. Series "Pedagogical Sciences"*, 117, 258–261. http://visnyk.chnpu.edu.ua/?wpfb_dl=741 (in Ukrainian).
- Kozhokar', O.P. (2009). Tematicheskij tezaurus kak sredstvo razvitiya ponimaniya myshleniya v processe podgotovki budushhih uchitelej [Thematic thesaurus as a tool of developing an understanding of thinking in the process of training future teachers.]. *Vestnik Surgutskogo pedagogicheskogo universiteta – Bulletin of the Surgut Pedagogical University*, 2, 95-99. <https://cyberleninka.ru/article/n/tematicheskij-tezaurus-kak-sredstvo-razvitiya-ponyatiynogo-myshleniya-v-protsesse-podgotovki-buduschih-uchiteley> (in Russian).
- Miroshnichenko, A.A., & Miroshnichenko, I.L. (2016). Tezaurus kak model' zadavaemoj uchebnoj informacii [Thesaurus as a model of the given educational information]. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal – International research journal*, 12 (54), 4. <https://doi.org/10.18454/IRJ.2016.54.236> (in Russian).
- Niss, M., & Højgaard, T. (Eds.). (2011). *Competencies and mathematical learning: Ideas and inspiration for the development of mathematics teaching and learning in Denmark*. Roskilde University, IMFUFA. English edition, October.
- Pepin, B., Biehler, R., & Guedet, G. (2021). Mathematics in Engineering Education: a Review of the Recent Literature with a View towards Innovative Practices. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 7, 163–188. <https://doi.org/10.1007/s40753-021-00139-8>.
- Shershneva, V.A. (2011). Formirovanie matematicheskoy kompetentnosti studentov inzhenerenogo vuza na osnove poliparadigmalnogo podhoda [Formation of mathematical competence of students of an engineering university based on a polyparadigm approach.]. *Avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni doktora pedagogicheskikh nauk – Abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Pedagogical Sciences*. Sibirskiy federal'nyy universitet. https://research.sfu-kras.ru/sites/research.sfu-kras.ru/files/Snershneva_Shershneva_16.pdf (in Russian).
- Turgunbaev, R.M. (2021). Formirovanie uchebnogo tezaurusa discipliny matematicheskij analiz i ego znachenie [Formation of the educational thesaurus of the discipline of mathematical analysis and its significance]. *Uchitel' i nepreryvnoe obrazovanie – The teacher and continuing education*, 1, 127-132 (in Uzbek).
- Turgunbaev, R.M. (2022). O sootnoshenii uchebnogo tezaurusa i leksikona studenta [On the relationship between the educational thesaurus and the student's lexicon]. *Pedagogik mahorat – Pedagogical Skills*, 1, 13-16. https://buxdu.uz/media/jurnallar/pedagogik_mahorat_2022_1.pdf (in Uzbek).
- Turgunbaev, R.M., & Kushmurotov, U.I. (2021). Thesaurus approach: on the formation of mathematical competence and competence of future engineers. *Current research journal of pedagogics*, 2(7), 26-33.
- Zharov, V.K., & Turgunbaev, R.M. (2019). Problema preemstvennosti v metodike prepodavaniya matematiki i ee interpretacii v sovremennoj obrazovatel'noj shkole [The issue of continuity in the methodology of teaching mathematics and its interpretation in modern education practices]. *Vestnik RGGU. Seriya Informatika. Informacionnoj bezopasnosti. Matematika – RGGU Bulletin "Information Science. Information Security. Mathematics" Series*, 2, 52-74. [https://www.rsu.ru/upload/main/vestnik/daizi/isism/Vestnik_isism_2\(2019\).pdf](https://www.rsu.ru/upload/main/vestnik/daizi/isism/Vestnik_isism_2(2019).pdf) (in Russian).



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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видается з 2013.



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

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

DOI 10.31110/2413-1571-2023-038-1-006

УДК 378.6:61.016:577.3.091.64-028.27

ЗМІСТ ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ПОСІБНИКА «БІОЛОГІЧНА ФІЗИКА» В УМОВАХ МЕДИЧНИХ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Олександр МАКАРЕНКО ✉

Полтавський державний медичний університет, Україна
makarenko.aleksandr.87@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0075-6110>

Катерина МАКАРЕНКО

Полтавський національний педагогічний університет
імені В.Г. Короленка, Україна
makarenko.kat.step@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8094-8760>

Володимир МАКАРЕНКО

Полтавський державний медичний університет, Україна
volf.63.12@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5591-6145>

Олена СІЛКОВА

Полтавський державний медичний університет, Україна
silкова.66@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2605-204X>

Людмила МАТЯШ

Полтавський національний педагогічний університет
імені В.Г. Короленка, Україна
matyashludmila2016@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5286-2778>

CONTENTS AND FEATURES OF THE USE OF THE ELECTRONIC MANUAL "BIOLOGICAL PHYSICS" IN MEDICAL INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION

Oleksandr MAKARENKO ✉

Poltava State Medical University, Ukraine
makarenko.aleksandr.87@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0075-6110>

Kateryna MAKARENKO

Poltava V.G. Korolenko
National Pedagogical University, Ukraine
makarenko.kat.step@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8094-8760>

Volodymyr MAKARENKO

Poltava State Medical University, Ukraine
volf.63.12@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5591-6145>

Olena SILKOVA

Poltava State Medical University, Ukraine
silкова.66@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2605-204X>

Liudmyla MATIASH

Poltava V.G. Korolenko
National Pedagogical University, Ukraine
matyashludmila2016@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5286-2778>

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Актуальною проблемою для сучасної вищої школи є розроблення та використання в навчальному процесі цифрових інструментів, які можна використовувати для забезпечення аудиторної, самостійної та дистанційної форм навчання. Метою дослідження є розкриття змісту та умов функціонування електронного навчального посібника «Біологічна фізика» під час вивчення медичної і біологічної фізики майбутніми лікарями в медичних ЗВО.

Матеріали і методи. З метою з'ясування стану розробленості проблеми дослідження в педагогічній теорії та практиці використано: теоретичний аналіз, порівняння, узагальнення і систематизацію. Для досягнення мети застосовано: анкетування майбутніх лікарів з метою визначення типу сприйняття інформації; педагогічне спостереження за їх роботою з електронним посібником; експертне оцінювання з метою виявлення форм, що активізують функціонування електронного посібника. Результати анкетування оброблено статистичними методами.

Результати. Авторами проаналізовано зміст та умови функціонування електронного навчального посібника «Біологічна фізика». В структурі кожної з його тем виділено теоретичну і практичну частини та засоби для самоконтролю. Цю структуру розглянуто на прикладі вивчення однієї з тем. Показано реалізацію переходів до різних видів діяльності. Розкрито компетентнісний підхід до навчання. Виділено умови функціонування електронного посібника в навчанні майбутніх лікарів, серед яких: врахування типів сприйняття інформації майбутніми лікарями; створення специфічного освітнього середовища в центрі якого є комп'ютер; гармонійне поєднання

ABSTRACT

Formulation of the problem. An actual problem for a modern higher school is the development and use in the educational process of digital tools that can be used to provide classroom, independent, and distance learning. The purpose of the study is to reveal the content and conditions of operation of the electronic textbook "Biological Physics" during the study of medical and biological physics by future doctors in medical universities.

Materials and methods. To find out the state of development of the research problem in pedagogical theory and practice, the following theoretical analysis, comparison, generalization, and systematization were used. To achieve the goal, the following were used: a questionnaire of future doctors to determine the type of information perception; pedagogical observation of their work with the electronic manual; expert evaluation to identify forms that activate the functioning of the electronic manual. The results of the questionnaire were processed using statistical methods.

The results. The authors analyzed the content and conditions of operation of the electronic textbook "Biological Physics". In the structure of each of its topics, theoretical and practical parts and means for self-control are highlighted. This structure is considered in the example of studying one of the topics. The implementation of transitions to various types of activities is shown. The competency-based approach to education is revealed. The conditions for the functioning of the electronic manual in the training of future doctors are highlighted, including taking into account the types of perception of information by future doctors; creation of a specific educational environment centered on the computer; a harmonious combination of the electronic manual with other teaching aids; taking into account its features when choosing forms and methods of education; taking into account the specifics of distance learning when using it.

Для цитування:

Макаренко О., Макаренко К., Макаренко В., Сілкова О., Матяш Л. Зміст та особливості використання електронного посібника «Біологічна фізика» в умовах медичних закладів вищої освіти. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 1. С. 41-47. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-1-006

For citation:

Makarenko, O., Makarenko, K., Makarenko, V., Silkova, O., & Matyash, L. (2023). Contents and features of the use of the electronic manual "Biological physics" in medical institutions of higher education. *Physical and Mathematical Education*, 38(1), 41-47. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-006>

електронного посібника з іншими засобами навчання; врахування його особливостей при виборі форм і методів навчання; врахування специфіки дистанційного навчання при його використанні.

Висновки. Аналіз досвіду науковців, методистів та власного дослідження виділених умов функціонування електронного навчального посібника «Біологічна фізика», можна зробити висновок, що його використання активізує роботу студентів. Подальшого дослідження потребує серія електронних посібників з використанням задач і вправ медико-біологічного змісту.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: електронний посібник; майбутні лікарі; медична і біологічна фізика; самостійна робота; лабораторна робота.

Conclusions. Analysis of the experience of scientists, methodologists, and own research of the selected operating conditions of the electronic textbook "Biological Physics", we can conclude that its use activates the work of students. A series of electronic manuals using tasks and exercises of medical and biological content requires further research.

KEYWORDS: electronic manual; future doctors; medical and biological physics; individual work; Lab.

ВСТУП

Постановка проблеми. Сучасний глобальний інформаційний простір з його веб-ресурсами сприяє реалізації креативного освітнього середовища в ЗВО. Для створення такого середовища необхідно розвивати гуманістичну цифрову педагогіку, зокрема, вдосконалювати методи і дидактичні засоби навчання здобувачів вищої освіти. До таких засобів навчання належать електронні посібники, створені за допомогою web-технологій. Розроблення та використання в навчальному процесі такого цифрового інструменту є актуальним для сучасної вищої школи. Адже, такі наочні посібники можуть містити значні об'єми навчальної інформації з можливістю використання мультимедійних матеріалів та здійснення навігації не тільки в межах розділів посібника, але й в мережі Інтернет. Використання електронних посібників дає змогу суттєво вплинути на ефективність освіти, підвищити зацікавленість до навчання та сприйняття здобувачами вищої освіти матеріалу, що вивчається. Такі посібники можна використовувати для забезпечення аудиторної, самостійної та дистанційної форм навчання.

Аналіз актуальних досліджень. Висвітленню проблем проектування інформаційного навчального середовища, розробки та використання комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання присвятили свої праці В. Бевз, О. Букреєва, М. Вега-Ернандес, В. Вембер, І. Воротникова, М. Галіндо-Вільярдон, Т. Годованюк, М. Гриньова, В. Дубовик, В. Каїн, М. Келер, Я. Кодлюк, Н. Кононец, С. Лем, В. Мадзігон, П. Мішра, М. Патено-Алонсо, І. Чекрій, П. Чой, та ін.

Дидактичні основи використання електронних підручників були закладені В. Мадзігоном (Мадзігон, 2010). Специфічні вимоги до електронних посібників та їх структуру розкриває В. Вембер, наголошуючи на наявності мультимедійного ілюстративного матеріалу (Вембер, 2006). У своїх працях українські та зарубіжні вчені звертають увагу розробників на особливості створення електронних посібників для ЗВО (Кононец & Гриньова, 2018); розкривають педагогічні засади розробки і створення електронних підручників, представляючи основні підходи до їх класифікації: за функціями та ступенем інтерактивності (Кодлюк & Чекрій, 2021); наголошують на необхідності в таких книгах ефективно об'єднувати зміст, педагогіку та технології, і визначають їх нову роль як основу системи технологічного педагогічного змісту (Koehler et al., 2015); пропонують впровадження в навчальний процес електронних квест-посібників, що є додатками у вигляді комп'ютерної гри (Бевз та ін., 2019) тощо.

І. Воротникова вважає, що однією з вимог до електронного підручника є наявність мультимедійного контенту, вона висвітлює його можливість як інструменту цифрової педагогіки для реалізації якісної освіти (Воротникова, 2019). У своїй праці В. Дубовик зазначає, що електронний посібник як засіб навчання, сприяє оптимізації та інтенсифікації навчального процесу, але має ряд недоліків, а саме: недостатня комп'ютерна грамотність; складність інтегрування комп'ютерної техніки в структуру занять; можливий перехід від розвивального до більш пасивного навчання при надмірному їх використанні (Дубовик, 2017). Базові ознаки електронних підручників виділяє О. Букреєва, серед яких: наявність мультимедійних освітніх ресурсів різних типів та інтерактивна взаємодія з учнями. Крім того нею встановлено, що електронному підручнику властива варіативність дидактичних функцій (Букреєва, 2020).

Зарубіжні дослідники П. Чой і С. Лем вважають, що ефективність електронних підручників залежить від їх наочності та дизайну, і для їх розробки пропонують п'ять ієрархічних функціональних рівнів (Choi & Lam, 2018). Вивчаючи думку студентів з різних галузей знань стосовно використання ІКТ у навчальному процесі університету, М. Вега-Ернандес, М. Патено-Алонсо і М. Галіндо-Вільярдон виявили, що найбільш зацікавленими в цьому є студенти медичних спеціальностей (Galindo-Villardón et al., 2018), що є актуальним для нашого дослідження.

Отже, проблема електронного підручника чи посібника не нова, розроблена багатьма вченими, але посібники з природничих дисциплін мають свою специфіку. Зокрема, наш електронний навчальний посібник націлений на організацію самостійної роботи студентів, особливо при самоперевірці знань, що є актуальним під час дистанційного навчання.

Мета статті. Метою дослідження є розкриття змісту та умов функціонування електронного навчального посібника «Біологічна фізика» під час вивчення медичної і біологічної фізики майбутніми лікарями в медичних ЗВО.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Під час дослідження використовувалися як теоретичні так і емпіричні методи. Для з'ясування стану розробленості проблеми дослідження в педагогічній теорії та практиці серед теоретичних методів виділені наступні: теоретичний аналіз, порівняння, узагальнення і систематизація. Для досягнення мети крім теоретичних методів були використані емпіричні такі, як: анкетування майбутніх лікарів з метою визначення типу сприйняття інформації; педагогічне спостереження за їх навчально-пізнавальною діяльністю під час роботи з електронним посібником; експертне оцінювання з метою виявлення форм навчання, що активізують функціонування електронного посібника під час вивчення медичної і біологічної фізики майбутніми лікарями. Результати анкетування, стосовно визначення типів сприйняття інформації майбутніми лікарями, оброблялися статистичними методами, і наочно представлені у вигляді стовпчастих діаграм.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Створений нами електронний навчальний посібник «Біологічна фізика» для здобувачів вищої освіти ступеня магістра, які навчаються за спеціальністю 222 «Медицина» у ЗВО МОЗ України, відповідає навчальній програмі з медичної і біологічної фізики, яку вивчають майбутні лікарі на I-II курсах медичного та стоматологічного факультетів. Посібник побудований таким чином, що в структурі кожної теми виділяються такі частини: теоретична (теоретичні відомості); практична (алгоритм виконання лабораторної роботи); засоби для самоконтролю.

У теоретичній частині посібника розміщені: текстова та графічна інформація; анімації; відео; об'єкти віртуальної реальності; комп'ютерні моделі (симулятори) тощо. Для зручної навігації електронним посібником у текст вставляються гіперпосилання. Розглянемо це на прикладі теми «Структура і функції біологічних мембран. Активний і пасивний транспорт. Дослідження проникності біологічних мембран» (Макаренко та ін., 2020).

Текстова інформація даної теми розміщена в теоретичних відомостях. На початку висвітлюється актуальність теми, яка полягає в тому, що вивчення мембранних процесів є передумовою розуміння життєдіяльності організму в цілому, а знання структури, властивостей і функцій біологічних мембран є важливим для медицини. Потім розкриті такі питання: хронологія розвитку клітинної теорії; основні положення сучасної клітинної теорії; хронологія вивчення біологічних мембран; рідинно-мозаїчна модель; основні структурні компоненти біологічних мембран; фізичні властивості та динаміка біологічних мембран; рухливість фосфоліпідних молекул; фазові переходи в мембранах; штучні мембранні структури; функції біологічної мембрани; пасивний та активний транспорт. Значна увага приділена пасивному (фільтрації, дифузії і осмосу) та активному (на прикладі роботи Na,K-насосу) транспорту, що є актуальним для майбутніх лікарів. У тексті подаються основні рівняння та їх опис, наприклад, рівняння Фіка (1):

$$J = -D \frac{dC}{dx}, \quad (1)$$

де J – густина потоку речовини; D – коефіцієнт дифузії; dC/dx – градієнт концентрації C в напрямку x . Це розширює можливості посібника в плані використання його для розв'язування задач медико-біологічного змісту.

Текстова інформація супроводжується рисунками, графіками, анімаціями та відео. До графічної інформації відносяться статичні схеми такі, як: мономолекулярний шар і бішарова структура ліпідної мембрани; основні механізми адгезії; пасивний та активний транспорт; пасивний транспорт речовин крізь мембранні структури; осмос і фільтрація; проникність біліпідного шару; активний транспорт тощо. На рисунках також зображені: структура рідинно-кристалічної моделі біологічної мембрани; білкові молекули і молекулярні комплекси вбудовані в ліпідний бішар; три типи переміщення фосфоліпідів; прояв осмосу в еритроцитах; уніпорт, симпорт і антипорт; ендоцитоз і екзоцитоз.

Анімації і відео, які присутні в теоретичній частині теми відображають: процес виготовлення бішарової ліпідної мембрани; функції мембранних білків (транспортну; сигнальну; антигенну); екзоцитоз, піноцитоз і фагоцитоз.

Практична частина кожної теми електронного посібника представлена описом лабораторних робіт, який містить тему, мету, обладнання, порядок (алгоритм) виконання, таблицю для занесення результатів експерименту та відео процесу виконання роботи. Така її структура дозволяє викладачу керувати роботою студентів у процесі дистанційного навчання.

Тема, яка розглядається містить опис лабораторної роботи «Дослідження проникності біологічних мембран». Метою даної роботи є дослідження проникності клітинних мембран досліджуваної тканини для різних розчинів. Для її виконання необхідне таке обладнання: торсійні терези, дротяні гачки, пінцет, фільтрувальний папір, досліджувана тканина, гіпотонічний та гіпертонічний розчини. Під час виконання лабораторної роботи студентам необхідно дотримуватися такого порядку дій:

1. Приготувати гіпотонічний та гіпертонічний розчини.
2. Приготувати та зважити два шматочки досліджуваної тканини і помістити їх у зазначені розчини, тримаючи за гачки пінцетом.
3. Зафіксувати час початку експерименту.
4. Повторювати зважування шматочків кожні 2 хв, попередньо знімаючи зайву рідину за допомогою фільтрувального паперу.
5. Дослідження проводити до тих пір, доки не припиниться збільшення маси.
6. Розрахувати масу досліджуваної тканини у відсотках до вихідної, прийнятої за 100%.
7. Результати занести в таблицю і побудувати графіки залежності відносної маси (γ %) від часу знаходження тканини у відповідному розчині.
8. Зробити висновки.

Засоби самоконтролю включають у себе систему контрольних питань з теоретичної і практичної частин, комплекс тестових завдань, які дозволяють здійснити самоперевірку рівня підготовленості здобувача вищої освіти з вище згаданих блоків навчальної інформації.

Так, наприклад, стосовно теми, яка розглядається, спочатку пропонуються наступна система запитань:

1. Які сучасні уявлення про будову мембран? Назвати основні структурні елементи біологічних мембран. Яку роль виконують мембранні ліпіди і білки? Навести приклади штучних мембран.
2. Які фізичні властивості біологічних мембран. Чим пояснюється рідкокристалічний стан біологічних мембран? У яких фазових станах можуть перебувати біологічні мембрани? Чим визначається температура фазового переходу?
3. Назвати основні функції біологічних мембран. У чому полягає бар'єрна функція? Яка роль пасивного та активного транспорту? Назвати види активного і пасивного транспорту.
4. Пояснити механізми пасивного транспорту речовин крізь мембранні структури клітин. Що таке фільтрація? Який її механізм? Який процес описується рівнянням Фіка? Який процес описується рівнянням Нернста-Планка? Яка дифузія називається полегшеною? Яку роль відіграють молекули-переносники у транспорті речовин через біологічні мембрани? Які речовини переносяться через мембрани таким механізмом? Що називається осмосом? Які розчини називаються ізотонічними, гіпотонічними, гіпертонічними? Як здійснюється осморегуляція в організмі людини? Що таке онкотичний тиск та якими речовинами

він створюється? Яку роль відіграє осмотичний тиск у роботі нирки? Яку роль відіграє осмос у життєдіяльності людини? Чому онкотичний тиск крові вздовж капіляра підтримується на однаковому рівні?

5. Пояснити механізми активного транспорту речовин крізь мембранні структури клітин. Яка функція транспортних АТФ-аз? Проаналізувати молекулярну організацію активного транспорту на прикладі роботи Na,K-насосу. Які перенесення через мембрану здійснюються у процесі симпорту, антипорту, уніпорту?

Наступний етап самоконтролю включає блок тестових запитань:

1. Назвати основні структурні компоненти плазматичних мембран.

- A) фосфоліпіди і білки;
- B) білки і гліколіпіди;
- C) вода і фосфоліпіди;
- D) білки і холестерин;
- E) фосфоліпіди, гліколіпіди і холестерин.

2. У яких фазових станах можуть перебувати біологічні мембрани?

- A) рідкому аморфному стані;
- B) твердому кристалічному стані;
- C) рідкокристалічному стані;
- D) твердому аморфному стані;
- E) желеподібному стані.

3. Однією з основних функцій біологічних мембран є бар'єрна. Що завдяки їй забезпечується?

- A) певне взаємне розміщення і орієнтація мембранних білків;
- B) адгезія клітин;
- C) автономність клітини;
- D) міцність клітин;
- E) селективний, регульований, пасивний і активний обмін речовиною з навколишнім середовищем.

4. За рахунок чого відбувається активний транспорт речовин через мембрану?

- A) енергії метаболічних процесів;
- B) електрохімічного градієнту;
- C) макроергічних фосфатів (АТФ);
- D) іонофорів;
- E) кінетичної енергії молекул.

5. До пасивного транспорту відносять:

- A) дифузію;
- B) симпорт;
- C) осмос;
- D) ендоцитоз;
- E) фільтрацію.

Розроблені засоби самоконтролю знань електронного посібника, можна брати як вимірювальний матеріал, в системі дистанційного навчання.

Електронний посібник містить додатки (таблиці основних констант і фізико-хімічних властивостей речовин), глосарій і рекомендовану літературу.

Таким чином, у межах однієї теми організований перехід до різних видів діяльності: робота з текстом, робота з графікою; робота з анімаціями та відео; складання і розв'язування завдань і вправ; робота з текстами; робота з довідниковою інформацією.

Зміст навчального матеріалу електронного посібника відповідає робочій програмі з медичної і біологічної фізики, розробленій кафедрою фізики ПДМУ і включає наступні теми, розробки яких аналогічні розглянутій:

- 1. Механічні властивості біологічних тканин. Визначення модуля Юнга кістки.
- 2. Біофізика м'язових скорочень. Динамометрія. Ергометрія.
- 3. Коливання і хвилі. Звук, інфразвук та ультразвук. Акустичні методи в медицині.
- 4. Біофізика органу слуху. Аудіометрія.
- 5. Поверхневі явища. Визначення коефіцієнта поверхневого натягу. Газова емболія.
- 6. В'язкість рідин. Методи визначення в'язкості рідин.
- 7. Біофізика кровообігу. Аналіз роботи серця. Методи вимірювання артеріального тиску.
- 8. Структура і функції біологічних мембран. Активний і пасивний транспорт. Дослідження проникності біологічних мембран.

9. Мембранні потенціали спокою та дії.

Вміння, що формуються у процесі роботи з електронним посібником входять до структури компетентностей виділених у програмі.

Інтегральна компетентність: здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у професійній діяльності в галузі охорони здоров'я за спеціальністю «Медицина», або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень і/або здійснення інновацій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов та вимог.

Загальні компетентності: здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями; здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; знання та розуміння предметної галузі та розуміння професійної діяльності; здатність до адаптації та дії в новій ситуації; здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово; здатність спілкуватись іноземною мовою. здатність використовувати міжнародні греко-латинські

терміни, скорочення і кліше у фаховому усному й писемному мовленні; навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності: здатність до визначення необхідного переліку лабораторних та інструментальних досліджень та оцінки їх результатів; навички виконання медичних маніпуляцій; здатність до оцінювання впливу довкілля, соціально-економічних та біологічних детермінант на стан здоров'я індивідуума, сім'ї, популяції.

Згідно вимог до електронних посібників, спосіб подання матеріалу в ньому повинен відповідати аудиторії. Як показує практика, найефективніше використовувати такий посібник в аудиторії за умови наявності студентів, яким властиве візуальне сприймання навчальної інформації.

З метою вивчення особливостей аудиторії було проведено анкетування серед здобувачів вищої освіти I-II курсів стоматологічного факультету та II курсу медичного факультету ПДМУ, на яких здійснювалася апробація електронного посібника «Біологічна фізика». В анкеті потрібно було дати відповідь на питання «Який вид діяльності Вам подобається найбільше?», а серед відповідей, що пропонувалися на вибір були наступні: «Працювати руками»; «Слухати»; «Спостерігати за візуальним представленням інформації». Тобто, дана анкета давала можливість виявити сенсорний психотип респондента. Згідно сенсорної типології людина, що сприймає більшу частину інформації за допомогою зору – візуал; той, хто одержує основну інформацію через слух – аудіал; кінестетик пов'язаний зі сферою тактильних і рухових відчуттів. Експеримент показав наступний розподіл сенсорних психотипів між здобувачами вищої освіти I-II курсів стоматологічного факультету та II курсу медичного факультету (рис. 1).

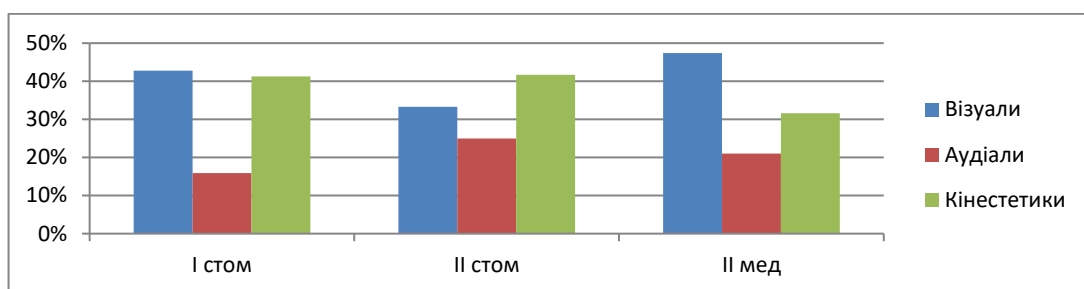


Рис. 1. Діаграма розподілу сенсорних психотипів

Дослідження показує, що 42,8% респондентів I курсу стоматологічного факультету віддали перевагу візуальному сприйманню інформації (візуали), 15,9% – подобається сприймати її на слух (аудіали), 41,3% – бажає працювати руками (кінестетики). Серед здобувачів вищої освіти II курсу стоматологічного факультету перевагу візуальному сприйманню інформації віддали лише 33,3% респондентів, 25,0% – подобається сприймати її на слух, 41,7% – бажає працювати руками. Для здобувачів вищої освіти II курсу медичного факультету розподіл має дещо інший характер, а саме: майже половина респондентів (47,4%) – візуали; 21,0% – аудіали; 31,6% – кінестетики.

Так, як більша частина майбутніх лікарів, що навчаються на I курсі стоматологічного факультету та II курсі медичного факультету засвоює інформацію візуально, то використання мультимедійного електронного посібника «Біологічна фізика» є ефективним. Крім того, зважаючи на невелику різницю між кількістю респондентів, які відносяться до візуалів і кінестетиків, особливо це стосується II курсу стоматологічного факультету, під час виконання лабораторних робіт необхідно поєднувати візуальну інформацію, яку дає електронний посібник, з маніпуляціями лабораторним обладнанням. Особливо слід відмітити, що при підготовці майбутніх лікарів не ефективними є методи передачі інформації тільки на слух, без застосування наочності.

Отже, електронний навчальний посібник може бути використаним для підтримки лекційного курсу, на практичному занятті та під час самостійного вивчення матеріалу, з метою підготовки до практичного заняття або за умов дистанційного навчання.

Його можна використовувати на різних етапах аудиторних занять та застосовуючи різні форми навчання. Наприклад, під час виконання лабораторної роботи студенти спочатку відпрацьовують основні елементи її на ПК, а потім переходять до виконання її з використанням лабораторного обладнання.

Також, електронний посібник може бути використаним на етапі самоконтролю рівня засвоєння поняття. В цьому випадку він виступає у ролі засобу моніторингу. Оцінка рівня засвоєння за тестуванням студентів обробляється на ПК. Ці результати можуть бути використані на різних рівнях. Вони дають студенту уявлення про рівень засвоєння теоретичного матеріалу, та які елементи знань засвоєні ним не в повному обсязі і потребують доопрацювання. Таким чином, він може здійснювати саморегуляцію процесу засвоєння знань.

Електронний посібник може бути використаним студентом при підготовці до лабораторної роботи. Він може візуально відпрацьовувати елементи цієї роботи, щоб потім на занятті виконати її за допомогою лабораторного обладнання.

Функції електронного посібника аналогічні функціям інших цифрових інструментів: можливість простого і зручного механізму навігації у його межах; розвинений пошуковий механізм, зокрема при використанні гіпертекстового формату видання; можливість автоматизованого самоконтролю рівня навчальних досягнень; наявність спеціальних засобів структурування навчального матеріалу; здатність адаптації матеріалу посібника до рівня знань студента; можливість пристосування користувацького інтерфейсу до індивідуальних запитів студента; відображення спеціальних моделюючих фрагментів, що відображають й унаочнюють складні технологічні та фізичні процеси; включення до складу посібника аудіо та відео файлів, а також інтерактивних фрагментів для забезпечення оперативного діалогу студента з посібником (Нищак&Пагута, 2012).

Таким чином, можна виділити умови функціонування електронного посібника в навчанні майбутніх лікарів: врахування типів сприйняття інформації майбутніми лікарями; створення специфічного освітнього середовища в центрі якого є комп'ютер; гармонійне поєднання електронного посібника з іншими засобами навчання; врахування його особливостей при виборі форм і методів навчання; врахування специфіки дистанційного навчання при його використанні.

ОБГОВОРЕННЯ

Спостереження за процесом здійснення роботи студентами над електронним посібником дають можливість розробити методичні рекомендації щодо впровадження основних етапів організації роботи над ним. Розглянемо з них ті, на яких можуть виникнути труднощі та вкажемо засоби їх подолання.

Під час роботи над теоретичним матеріалом посібника труднощі можуть виникнути в процесі оволодіння вміннями: виділяти головне в тексті; з формули знаходити шукану величину; визначати підпорядкування поняття; працювати з планами узагальнюючого характеру; складати задачі і вправи за текстом, анімаціями, відеоматеріалом.

Вивчення аудиторії, на якій апробувався посібник, показало, що ефективного використання його при виконанні лабораторних робіт в поєднанні з їх виконанням за допомогою лабораторного обладнання.

На етапі самоконтролю можуть виникнути труднощі при відповідях на запитання у тому випадку, якщо студенти не володіють теоретичним матеріалом, при цьому вони можуть скористатися підказками, що містяться в теоретичній частині посібника.

Ефективним у роботі з електронним посібником є використання нових технологій навчання в центрі яких є ПК та інші гаджети.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Таким чином, нами розкрито зміст електронного навчального посібника «Біологічна фізика», який використовується під час вивчення медичної і біологічної фізики майбутніми лікарями в медичних ЗВО.

Науковою новизною нашого дослідження є виділення умов його функціонування в освітньому середовищі.

Крім цього, нами виділено позитивні і негативні моменти використання електронного посібника. Позитивним є специфіка подачі теоретичного матеріалу, що забезпечує краще його розуміння. Другим моментом є вплив на практичні вміння, освоєнню яких сприяє наявність мультимедійних елементів. Електронний посібник як будь-який дидактичний засіб має межі свого застосування. До них належать: обмеження комунікативних можливостей та негативний вплив на розвиток логічного й образного мислення та творчості.

Аналіз досвіду науковців, методистів та власного дослідження виділених умов функціонування електронного навчального посібника «Біологічна фізика», можна зробити висновок, що його використання активізує роботу студентів на різних етапах заняття, на етапі самостійної підготовки до занять та під час дистанційного навчання.

Подальшого дослідження потребує серія електронних посібників з використанням задач і вправ медико-біологічного змісту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Бевз, В. Г., Годованюк, Т. Л., & Дубовик, В. В. (2019). Електронні квест-посібники у фаховій підготовці майбутніх учителів математики. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 69(1), 100–111. <http://dx.doi.org/10.33407/itlt.v69i1.2182>.
- Букреева, О. С. (2020). Використання електронних підручників під час навчання основам стандартизації та сертифікації. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 79(5), 154–167. <https://doi.org/10.33407/itlt.v79i5.3011>.
- Вембер, В. П. (2006). Навчально-методичні вимоги до електронного підручника. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 02: Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*, 4 (11), 50–56. <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/865>.
- Воротникова, І. П. (2019). Досвід використання е-підручників і електронних засобів навчального призначення в умовах цифровізації загальної середньої освіти України. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 71(3), 23–39. https://www.researchgate.net/publication/334164578_Dosvid_vikoristannya_e-pidruchnikiv_i_elektronnih_zasobiv_navchalnogo_priznacennia_v_umovah_cifrovizacii_zagalnoi_serednoi_osviti_Ukraini.
- Дубовик, В.В. (2017). Електронні посібники як засіб навчання лінійної алгебри. *Фізико-математична освіта*, 4(14), 166–169. http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/journals/2017-v4-14/2017_4-14-Dubovyk_Scientific_journal_FMO.pdf.
- Кодлюк, Я. П., & Чекрій, І. І. (2021). Розробка і створення електронного підручника для закладів загальної середньої освіти (за матеріалами ЮНЕСКО). *Інформаційні технології і засоби навчання*, 81(1), 46–59. <https://doi.org/10.33407/itlt.v81i1.3495>.
- Кононець, Н. В., & Гриньова, М. В. (2018). Засоби створення електронного посібника для ресурсно-орієнтованого навчання. *Проблеми сучасного підручника*, (20), 166–179. <https://ipvid.org.ua/index.php/psp/article/view/218>.
- Мадзігон, В. М. (2010). Дидактичні вимоги до електронних підручників. *Проблеми сучасного підручника*, (10), 4–7. <https://lib.iitta.gov.ua/714915/1/%D0%9F%D0%A1%D0%9F%202010.pdf>.
- Макаренко, О. В., Сілкова, О. В., & Макаренко, В. І. (2020). Біологічна фізика : електронний посібник. https://drive.google.com/file/d/1GA0jww7_FYFI2IzZsLoT8aBwtBOcXvRn/viewc.
- Нищак, І., & Пагута, М. (2012). До проблеми використання електронних посібників у навчально-виховному процесі. *Актуальні питання гуманітарних наук*, 3, 188–195. http://nbuv.gov.ua/UJRN/apgnd_2012_3_24.
- Choi, P., & Lam, S. (2018). A hierarchical model for developing e-textbook to transform teaching and learning. *Interactive Technology and Smart Education*, 15(2), 92–103. <https://doi.org/10.1108/ITSE-12-2017-0063>.
- Galindo-Villardón, M. P., Patino-Alonso, M. C., & Vega-Hernandez, M. C. (2018). Multivariate characterization of university students using the ICT for learning. *Computers & Education*, 121, 124–130. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131518300575>.
- Koehler, M. J., Mishra, P., & Cain, W. (2015). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Virtualidad Educacion Y Ciencia*, 6(10), 9–23. <https://citejournal.org/wp-content/uploads/2016/04/v9i1general1.pdf>.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Bezv, V. H., Hodovaniuk, T. L., & Dubovyk, V. V. (2019). Elektronni kvest-posibnyky u fakhovii pidhotovtsi maibutnikh uchyteliv matematyky. [Electronic quest-guides in professional training of future mathematics teachers]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia – Information Technologies and Learning Tools*, 69(1), 100–111. <http://dx.doi.org/10.33407/itlt.v69i1.2182> (in Ukrainian).
2. Bukrieva, O. S. (2020). Vykorystannia elektronnykh pidruchnykiv pid chas navchannia osnovam standartyzatsii ta sertyfikatsii. [The use of electronic textbooks when teaching the basics of standardization and certification]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia – Information Technologies and Learning Tools*, 79(5), 154–167. <https://doi.org/10.33407/itlt.v79i5.3011> (in Ukrainian).
3. Vember V. P. (2006) Navchalno-metodychni vymohy do elektronnoho pidruchnyka [Educational and methodological requirements for an electronic textbook]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M.P. Drahomanova. Seriya № 2. Kompiuterno-orientovani systemy navchannia : zb. naukovykh prats – Scientific journal of the NPU named after M.P. Drahomanov. Series No. 2. Computer-oriented learning systems*, 4 (11), 50–56. <http://enpui.npu.edu.ua/handle/123456789/865> (in Ukrainian).
4. Vorotnykova I. P. (2019) Dosvid vykorystannia e-pidruchnykiv i elektronnykh zasobiv navchalnoho pryznachennia v umovakh tsyfrovizatsii zahalnoi serednoi osvity Ukrainy [Experience of using e-textbooks and electronic teaching aids in the conditions of digitalization of general secondary education of Ukraine]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia – Information Technologies and Learning Tools*, 71, 3. URL: https://www.researchgate.net/publication/334164578_Dosvid_vikorystannia_e-pidruchnykiv_i_elektronnykh_zasobiv_navchalnoho_pryznachennia_v_umovakh_cyfrovizatsii_zahalnoi_serednoi_osvity_Ukrainy (in Ukrainian).
5. Dubovyk, V.V. (2017). Elektronni posibnyky yak zasib navchannia liniinoi alhebyry. [Electronic manuals as a means of learning linear algebra]. *Fizyko-matematychna osvita - Physical and mathematical education*, 4(14), 166–169. http://fmo-journal.fizmatssp.sumy.ua/journals/2017-v4-14/2017_4-14-Dubovyk_Scientific_journal_FMO.pdf. (in Ukrainian).
6. Kodliuk, Ya. P., & Chekrii, I. I. (2021). Rozrobka i stvorennia elektronnoho pidruchnyka dlia zakladiv zahalnoi serednoi osvity (za materialamy YuNESKO) [Development and creation of an electronic textbook for general secondary education institutions (based on UNESCO materials)]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia – Information Technologies and Learning Tools*, 81(1), 46–59. <https://doi.org/10.33407/itlt.v81i1.3495> (in Ukrainian).
7. Kononets, N. V., & Hrynova, M. V. (2018). Zasoby stvorennia elektronnoho posibnyka dlia resursno-orientovanoho navchannia [Means of creating an electronic manual for resource-oriented training]. *Problemy suchasnoho pidruchnyka – Problems of the modern textbook. (20)*, 166-179. <https://ipvid.org.ua/index.php/psp/article/view/218> (in Ukrainian).
8. Madzhon V. M. (2010) Dydaktychni vymohy do elektronnykh pidruchnykiv [Didactic requirements for electronic textbooks]. *Problemy suchasnoho pidruchnyka – Problems of the modern textbook*, 10, 4–7. <https://lib.iitta.gov.ua/714915/1/%D0%9F%D0%A1%D0%9F%202010.pdf> (in Ukrainian).
9. Makarenko O. V., Silkova O. V., & Makarenko V. I. (2020) Biologichna fizyka : elektronnyi posibnyk [Biological physics: electronic textbook], URL: <https://drive.google.com/file/d/1GA0jww7FYfI2IzZsT8aBwtBOcXvRn/viewc> (in Ukrainian).
10. Nyshchak I., & Pahuta M. (2012) Do problemy vykorystannia elektronnykh posibnykiv u navchalno-vykhovnomu protsesi [To the problem of using electronic manuals in the educational process]. *Aktualni pytannia humanitarnykh nauk - Current issues of humanitarian sciences*, 3, 188–195. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/apgnd_2012_3_24 (in Ukrainian).
11. Choi, P., & Lam, S. (2018). A hierarchical model for developing e-textbook to transform teaching and learning. *Interactive Technology and Smart Education*, 15(2), 92–103. <https://doi.org/10.1108/ITSE-12-2017-0063>.
12. Galindo-Villardón, M. P., Patino-Alonso, M. C., & Vega-Hernandez, M. C. (2018). Multivariate characterization of university students using the ICT for learning. *Computers & Education*, 121, 124–130. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131518300575>.
13. Koehler M. J., Mishra P., & Cain W. (2015). What Is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Virtualidad Educacion Y Ciencia*. Article, 6. 10, 9–23. <https://citejournal.org/wp-content/uploads/2016/04/v9i1general1.pdf>.



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 10.31110/2413-1571-2023-038-1-007

УДК 004.853

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ ТА ВІДКРИТА НАУКА В ОСВІТІ

Майя МАР'ЄНКО

Інститут цифровізації освіти НАПН України, Україна
 popelmaya@gmail.com
<http://orcid.org/0000-0002-8087-962X>

Валентина КОВАЛЕНКО ✉

Інститут цифровізації освіти НАПН України, Україна
 vako88@ukr.net
<http://orcid.org/0000-0002-4681-5606>

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND OPEN SCIENCE IN EDUCATION

Maiia MARIENKO

The Institute for Digitalisation of Education of NAES of Ukraine, Ukraine
 popelmaya@gmail.com
<http://orcid.org/0000-0002-8087-962X>

Valentyna KOVALENKO ✉

The Institute for Digitalisation of Education of NAES of Ukraine, Ukraine
 vako88@ukr.net
<http://orcid.org/0000-0002-4681-5606>

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. В зв'язку з тим, що в Україні наразі переважає дистанційне та змішане навчання, при цьому не завжди є можливість проведення онлайн уроків (в зв'язку зі стабілізаційними чи аварійними відключеннями електроенергії), постає проблема урізноманітнення та кращого унаочнення навчального матеріалу. Можливим вирішенням даної проблеми може стати методично виважене використання засобів штучного інтелекту та хмарних сервісів відкритої науки.

Матеріали і методи. Використано комплекс теоретичних методів досліджень: порівняльний та системний аналіз наукових джерел з інформаційних технологій для аналізу та визначення стану досліджуваної проблеми залученості відкритої науки та штучного інтелекту на різних рівнях освіти та вивчення їх взаємозв'язків; верифікація, синтез та узагальнення для побудови основних тез та положень дослідження; аналіз наявних підходів до використання штучного інтелекту в освіті; оцінки рівня їх ефективності та результативності.

Результати. Використання та впровадження хмарних сервісів відкритої науки буде доречним в будь-яких закладах загальної середньої освіти, закладах вищої освіти. Це призведе до формування та розвитку компетентності з відкритої науки на всіх рівнях освіти. Такі поняття, як відкрита наука, відкриті дані, SMART-дані, FAIR-дані в більшості випадків напружені пов'язані зі штучним інтелектом. Для штучного інтелекту та глибокого навчання, позначені та немарковані набори даних стають важливими для машинного навчання та навчання моделям штучного інтелекту. Використання штучного інтелекту може допомогти учням виконувати звичайні завдання в навчальному процесі та визначити попередній рівень підготовки. Разом із цими перевагами є й інші серйозні проблеми. Одним із основних і важливих питань є конфіденційність. Слід зробити штучний інтелект доповненням до навчальних матеріалів розроблених вчителем.

Висновки. Можливості відкритої науки дають змогу новому глобальному мережевому поколінню відкривати для себе науку та сучасні знання. Штучний інтелект можна використовувати в освітньому процесі як помічника вчителя, на додаток до його використання для створення персоналізованого навчального середовища та забезпечення зворотного зв'язку з учнями. Для тих вчителів, хто робить перші кроки з використання штучного інтелекту під час проведення уроку слід звернути увагу на зображення, створені штучним інтелектом. Але існують і ризики, які можуть бути спричинені використанням штучного інтелекту в освіті: зниження ролі вчителя, зниження креативності та навичок критичного мислення учнів, ризик збільшення розриву між учнями з високим і низьким соціально-економічним статусом.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: штучний інтелект; відкрита наука; штучний інтелект в освіті; відкрита наука в освіті; взаємозв'язки штучного інтелекту та відкритої науки.

ABSTRACT

Formulation of the problem. Due to the fact that distance and mixed learning is currently predominant in Ukraine, while it is not always possible to conduct online lessons (due to stabilization or emergency power outages), the problem of diversification and better visualization of the educational material arises. Methodically balanced use of artificial intelligence tools and cloud services of open science can be a possible solution to this problem.

Materials and methods. A complex of theoretical research methods was used: comparative and systematic analysis of scientific sources on information technologies to analyze and determine the state of the researched problem of the involvement of open science and artificial intelligence at different levels of education and the study of their interrelationships; verification, synthesis and generalization to build the main theses and provisions of the study; analysis of existing approaches to the use of artificial intelligence in education; assessment of the level of their effectiveness and efficiency.

Results. The use and implementation of cloud services of open science will be appropriate in any institutions of general secondary education, institutions of higher education. This will lead to the formation and development of competence in open science at all levels of education. Concepts such as open science, open data, SMART data, FAIR data are in most cases directly related to artificial intelligence. For artificial intelligence and deep learning, labeled and unlabeled datasets become important for machine learning and training artificial intelligence models. The use of artificial intelligence can help students perform routine tasks in the learning process and determine their previous level of preparation. Along with these advantages, there are other serious problems. One of the main and important issues is privacy. Artificial intelligence should be added to the educational materials developed by the teacher.

Conclusions. The possibilities of open science enable the new global network generation to discover science and modern knowledge. Artificial intelligence can be used in the educational process as a teacher's assistant, in addition to being used to create a personalized learning environment and provide feedback to students. For those teachers who are taking the first steps in using artificial intelligence during the lesson, you should pay attention to the images created by artificial intelligence. But there are also risks that can be caused by the use of artificial intelligence in education: the reduction of the role of the teacher, the reduction of creativity and critical thinking skills of students, the risk of increasing the gap between students with high and low socio-economic status.

KEYWORDS: artificial intelligence; open science; artificial intelligence in education; open science in education; relationships of artificial intelligence and open science.

Для цитування:

Мар'єнко М., Коваленко В. Штучний інтелект та відкрита наука в освіті. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 1. С. 48-53. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-1-007

Мар'єнко, М., & Коваленко, В. (2023). Штучний інтелект та відкрита наука в освіті. *Фізико-математична освіта*, 38(1), 48-53. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-007>

For citation:

Marienko, M., & Kovalenko, V. (2023). Artificial intelligence and open science in education. *Physical and Mathematical Education*, 38(1), 48-53. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-007>

Marienko, M., & Kovalenko, V. (2023). Shchuchnyi intelekt ta vidkryta nauka v osviti [Artificial intelligence and open science in education]. *Fiziko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(1), 48-53. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-007>

ВСТУП

Постановка проблеми. Нова захоплююча інфраструктура онлайн-бібліотек тепер доступна для відкритих наукових даних і даних експериментальних досліджень. Ці можливості надають онлайн-сховища даних, дослідницькі екосистеми та відкриття штучного інтелекту. Разом вони краще орієнтують наукові дослідження на відкриття та нові можливості (Uzwyszyn, 2023). Електронні бібліотеки наборів зображень підкреслюють важливість екосистем онлайн-сховищ даних для відкритої науки в екосистемах цифрових бібліотек, зокрема, штучного інтелекту та нових відкриттів.

Сьогодні інструменти, створені на основі штучного інтелекту, можна використовувати навіть через браузер в Інтернеті. Тому інструменти штучного інтелекту можна використовувати не лише через персональні комп'ютери, а й через смартфони та планшети. Хоча дані інструменти використовують переважно для розваг, більшість з них мають потенціал для використання в освітніх цілях.

Широке залучення штучного інтелекту починає змінювати освітній ландшафт, зокрема і в освіті дорослих. Для освіти цінними є підходи штучного інтелекту у віртуальних класах (студентських чи для підвищення кваліфікації спеціалістів різного профілю).

В зв'язку з тим, що в Україні наразі переважає дистанційне та змішане навчання, при цьому не завжди є можливість проведення онлайн уроків (в зв'язку зі стабілізаційними чи аварійними відключеннями електроенергії), постає проблема урізноманітнення та кращого унаочнення навчального матеріалу (як для учнів так і студентів). Можливим вирішенням даної проблеми може стати методично виважене використання засобів штучного інтелекту та хмарних сервісів відкритої науки.

Аналіз актуальних досліджень. Суттєвий взаємозв'язок відкритої науки та штучного інтелекту демонструє відкриття наукової нейронної мережі глибокого навчання в якій використовується розпізнавання об'єктів і великі дані для машинного навчання та навчання нейронних мереж університету США (Стенфорд). Модель Стенфордської нейронної мережі штучного інтелекту та забезпечення спорідненості з методологіями географічно розподілених екосистем відкривають дослідження нейронної мережі штучного інтелекту за допомогою наборів даних, доступних в Інтернеті (Uzwyszyn, 2023).

Техаське сховище (Uzwyszyn, 2023) є гарним прикладом онлайн-сховища даних. Сховище об'єднує дані різних окремих університетів для систематизації та пошуку. Репозиторій можна легко налаштувати на консорціальному, державному чи міжнародному рівнях. Обидва приклади ілюструють корисність та практичне спрямування відкритої науки. Онлайн-репозиторії відкритих даних у наукових екосистемах, орієнтованих на дані, забезпечують майбутній прогрес науки та відкриттів.

У дослідженні (Aktau, 2022) було зроблено спробу визначити можливість використання зображень, згенерованих штучним інтелектом, в освіті. Для цього використовувався інструмент DALL-E AI, розроблений OpenAI. У дослідженні (Khan & Lulwani, 2023) вивчено підходи до використання штучного інтелекту у віртуальних класах, а також їхні переваги для покращення розуміння слухачами курсу.

У дослідженні (Alhumaid et al., 2023) оцінюються гіпотези, як студенти сприймають використання програм штучного інтелекту в освіті, а також як заклади освіти підготовлені до цього та як суспільство загалом відреагує на широке впровадження штучного інтелекту в освіту. Було показано (Chaka, 2023), що в переважній більшості в якості засобів штучного інтелекту в освіті переважають чат-боти. Штучний інтелект має перспективу у використанні для персоналізованого, масштабованого та доступного навчання. Результати (García-Martínez et al., 2023) підтверджують позитивний вплив штучного інтелекту та обчислювальних наук на успішність студентів, було виявлено підвищення мотивації до навчання, особливо в сфері STEM. Різноманітність роботи штучного інтелекту та науковців, які безпосередньо працюють над проблемами впровадження штучного інтелекту в різні галузі суспільства, а також пропозиції з приводу ширшої практики відкритості для простору штучного інтелекту досліджено в роботі (Ding et al., 2023).

Мета статті. Дослідити значущість штучного інтелекту та відкритої науки для освіти та визначити їх взаємозв'язки.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення мети було використано наступний комплекс теоретичних методів досліджень: порівняльний та системний аналіз наукових джерел з інформаційних технологій для аналізу та визначення стану досліджуваної проблеми залученості відкритої науки та штучного інтелекту на різних рівнях освіти та вивчення їх взаємозв'язків; верифікація, синтез та узагальнення для побудови основних тез та положень дослідження; аналіз наявних підходів до використання штучного інтелекту в освіті; оцінки рівня їх ефективності та результативності.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Обґрунтування та розробка методології використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах педагогічної освіти як одного з перспективних напрямів підвищення якості освітнього та наукового процесу, модернізації освітнього та наукового середовища, використання засобів хмарних обчислень та послуги описано в попередньому дослідженні (Мар'єнко та ін., 2022). Наголошується, що впровадження хмарних обчислень є актуальною тенденцією розвитку сучасних педагогічних систем ІКТ. При цьому, впровадження принципів відкритої науки стає можливим вже в закладах загальної середньої освіти (наприклад, в наукових ліцєях). Використання та впровадження хмарних сервісів відкритої науки буде доречним не лише в ліцєях, а в будь-яких закладах загальної середньої освіти. Це призведе до формування та розвитку компетентності з відкритої науки на всіх рівнях освіти, більшому поширенню відкритої науки в Україні та дотримання принципів відкритої науки в суспільстві (а не лише виключно в науковій спільноті). Крім того, використання вчителями сервісів Європейської хмари відкритої науки надасть доступ до останніх наукових відкриттів, залучення до світового досвіду учнів та використання вчителями та учнями найновіших цифрових технологій. Формування та підвищення рівня компетентності з відкритої науки позитивно вплине на рівень ІК-компетентності вчителів (його зростання), оскільки складники компетентності з відкритої науки частково перетинаються зі складниками ІК-компетентності. Тому в попередньому дослідженні (Мар'єнко та ін., 2022) було обґрунтовано рекомендації щодо впровадження відкритих наукових систем у навчальний процес. Такі поняття, як відкрита наука, відкриті дані, SMART-дані, FAIR-дані в більшості випадків напряму пов'язані зі штучним інтелектом.

Термін «штучний інтелект» є відносно новим, тому вимагає додаткового обґрунтування. Штучний інтелект – це інструментарій системи чи сервісу з використанням якого можна збирати та адаптувати дані користувача (або дані, що розміщені у відкритих репозитаріях), та на їх основі генерувати нові рішення чи висновки, відповідно до поданого запиту користувача.

До змісту поняття «відкрита наука» відносимо відкриті та доступні знання, які поширюються та розвиваються через спільні загальнодоступні наукові мережі.

При цьому під компетентністю з відкритої науки розуміємо здатність особи на основі знань, умінь, навичок та особистісного ставлення успішно здійснювати науково-дослідну діяльність відповідно до принципів відкритої науки (Мар'єнко та ін., 2022). Згідно досліджень О. Г. Глазунової та М. П. Шишкіної до принципів відкритої науки віднесемо (Glazunova & Shyshkina, 2018): принцип відкритого доступу до результатів досліджень та процесів, принцип технологічного розвитку, принцип взаємодії з суспільством, принцип дослідницької співпраці, принцип інноваційного характеру відкритої науки.

До складників компетентності з відкритої науки віднесемо чотири основні категорії (Мар'єнко та ін., 2022): навички й досвід, необхідні для публікації у відкритому доступі; навички й досвід щодо даних досліджень, управління, аналізу / використання / повторного використання, поширення; навички й досвід роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею; навички й досвід, що випливають із загальної та широкої концепції науки, коли дослідники взаємодіють із широкою громадськістю, щоб посилити вплив науки та досліджень.

В іншому дослідженні (Vykov et al., 2020) висвітлено перспективні способи надання доступу до хмарних платформ та інструментів для підтримки процесів спільного навчання та дослідження. Впровадження сервісів хмарних обчислень відкритої науки є перспективним напрямом у розвитку сучасних ІКТ-педагогічних систем. Аналіз та оцінка наявного досвіду використання різних типів програмних пакетів для підтримки процесів навчання та дослідження в хмарному середовищі мало позитивні результати. Зрозуміло, що відкрита наука в першу чергу призначена для спільноти науковців, однак, проектування та використання хмарного відкритого навчально-дослідницького спільного середовища із залученням хмарних компонентів на основі AWS virtual desktop, IBM Vbox, WPadV4 позитивно вплине на навчальний процес закладів вищої освіти. Спільне навчання та дослідження, залучення до групи науковців буде корисним досвідом для студентів, магістрів та аспірантів. Це дасть змогу досягнути більш широко кожен етап наукового дослідження, засвоїти принципи відкритої науки та дотримуватись їх і в подальшій професійній діяльності.

Нові можливості для відкритої науки створені завдяки: угрупованням глобальних мереж, новим потужним алгоритмічним моделям глибокого навчання нейронних мереж штучного інтелекту та можливостям онлайн-зберігання та пошуку в сховищах досліджень даних. Ці приклади показують, як нові інфраструктури можуть бути використані для створення майбутніх методологій штучного інтелекту для наукових відкриттів у 21 столітті (Uzwyshyn, 2023).

Онлайн-репозиторій досліджень даних дозволяє ділитися, публікувати та архівувати дані дослідника. Це водночас платформа для керування даними та метаданими дослідника та установи, і ефективна глобальна стратегія архівування та обміну даними.

Цифровий репозиторій також можна розмістити в більшій цифровій системі. Ця система надає великі можливості для впровадження методологій, орієнтованих на дані. Загальними характеристиками такої цифрової системи є програмне забезпечення з відкритим кодом, активні спільноти розробників, комунікація та компоненти сховища вмісту (Uzwyshyn, 2023).

Дані доступні в різних типах файлів, форматах, носіях і розмірах. Для штучного інтелекту та, зокрема, нещодавнього глибокого навчання, позначені та немарковані набори даних стають важливими для машинного навчання та навчання моделям штучного інтелекту. У рамках відкритої науки метадані (маркування) є ключовими.

Наразі дослідники все більше визнають, що потрібні «більші» сховища даних. Окрім спеціальних потреб у сховищі великих даних, запитів на дуже «великі дані» все ще мало, але ці запити зростають. Наразі «Великі дані» є серед запитів на набір функцій нових репозиторіїв досліджень даних, але не в першому списку, який хотіли б бачити більшість дослідників. Вище в цьому списку нових функцій є довгострокове збереження цифрових даних. Починаючи з аналізу даних і візуалізації, ці інструменти та запити на грамотність даних допомагають дослідникам із дисциплін, не пов'язаних з комп'ютерними науками, використовувати нові методології штучного інтелекту, такі як ті, що передаються через нейронні мережі та глибоке навчання (глибинне навчання). Глибоке навчання – це один з методів машинного навчання, що базується на певному масиві алгоритмів.

Останні п'ять років (2017-2022) показали значний прогрес і досягнення в аналітичних обчислювальних інструментах і відкриттях. Особливо це стосується методологій, пов'язаних із новими сферами штучного інтелекту. Машинне навчання, глибоке навчання та дослідження нейронних мереж показали певний потенціал для прориву парадигми відкритої науки. Ці досягнення варіюються від комп'ютерного бачення (розпізнавання обличчя/об'єктів) до обробки природної мови (розпізнавання мовлення в текст і переклад) до кібербезпеки (виявлення шахрайства). Досягнення також включають розмовні чат-боти, роботизованих агентів і стратегічне мислення. Це стало можливим завдяки комбінації кращих алгоритмів, більшої обчислювальної потужності, точніших схем метаданих, онлайн-наборів даних і, дедалі частіше, сховищ і систем відкритих наукових досліджень (Uzwyshyn, 2023).

Можливості машинного навчання штучного інтелекту також ефективно використовуються завдяки попередньому навчанню алгоритмів і застосуванню нових наборів даних звичайного розміру. Нові можливості відкриваються завдяки поєднанню сховищ дослідницьких даних і готовності дослідників ділитися своїми дослідженнями та наборами даних через відкриту науку. Це дозволяє іншим дослідникам у всьому світі застосовувати алгоритмічне машинне навчання та ґрунтуватися на попередніх моделях до доступних нових онлайн-даних досліджень. Зображення, дані та метадані можуть бути легко завантажені, розархівовані та використані дослідниками для навчання нейронної мережі.

Можна використовувати сховища дослідницьких даних, щоб полегшити відкриту науку в усьому світі шляхом повторного використання набору даних онлайн. Це відбувається завдяки навчанню дослідників в інших областях земної кулі та подальшому розвитку попередніх моделей глибокого навчання та нейронних мереж.

Це є прикладом можливостей відкритої науки та штучного інтелекту, що працюють на глобальному рівні завдяки потужності екосистем цифрових даних і здатності агрегації сховищ даних. Вміст і спеціалізовані набори даних зображень зі спеціальними позначеними метаданими можуть бути зібрані онлайн, які інакше були б недоступні. Тепер ці дані можна легко об'єднати, використовувати, переглядати та покращувати за допомогою нових алгоритмічних методів машинного навчання.

За останні роки з'явилося багато інструментів, які змінюють життя користувачів і забезпечують зручність у сфері штучного інтелекту. Наприклад, Google Translate, який пропонує переклад понад 100 мовами, може працювати через браузер і автоматично виконувати дуже точні переклади. Крім того, такі інструменти, як Siri і Google Assistant, які дозволяють людям ставити запитання та отримувати відповіді, стали невід'ємною частиною смартфонів. Такі інструменти, як ChatGPT, можуть швидко надавати відповіді на будь-які запитання, пояснення, наведення прикладів, написання віршів чи оповідань і узагальнення тексту (Aktay, 2022). Також, за останні роки відбулися значні розробки в обробці та створенні зображень. Візуальні послуги, створені на основі текстів, виражених природною мовою, сьогодні також дуже розвинені. Приклади інструментів, які дозволяють вводити текст для створення реалістичних зображень, включають Stable Diffusion та Imagen: Text-to-Image Diffusion Models (Aktay, 2022).

Використання штучного інтелекту може допомогти учням виконувати звичайні завдання в навчальному процесі та визначити попередній рівень підготовки. Це розглядається як важлива вимога для представлення того, як штучний інтелект можна використовувати для досягнення таких цілей, як академічні досягнення учнів.

Дослідники технологій та експерти з викладання іноземних мов в першу чергу зацікавилися методами штучного інтелекту. Програми штучного інтелекту, які використовують машинне навчання, стають все більш поширеними в різних галузях, включаючи клінічні, сільськогосподарські та освітні дослідження. Ці програми мають великі перспективи для використання в різних контекстах. Однак, існують і деякі перешкоди для точного впровадження, сприятливих результатів і вищого рівня досягнень при використанні штучного інтелекту в освітніх контекстах (Alhumaid et al., 2023).

Не менш важливе значення мають індивідуальні якості дитини. Ефективність навчання є однією з переваг інтеграції програм штучного інтелекту в освітні системи. Якщо заклади освіти та суспільство схвалюють важливість інтеграції цих передових програм у навчальне середовище, залучення зацікавлених до навчання учнів та студентів збільшиться (Alhumaid et al., 2023). У деяких країнах тип апаратного та технологічного програмного забезпечення, що використовується в навчальному середовищі, впливає на готовність учнів/студентів застосовувати цифрові технології. Додаткові аспекти, які мають значний вплив на сприйняття студентами інноваційних технологій, включають меншу тривожність навчання, готовність використовувати ці технології та досягнення в знаннях.

Можна виокремити два типи штучного інтелекту, це: штучний інтелект, який базується на правилах, і штучний інтелект, який базується на машинному навчанні. Штучний інтелект на основі правил використовує правила прийняття рішень, щоб створити або запропонувати рекомендацію чи вирішення поставленого запиту. Прикладом цього є система інтелектуального репетитора, яка може надати граматику і конкретний зворотній зв'язок для учнів. Штучний інтелект, заснований на машинному навчанні, є набагато потужнішим, оскільки машини (орієнтовані на комп'ютер) можуть фактично навчатися та ставати кращими з часом, особливо коли вони працюють із великими багатозначними наборами даних. В освіті інструменти штучного інтелекту на основі машинного навчання можна використовувати для різноманітних завдань, таких як моніторинг активності учнів і створення моделей, які точно передбачають результати поведінки учнів. В рамках штучного інтелекту є ще одна підгалузь – обробка природної мови, тобто використання програмного забезпечення для розуміння, прогнозування, перекладу та запису текстового вмісту. Експерти досліджують способи використання голосового штучного інтелекту для діагностики читання та інших академічних проблем. Сьогодні використання штучного інтелекту, який базується на машині, вже прийнято в освіті. Кілька тестових компаній (наприклад, Pearson) використовують обробку природної мови для оцінки есе (Awasthi & Soni, 2023).

Комунікативні навички є важливими у взаємодії між людьми. Високий рівень комунікативних навичок є ключовим для навчання дорослих. Ефективна комунікація безумовно може вплинути на навчальний процес. Комунікативні навички приймають, цінують вербальні аспекти розмови, переговори та розмови та невербальні аспекти, такі як письмо, міміка та мова тіла. В освіті дорослих, однак, домінує аудіальна комунікація. Тому для освіти дорослих в першу чергу звертають увагу на наступні технології штучного інтелекту (Khan & Lulwani, 2023): машинне навчання, штучна нейронна мережа, глибоке навчання та комп'ютерний зір.

В дослідженні (Awasthi & Soni, 2023) вказано наступні переваги використання штучного інтелекту в системі освіти:

1. Системи штучного інтелекту адаптуються до навчальних потреб кожного учня та цілей відповідно до їх сильних та слабких сторін.
2. Системи штучного інтелекту аналізують і спостерігають за поточним стилем навчання учня та наявними здібностями та надають налаштований шаблон вмісту та підтримки.
3. Системи штучного інтелекту оцінюють не лише закриті відповіді у тестовому форматі, але й описові.
4. Завдяки штучному інтелекту учні не соромляться робити помилки, що є невід'ємною частиною навчання, а потім отримують зворотний зв'язок у реальному часі для внесення необхідних виправлень.
5. Використовується адаптивне навчання учнів на початковому рівні, а потім поступово переходить до наступного етапу, завершуючи попередній.
6. Штучний інтелект може надати учням доступ до освіти відповідно до потреб, наприклад шляхом читання змісту учневі з вадами зору.
7. Штучний інтелект можна дозовано використовувати і в дошкільній освіті для представлення інтерактивних ігор, які навчають і розвивають у дітей базові навички.

8. Можна використовувати для створення навчального контенту: широко використовуються програми штучного інтелекту, які перетворюють голос у текст.

Разом із цими перевагами є й інші серйозні проблеми. Одним із основних і важливих питань є конфіденційність. Як ці навчальні інструменти захищають персональні дані користувачів? Іншими словами, штучний інтелект не може замінити вчителів. Експерти також відзначають недоліки використання штучного інтелекту: можуть знизитись когнітивні здібності як учителів, так і учнів. Занадто сильна залежність від технологій також матиме негативні наслідки. Слід зробити штучний інтелект доповненням до навчальних матеріалів розроблених вчителем. Вчителям і учням не слід нав'язувати надмірне використання штучного інтелекту.

Для тих вчителів, хто робить перші кроки з використання штучного інтелекту під час проведення уроку слід звернути увагу на зображення, створені штучним інтелектом. Використання подібних зображень будуть корисними для:

1. Збагачення педагогічної діяльності (зображення, створені штучним інтелектом, можуть допомогти пояснити теми та ідеї в більш інтерактивний спосіб).

2. Уникнення проблем з авторськими правами (оскільки зображення, створені штучним інтелектом, є оригінальними та унікальними, вони усувають проблеми з авторським правом).

3. Відтворення подій (історичні чи соціальні події можна відтворити та візуалізувати).

4. Конкретизації змісту навчання (зміст абстрактного уроку можна візуалізувати).

5. Збагачення освіти в Інтернеті (їх можна використовувати для створення інтерактивних зображень).

6. Усунення непорозуміння концепції (учні можуть перевірити, чи правильні уявлення у них склалися при вивченні тієї чи іншої теми).

7. Усунення проблеми недостатнього контенту (не всі зображення, що шукають за ключовим словом в Інтернеті, доступні).

Але існують і недоліки використання контенту, створеного штучним інтелектом: можлива низька якість зображень; служба штучного інтелекту, яка їх створює, може мати на них авторські права; деякі зображення, створені для певних текстів, можуть не відповідати текстам. Тому для створення зображень можна використовувати різні тексти.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Сховища даних і можливості цифрової наукової екосистеми сприяють циклу академічних досліджень, прогресу знань і відкриттів. Спільне використання даних тепер стало доступним завдяки можливостям мережових комунікацій і технологій контенту. Такий обмін між дослідниками на глобальній арені забезпечує прозорість щодо гарантії якості знань, починаючи від експертної оцінки онлайн і закінчуючи доступністю даних і досліджень для цитування, відкриття, завантаження та прагматичного використання.

У поєднанні з іншими можливостями системи, такими як відкриті онлайн-журнали академічних досліджень, дисертації і системи керування онлайн-ідентифікацією (ORCID), а також нові можливості мультимедійного інтерфейсу користувача, ці інструменти сприяють глобальній співпраці та внутрішньолюдській творчій діяльності відкриттів, винаходів, інновацій та прогресу попередніх поколінь дослідників і вчених.

Штучний інтелект безпосередньо та напряду пов'язаний з відкритою наукою. В першу чергу це стосується Big Data, SMART-даних та FAIR-даних, адже системи та сервіси штучного інтелекту можуть упорядковувати накопичені результати, виконувати пошук, аналіз та співставлення. Такі дії сприяють подальшому розвитку сервісів та систем штучного інтелекту, кращому відтворенню результатів згідно заданих алгоритмів.

Штучний інтелект можна використовувати в освітньому процесі як помічника вчителя, на додаток до його використання для створення персоналізованого навчального середовища та забезпечення зворотного зв'язку з учнями. У цьому контексті останніми роками зросло використання інструментів штучного інтелекту в освіті. Однак, незважаючи на потенціал штучного інтелекту в освіті, також є занепокоєння щодо його потенційного негативного впливу на освіту. Ці негативні наслідки, які можуть бути спричинені використанням штучного інтелекту в освіті, включають ризик зниження ролі вчителя, ризик зниження креативності та навичок критичного мислення учнів, а також ризик збільшення розриву між учнями з високим і низьким соціально-економічним статусом.

Подальші дослідження будуть спрямовані на аналіз існуючих сервісів штучного інтелекту та їх добір для використання в навчальному процесі. Попередньо слід встановити критерії та показники добору для закладів загальної середньої освіти та закладів вищої освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мар'єнко, М. В., Шишкіна, М. П., & Коновал, О. А. (2022). Методологічні засади формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах вищої педагогічної освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 89(3), 209–232. <https://doi.org/10.33407/itlt.v89i3.4981>.
2. Aktay, S. (2022). The usability of Images Generated by Artificial Intelligence (AI) in Education. *International technology and education journal*, 6 (2), 51–62.
3. Alhumaid, K., Naqbi, S., Elsoori, D. & Mansoori, M. (2023). The adoption of artificial intelligence applications in education. *International Journal of Data and Network Science*, 7(1), 457–466. https://www.growingscience.com/ijds/Vol7/ijdns_2022_115.pdf.
4. Awasthi, S., & Soni, Y. (2023). Empowering Education System with Artificial Intelligence: Opportunities and Challenges. *Shodh Samagam*, 6 (1). <http://www.shodhsamagam.com/admin/uploads/Empowering%20Education%20System%20with%20Artificial%20Intelligence%20%20Opportunities%20and%20Challenges.pdf>.
5. Bykov, V., Mikulowski, D., Moravcik, O., Svetsky, S., & Shyshkina, M. (2020). The use of the cloud-based open learning and research platform for collaboration in virtual teams. *Information Technologies and Learning Tools*, 76(2), 304–320. <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.3706>.
6. Chaka, C. (2023). Fourth industrial revolution—a review of applications, prospects, and challenges for artificial intelligence, robotics and blockchain in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning (RPTEL)*, 18(2). <http://rptel.apsce.net/index.php/RPTEL/article/view/2023-18002>.

7. Ding, J., Akiki, Ch., Jernite, Ya., Steele, A. L., & Popo, T. (2023). Towards Openness Beyond Open Access: User Journeys through 3 Open AI Collaboratives. <http://doi.org/10.48550/arXiv.2301.08488>.
8. García-Martínez, I., Fernández-Batanero, J. M., Fernández-Cerero, J., & León, S. P. (2023). Analysing the Impact of Artificial Intelligence and Computational Sciences on Student Performance: Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 12(1), 171-197. <http://doi.org/10.7821/naer.2023.1.1240>.
9. Glazunova, O., Shyshkina, M. (2018). The Concept, Principles of Design and Implementation of the University Cloud - based Learning and Research Environment. *Proceedings of the 14th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*, Volume II : Workshops (2104), 332-347. http://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_158.pdf.
10. Khan, M., & Lulwani, M. (2023). Inspiration of Artificial Intelligence in Adult Education: A Narrative Overview. *OSF Preprints*, January 12. <https://doi.org/10.31219/osf.io/zjqmn>.
11. Uzwyszyn, R. J. (2023). From Open Science and Datasets to AI and Discovery. *Trends & issues in library technology*, January 2023, 26-38. <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.20360.70404>.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Marienko, M. B., Shyshkina, M. П., & Konoval, O. A. (2022). Methodological principles of formation of cloud-oriented systems of open science in institutions of higher pedagogical education. *Information Technologies and Learning Tools*, 89(3), 209–232. <https://doi.org/10.33407/itlt.v89i3.4981>. (in Ukrainian)
2. Aktay, S. (2022). The usability of Images Generated by Artificial Intelligence (AI) in Education. *International technology and education journal*, 6 (2), 51-62.
3. Alhumaid, K., Naqbi, S., Elsoori, D., & Mansoori, M. (2023). The adoption of artificial intelligence applications in education. *International Journal of Data and Network Science*, 7(1), 457-466. https://www.growingcience.com/ijds/Vol7/ijdns_2022_115.pdf.
4. Awasthi, S., & Soni, Y. (2023). Empowering Education System with Artificial Intelligence: Opportunities and Challenges. *Shodh Samagam*, 6 (1). <http://www.shodhsamagam.com/admin/uploads/Empowering%20Education%20System%20with%20Artificial%20Intelligence%20%20Opportunities%20and%20Challenges.pdf>.
5. Bykov, V., Mikulowski, D., Moravcik, O., Svetsky, S., & Shyshkina, M. (2020). The use of the cloud-based open learning and research platform for collaboration in virtual teams. *Information Technologies and Learning Tools*, 76(2), 304–320. <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.3706>.
6. Chaka, C. (2023). Fourth industrial revolution – a review of applications, prospects, and challenges for artificial intelligence, robotics and blockchain in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning (RPTeL)*, 18:2. <http://rptel.apsce.net/index.php/RPTeL/article/view/2023-18002>.
7. Ding, J., Akiki, Ch., Jernite, Ya., Steele, A. L., & Popo, T. (2023). Towards Openness Beyond Open Access: User Journeys through 3 Open AI Collaboratives. <http://doi.org/10.48550/arXiv.2301.08488>.
8. García-Martínez, I., Fernández-Batanero, J. M., Fernández-Cerero, J., & León, S. P. (2023). Analysing the Impact of Artificial Intelligence and Computational Sciences on Student Performance: Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 12(1), 171-197. <http://doi.org/10.7821/naer.2023.1.1240>.
9. Glazunova, O., Shyshkina, M. (2018). The Concept, Principles of Design and Implementation of the University Cloud - based Learning and Research Environment. *Proceedings of the 14th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*, Volume II : Workshops, 2104, 332-347. http://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_158.pdf.
10. Khan, M., & Lulwani, M. (2023). Inspiration of Artificial Intelligence in Adult Education: A Narrative Overview. *OSF Preprints*, January 12. <https://doi.org/10.31219/osf.io/zjqmn>.
11. Uzwyszyn, R. J. (2023). From Open Science and Datasets to AI and Discovery. *Trends & issues in library technology*, January 2023, 26-38. <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.20360.70404>.



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 10.31110/2413-1571-2023-038-1-008

УДК 37.091.2:004.7

КОНЦЕПЦІЯ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ ДО ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ВІРТУАЛЬНОЇ НАОЧНОСТІ У ПРОФЕСІЙНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

Павло МУЛЕСА ✉

Ужгородський національний університет, Україна
 pavlo.mulesa@uzhnu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0002-3437-8082>

THE CONCEPT OF PREPARING FUTURE TEACHERS OF MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE FOR THE USE OF VIRTUAL VISIBILITY TOOLS IN PROFESSIONAL ACTIVITIES

Pavlo MULESA ✉

Uzhgorod National University, Ukraine
 pavlo.mulesa@uzhnu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0002-3437-8082>

АНОТАЦІЯ

Постановка проблеми. У статті розкривається концепція професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності.

Матеріали і методи. Основою дослідження стали наявні дослідження підготовки вчителів математики та інформатики, зміна психологічного сприйняття молоддю інформації (візуальний контент) та наявні практики їх навчання. Використано теоретичні методи наукового пізнання: аналіз результатів теоретичних досліджень, узагальнення практик підготовки молоді, контент-аналіз інтернет-ресурсів.

Результати. провідними ідеями концепції стали: визнання цінності для суспільства професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності; формування готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності у відповідності до розвитку освітньої галузі та цифрових технологій, а також з урахуванням особливостей сприйняття молоддю візуального контенту; модернізація процесу професійної підготовки вчителів з акцентом на візуальні технології, матеріали і засоби в інформаційно-освітньому середовищі ЗВО; набуття в процесі професійної підготовки первинного досвіду використання засобів віртуальної наочності в освітньому процесі; врахування тенденцій трансформації професійної освіти у напрямку підвищення професіоналізму майбутніх вчителів математики та інформатики, гуманізації та гуманітаризації вищої освіти, створення інформаційно-цифрового середовища закладу освіти; забезпечення особистісного професійного розвитку, саморозвитку та самовдосконалення вчителів математики та інформатики упродовж життя, формує їх позитивну мотивацію та здатність досягти високого рівня готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності; впровадження нових форм організації освітнього процесу, зокрема, у застосуванні інноваційних освітніх, які забезпечують ефективність навчально-методичного та організаційного супроводу; креативна і творча діяльність викладачів закладів вищої освіти, яка спрямовується на розширення суб'єктних функцій майбутніх учителів математики та інформатики для формування в них умінь генерувати нові знання і технології, розробляти інноваційний професійно-педагогічний продукт (послуги, методи тощо), творчо підходити до власної педагогічної діяльності. Концепція підготовки розкривається за методологічному, теоретичному і практичному рівнях.

Висновки. Розроблена концепція може стати основою проектування педагогічної системи підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до застосування віртуальної наочності у професійній діяльності.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: концепція професійної підготовки; майбутні учителі математики та інформатики; використання засобів віртуальної наочності; професійна діяльність.

ABSTRACT

Formulation of the problem. The article reveals the concept of professional training of future teachers of mathematics and computer science for the use of virtual clarity in professional activities.

Materials and methods. The basis of the study was the existing research on the training of teachers in mathematics and computer science, changes in the psychological perception of information by young people (visual content), and existing practices of their teaching. Theoretical methods of scientific knowledge were used: analysis of the results of theoretical research, generalization of youth training practices, and content analysis of Internet resources.

Results. The leading ideas of the concept are: recognition of the value for the society of professional training of future teachers of mathematics and computer science for the use of virtual visual aids in professional activities; formation of the readiness of future teachers of mathematics and computer science to use means of virtual visibility in professional activities in accordance with the development of the educational industry and digital technologies, as well as taking into account the peculiarities of young people's perception of visual content; modernization of the process of professional training of teachers with an emphasis on visual technologies, materials and means in the information and educational environment of higher education institutions; acquisition in the process of professional training of primary experience in the use of means of virtual clarity in the educational process; taking into account the trends in the transformation of vocational education in the direction of improving the professionalism of future teachers of mathematics and computer science, humanization of higher education, creating an information and digital environment of an educational institution; ensuring personal professional development, self-development and self-improvement of teachers of mathematics and computer science throughout their lives, forms their positive motivation and ability to achieve a high level of readiness of future teachers of mathematics and computer science to use virtual clarity in professional activities; introduction of new forms of organization of the educational process, in particular, in the application of innovative educational ones that ensure the effectiveness of educational, methodological and organizational support; creative and creative activity of teachers of higher education institutions, which is aimed at expanding the subject functions of future teachers of mathematics and computer science to form their skills to generate new knowledge and technologies, develop an innovative professional and pedagogical product (services, methods, etc.), creatively approach their own pedagogical activities. The concept of training is revealed at the methodological, theoretical, and practical levels.

Conclusions. The developed concept can become the basis for designing a pedagogical system for preparing future mathematics and computer science teachers to apply virtual clarity in professional activities.

KEYWORDS: the concept of professional training; future teachers of mathematics and computer science; the use of virtual clarity; professional activity.

Для цитування:

Мулеса П. Концепція підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 1. С. 54-59. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-1-008

Мулеса, П. (2023). Концепція підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності. *Фізико-математична освіта*, 38(1), 54-59. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-008>

For citation:

Mulesa, P. (2023). The concept of preparing future teachers of mathematics and computer science for the use of virtual visibility tools in professional activities. *Physical and Mathematical Education*, 38(1), 54-59. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-008>

Mulesa, P. (2023). Kontsepsiia pidhotovky maibutnix uchyteliv matematyky ta informatyky do vykorystannia zasobiv virtualnoi naochnosti u profesiinii diialnosti [The concept of preparing future teachers of mathematics and computer science for the use of virtual visibility tools in professional activities]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(1), 54-5. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-008>

✉ Corresponding author

© P. Mulesa, 2023

ВСТУП

Постановка проблеми. Професійна підготовка майбутніх учителів математики та інформатики в умовах розвитку освітньої сфери, її модернізація дедалі більше залежить від формування професійно значущих якостей у поєднанні з оволодінням ними науковими професійними компетентностями, знаннями, вміннями, навичками та здатностями, необхідними для творчого виконання майбутніх професійних обов'язків. У той же час, освітній процес закладів вищої освіти все ще зорієнтований більше на традиційну освіту, ніж на логіку цифрових інновацій в освіті, що передбачає, перш за все, дії з упровадження цифрових технологій, вмотивоване їх застосування для розв'язування проблем професійної підготовки майбутніх учителів та їх подальшої професійної діяльності (Руденко та ін., 2021; Semenikhina et al., 2020; Семеніхіна, 2018; Semenikhina et al., 2019; Семеніхіна & Безуглий, 2017; Семенов та ін., 2017). Тому актуальним бачимо розроблення концепції професійної підготовки вчителів математики та інформатики з урахуванням сучасних запитів на використання засобів віртуальної наочності в навчанні математики та інформатики.

Аналіз актуальних досліджень. Виходячи із сучасних тенденцій розвитку освіти та її методології, принципів компетентнісного навчання, процес професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики як соціального явища, направлено на вирішення певних завдань суспільства, доцільно спрямовувати на гармонійний розвиток особистості, здатної до творчості та безперервного самовдосконалення. З огляду на вказані провідні ідеї та позиції підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності для розкриття змісту концепції нами визначено ряд психолого-педагогічних положень.

Дослідник В. П. Безпалько (1977) пов'язує концепцію з системним описом певного предмета чи явища, що сприяє його розумінню, трактуванню, виявленню первинних ідей побудови та функціонування. При цьому, система професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики має включати ряд індикаторів: упорядкованість; розчленованість; надійність; елементарність; детермінованість; центрованість; завершеність; іманентність; мінімальність; стаціонарність; гомогенність (Уемов, 1978). Тому концепцію розуміємо як систему власних поглядів на дану проблему, авторське бачення, розуміння і тлумачення підготовки майбутніх учителів математики та інформатики в системі професійної середньої освіти.

Мета дослідження: описати авторську концепцію підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Основою дослідження стали наявні дослідження підготовки вчителів математики та інформатики, зміна психологічного сприйняття молоддю інформації (візуальний контент) та наявні практики їх навчання. Використано теоретичні методи наукового пізнання: аналіз результатів теоретичних досліджень, узагальнення практик підготовки молоді, контент-аналіз інтернет-ресурсів.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Теоретичний аналіз літератури та власний досвід викладацької діяльності дозволив перелічити вимоги до вчителів математики та інформатики із врахуванням запитів стейлхолдерів щодо ефективного провадження професійної педагогічної діяльності:

- глибокі предметні, психологічні і педагогічні знання;
- знання сучасних методик навчання та вміння їх застосовувати на практиці;
- вміння організувати цифрове освітнє середовище та інтегрувати в нього засоби віртуальної наочності;
- здатність до самовдосконалення, самоактуалізації та самореалізації як прояву внутрішньої сутності й досягнення успіху в професійно-педагогічній діяльності;
- ефективне сприйняття реальності, яке полягає в готовності до здійснення професійно-педагогічної діяльності з використання засобів віртуальної наочності (я перебуваю в ситуації; я хочу діяти; я можу діяти; я рефлексую);
- прагнення бути відкритим стосовно інших і себе, вміння розкрити індивідуальність при проведенні різноманітних занять для отримання учнями задоволення від початкової діяльності;
- оволодіння засобами планування, програмування, прийняття рішень у конкретних життєвих і професійних ситуаціях;
- уміння спостерігати, аналізувати конкретні навчальні ситуації, ставити завдання щодо перетворення цих ситуацій з метою досягнення позитивних для учнів результатів у сфері навчання, обирати можливі варіанти, які сприятимуть у досягненні цієї мети;
- здатність орієнтуватися спеціалізованій предметній літературі з математики та інформатики та джерелах в галузі візуального контенту, засобах віртуальної наочності та їх можливостях використання в освітньому процесі, володіння різними методами пізнання навколишнього світу, методами пошуку, обробки та використання інформації щодо комп'ютерних інструментів засобів віртуальної наочності;
- здатність швидко вступати в контакт і володіння технікою спілкування;
- здатність вести за собою, створювати мотивацію до вивчення математики та інформатики,
- критичність до результатів здійснення професійно-педагогічної діяльності та високий ступінь рефлексії;
- контроль своїх емоційних реакцій, їх осмислення, регулювання реакцій та заміна негативних емоцій позитивними;
- уміння планувати професійно-педагогічну діяльність, правильно розподіляти свій час і знаходити оптимальні засоби її організації.

Тому провідними ідеями концепції професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності є:

- визнання цінності для суспільства професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності;
- формування готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності у відповідності до розвитку освітньої галузі та цифрових технологій, а також з урахуванням особливостей сприйняття молоддю візуального контенту;
- модернізація процесу професійної підготовки вчителів з акцентом на візуальні технології, матеріали і засоби в інформаційно-освітньому середовищі ЗВО;
- набуття в процесі професійної підготовки первинного досвіду використання засобів віртуальної наочності в освітньому процесі (організація цифрового простору навчання математики та інформатики; розроблення супровідних дидактичних інтерактивних матеріалів в навчанні математики та інформатики; використання інтернет-технологій і соціальних мереж для організації неформального навчання; створення науково-популярного візуального контенту тощо);
- врахування тенденцій трансформації професійної освіти у напрямку підвищення професіоналізму майбутніх вчителів математики та інформатики, гуманізації та гуманітаризації вищої освіти, створення інформаційно-цифрового середовища закладу освіти;
- забезпечення особистісного професійного розвитку, саморозвитку та самовдосконалення вчителів математики та інформатики упродовж життя, формує їх позитивну мотивацію та здатність досягти високого рівня готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності;
- впровадження нових форм організації освітнього процесу, зокрема, у застосуванні інноваційних освітніх, які забезпечують ефективність навчально-методичного та організаційного супроводу.
- креативна і творча діяльність викладачів закладів вищої освіти, яка спрямовується на розширення суб'єктних функцій майбутніх учителів математики та інформатики для формування в них умінь генерувати нові знання і технології, розробляти інноваційний професійно-педагогічний продукт (послуги, методики тощо), творчо підходити до власної педагогічної діяльності.

Концепція дослідження розкривається за методологічному, теоретичному і практичному рівнях.

Методологічний рівень характеризує концепцію з позицій філософії та загальної методології. Перший використовує положення філософії щодо розвитку, самореалізації, самовдосконалення особистості та єдності теорії та практики свідомої активності людини як суб'єкта пізнавальної діяльності. Другий використовує концептуальні положення педагогічної освіти, а також системний, акмеологічний, когнітивно-візуальний, рефлексивно-діяльнісний, BYOD-підхід, made-self-підхід щодо професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності.

На філософському рівні в основу дослідження ми покладаємо *діалектичний підхід*, який дозволяє вивчати процеси і явища у їх взаємозв'язках, динаміці, розвитку; спостерігати перехід кількісних змін у якісні; виявляти внутрішні суперечності, єдність протилежностей, базуючись на цьому, визначати рушійні сили пізнання; керуватися законом заперечення заперечень, аналізуючи в єдності теорію і практику явищ, що вивчаються.

Взаємозв'язок різних підходів загальнонаукової і конкретно-наукової методології системи професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності дозволяє представити *методологічні підходи до підготовки вчителів*:

- системний підхід означає розкриття цілісності педагогічної системи, її оцінки, об'єкта дослідження (професійна підготовка майбутніх учителів математики та інформатики), виявленням взаємозв'язку й функціональних зв'язків між її структурними компонентами з визначенням основних факторів впливу на систему та можливістю управління системою для обов'язкового упровадження одержаних результатів до практики професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики;
- акмеологічний підхід включає самореалізацію майбутніх учителів математики та інформатики у професійній діяльності за допомогою саморефлексії, самоосвіти та саморозвитку;
- синергетичний підхід забезпечує оптимізацію освітнього процесу через реалізацію міждисциплінарності та трансдисциплінарності, що уможливило розширення меж опанування навчальних дисциплін, використання когнітивних схем однієї галузі в іншій, створення цифрового середовища спілкування учасників освітнього процесу;
- метапредметний підхід передбачає зв'язок із реальними життєвими та професійними ситуаціями використання засобів віртуальної наочності, постійна апеляція до особистісного досвіду майбутніх учителів математики та інформатики та проєкція навчальних ситуацій на майбутню професійну діяльність;
- рефлексивно-діяльнісний підхід передбачає формування та вдосконалення професійних знань, умінь через конкретні дії у процесі професійної підготовки із забезпеченням ефективної реалізації людини-фахівця в ключових сферах її життєдіяльності в інтересах як її самої, так і суспільства;
- когнітивно-візуальний підхід є основою для формування у майбутніх учителів математики та інформатики знань, умінь і навичок використання засобів віртуальної наочності у майбутній професійній діяльності;
- селфмейдменівський підхід передбачає виявлення, врахування та розвиток індивідуальних особливостей майбутніх учителів математики та інформатики на основі самовдосконалення з метою розвитку особистості;
- BYOD-підхід використано з метою інтенсифікації освітнього процесу засобами мобільних технологій та вирішення проблеми постійного доступу до освітніх ресурсів під час підготовки майбутніх учителів математики та інформатики.

Теоретичний рівень концепції дослідження увиразнюється низкою теоретичних положень, що є вихідними для досягнення мети дослідження та підґрунтям для вирішення поставлених завдань:

- «готовність майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності» є особистісним утворенням, яке має складну структуру, а тому формується через свої складові;

– готовність майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності є одним із результатів їх професійної підготовки, а тому має формуватися під впливом педагогічної системи, яка пов'язана і реалізується в межах освітньо-професійної програми підготовки вчителів (математики та/або інформатики), яку пропонує/розробляє ЗВО;

– процес формування готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності вимагає створення інформаційно-цифрового освітнього середовища (ІЦОС) ЗВО, в якому взаємодіють суб'єкти (викладачі, студенти) та об'єкти (ОПП, РП дисциплін, цифрові інструменти підтримки освітнього процесу, спеціалізоване ПЗ в галузі (математика, інформатика), сервіси\програми створення віртуальної наочності, дидактичні матеріали).

Практичний рівень концепції дослідження увиразнюється практико-орієнтованими аспектами професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики.

На основі сказаного та аналізу підходів дослідників О. Васюк (2015), В. Кручек (2003), Є. Лодатка (2010), П. Лузана (2004), О. Семеніхіної (2016) підґрунтям для концепції професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності став ряд суперечностей, що існують на даному етапі в педагогічній теорії й практиці освітньої діяльності закладів вищої освіти. На підставі порівняльно-історичного, функціонально-структурного аналізу вітчизняної практики професійної підготовки майбутніх математик та інформатик, модернізації освітнього процесу, розвитку інформаційного суспільства виявлено суперечності між:

– об'єктивною потребою суспільства у висококваліфікованих та конкурентоздатних учителях математики та інформатики та недостатнім рівнем професійної компетентності майбутніх учителів математики та інформатики, неспроможністю існуючого процесу їх фахової підготовки забезпечити таку потребу;

– вимогами положень Законів України «Про освіту», «Про вищу освіту», Національної рамки кваліфікацій, до компетентностей майбутніх учителів математики та інформатики та недостатньою розробленістю теоретичних і методичних основ реалізації цифрової освіти в освітньому процесі закладів вищої педагогічної освіти;

– новітніми завданнями закладів вищої освіти з підготовки майбутніх учителів математики та інформатики, здатних до подальшого навчання протягом всього життя з високим рівнем автономності та конкурентоздатності та недостатньою готовністю на сучасному етапі науково-педагогічних працівників до реалізації ідей використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності;

– необхідністю у професійній підготовці компетентного учителя математики та інформатики з готовністю до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності на високому рівні та недостатнім навчально-методичним та дидактичним забезпеченням процесу професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики.

Тоді з урахуванням концепції професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності формування готовності майбутніх учителів математики та інформатики до застосування віртуальної наочності у професійній діяльності:

– відбувається через педагогічну систему, реалізація якої спирається на інформаційно орієнтоване освітнє середовище ЗВО;

– вимагає врахування розвитку інформаційних технологій в галузі освіти, обізнаності майбутніх учителів у сфері ІТ, здатності до самоосвіти;

– потребує формування навичок критичного аналізу, оцінки, порівняння, узагальнення засобів віртуальної наочності;

– потребує формування методичних умінь застосування віртуальної наочності у професійній діяльності.

Завдяки дотриманню названого комплексу факторів досягається дієвість при забезпеченні певних умов, основними з яких є:

– упровадження інноваційних технологій навчання до процесу професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики;

– створення інформаційно-освітнього середовища фахової підготовки майбутніх учителів математики та інформатики у ЗВО;

– переорієнтація освітнього процесу на оволодіння майбутніх учителів математики та інформатики методологією науково-технічної творчості;

– проєктування змісту освіти на основі ідей цифрової освіти;

– цілеспрямований розвиток особистісно-професійних якостей майбутніх учителів математики та інформатики.

До основних концептуальних напрямів системи формування готовності майбутніх учителів математики та інформатики до застосування віртуальної наочності у професійній діяльності ми визначаємо ряд векторів:

– технологізація фахової підготовки майбутніх учителів математики та інформатики;

– створення інформаційно-освітнього середовища фахової підготовки майбутніх учителів математики та інформатики через інформатизацію освітнього процесу та створення інформаційно-освітнього середовища у закладах вищої педагогічної освіти;

– практико-орієнтована фахова підготовка майбутніх учителів математики та інформатики;

– науково-дослідна робота майбутніх учителів математики та інформатики;

– педагогічна інтеграція (загально науковий міждисциплінарний та внутрішньо дисциплінарний напрями);

– оновлення стандартів педагогічної освіти.

До найбільш дієвих методів формування готовності майбутніх учителів математики та інформатики до застосування віртуальної наочності у професійній діяльності ми відносимо:

- формування досвіду суб'єкт-суб'єктної взаємодії (бесіда, дискусія – дебати, форум, круглий стіл, дерево рішень);
- стимулювання до взаємодії (створення ситуацій зацікавленості, метод опори на життєвий досвід, метод створення відчуття успіху);
- розв'язання конкретних педагогічних і технологічних ситуацій (проектувальний метод, метод ділових ігор, метод аналізу навчальних ситуацій, метод групових консультацій);
- діагностики результатів взаємодії (метод взаємонавчання, взаємоконтролю та взаємооцінювання).

Для формування готовності майбутніх учителів математики та інформатики до застосування віртуальної наочності у професійній діяльності доцільно упроваджувати систему педагогічних принципів. Серед них ми вважаємо найголовнішими такі: інформатизації (комп'ютеризації) і модульності та дотримання професійної мобільності в сучасних умовах. Системність формування готовності майбутніх учителів математики та інформатики до застосування віртуальної наочності у професійній діяльності матиме відповідний ефект завдяки регулярному упровадженню названих вище принципів (зокрема, безперервності навчання) в ході створення інформаційно-цифрового освітнього середовища фахової підготовки майбутніх учителів математики та інформатики через інформатизацію освітнього процесу у закладах вищої освіти.

Тому практичний рівень концепції свідчить, що саме формування готовності майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності:

- відбувається через педагогічну систему, реалізація якої спирається на ІЦОС ЗВО;
- вимагає врахування розвитку інформаційних технологій в галузі освіти та цифрових технологій в галузі унаочнення навчального матеріалу (математика\інформатика);
- потребує формування знань про сучасні підходи до візуалізації знань та наявні цифрові інструменти унаочнення навчального матеріалу (математика\інформатика);
- потребує формування навичок критичного аналізу, порівняння та оцінки засобів віртуальної наочності;
- потребує формування методичних умінь застосовувати засоби віртуальної наочності у професійній діяльності.

ВИСНОВКИ

Перелічені та охарактеризовані провідні ідеї, сутнісні характеристики, методологічні підходи засадовими позиціями проектування педагогічної системи підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до застосування віртуальної наочності у професійній діяльності. У цьому сенсі розроблена концепція спрямована на модернізацію змісту освіти за вимогами освітніх стандартів, запровадження інноваційних освітніх технологій в умовах створення інформаційно-цифрового освітнього середовища закладів вищої освіти, організації продуктивного оволодіння майбутніми учителями математики та інформатики знаннями про застосування віртуальної наочності у професійній діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Semenikhina, O. V., Drushlyak, M. G., Bondarenko, Yu. A., Kondratiuk, S. M., & Ionova, I. M. (2019). Open Educational Resources as a Trend of Modern Education. *Proceedings of 42 International convention on information and communication technology, electronics and microelectronics "MIPRO 2019"* (pp. 779-782), Opatija, Croatia.
2. Semenikhina, O., Kudrina, O., Koriakin, O., Ponomarenko, L., Korinna, H., & Krasilov, A. (2020). The Formation of Skills to Visualize by the Tools of Computer Visualization. *TEM Journal*, 9(4), 1704-1710. <https://doi.org/10.18421/TEM94-51>.
3. Беспалько, В. П. (1977). *Основы теории педагогических систем (Проблемы и методы психолого-педагогического обеспечения технических обучающих систем)*. Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та. Vespal'ko, V. P. (1977).
4. Васюк, О. В. (2015). Теорія і методика формування професійної спрямованості майбутніх соціальних педагогів у вищих аграрних закладах : автореф. на здобуття наук. ступ. док. пед. наук : 13.00.04. / Нац. агр. ун-т. Київ.
5. Кручек, В. А. (2003). Формування комунікативних вмінь студентів вищих аграрних навчальних закладів освіти в процесі вивчення психолого-педагогічних дисциплін : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. / Нац. агр. ун-т. Київ.
6. Лодатко, Є. О. (2010). *Моделювання педагогічних систем і процесів*: монографія. Слов'янськ: СДПУ.
7. Лузан, П. Г. (2004). *Теоретичні і методичні основи формування навчально-пізнавальної активності студентів у вищих аграрних закладах освіти*: дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04. / Нац. агр. ун-т. Київ.
8. Руденко, Ю. О., Семеніхіна, О. В., Харченко, І. І., & Харченко С. М. (2021). Дистанційне навчання: результати опитування викладачів і студентів коледжів, *Інформаційні технології і засоби навчання*, 86(6), 313–333. <https://doi.org/10.33407/itlt.v86i6.4343>.
9. Семеніхіна, О. (2018). Шляхи формування і розвитку ІТ-компетентності фахівців у процесі їх професійної підготовки. *Освіта. Інноватика. Практика*, 1 (4), 44-51. <https://eip-journal.in.ua/index.php/eip/article/view/58/69>.
10. Семеніхіна, О., & Безуглий, Д. (2017). Необхідність формування у вчителів умінь візуалізувати предметні знання як провідна стратегія розвитку освіти в Україні. *Гірська школа Українських Карпат*, 16, 45-49. <https://doi.org/10.15330/msuc.2017.16.51-53>.
11. Семеніхіна, О.В. (2016). *Професійна готовність майбутнього вчителя математики до використання програм динамічної математики: теоретико-методичні аспекти* : монографія. Суми : ВВФ «Мрія».
12. Семенов, О., Семеніхіна, О., & Безуглий, Д. (2017). Формування академічної культури майбутніх педагогів-дослідників в умовах цифрового творчого середовища як наукова проблема. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 62(6), 240-251. <http://dx.doi.org/10.33407/itlt.v62i6.1917>.
13. Уемов, А. И. (1978). *Системный подход и общая теория систем*. М.: Мысль.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Semenikhina, O. V., Drushlyak, M. G., Bondarenko, Yu. A., Kondratiuk, S. M., & Ionova, I. M. (2019). Open Educational Resources as a Trend of Modern Education. *Proceedings of 42 International convention on information and communication technology, electronics and microelectronics "MIPRO 2019"* (pp. 779-782), Opatija, Croatia.
2. Semenikhina, O., Kudrina, O., Koriakin, O., Ponomarenko, L., Korinna, H., & Krasilov, A. (2020). The Formation of Skills to Visualize by the Tools of Computer Visualization. *TEM Journal*, 9(4), 1704-1710. <https://doi.org/10.18421/TEM94-51>.

3. Bespal'ko, V. P. (1977). *Osnovy teorii pedagogicheskikh sistem (Problemy i metody psikhologo-pedagogicheskogo obespecheniya tekhnicheskikh obuchayushchikh sistem)* [Fundamentals of the theory of pedagogical systems (Problems and methods of psychological and pedagogical support of technical teaching systems)]. Voronezh: Izd-vo Voronezhskogo un-ta. (in Russian).
4. Vasiuk, O. V. (2015). *Teoriia i metody formuvannia profesiinoi spriamovanosti maibutnikh sotsialnykh pedahohiv u vyshchykh ahrarnykh zakladakh* [Theory and methodology of formation of professional orientation of future social pedagogues in higher agrarian institutions], *avtoref. na zdobuttia nauk. stup. dok. ped. nauk*: 13.00.04. / Nats. ahr. un-t. Kyiv. (in Ukrainian).
5. Kruchek, V. A. (2003). *Formuvannia komunikatyvnykh vmin studentiv vyshchykh ahrarnykh navchalnykh zakladiv osvity v protsesi vyvchennia psykholoho-pedahohichnykh dystsyplin* [Formation of communicative skills of students of higher agricultural educational institutions in the process of studying psychological and pedagogical disciplines] : *dys. ... kand. ped. nauk* : 13.00.04. / Nats. ahr. un-t. Kyiv. (in Ukrainian).
6. Lodatko, Ye. O. (2010). *Modeliuvannia pedahohichnykh system i protsesiv* [Modeling pedagogical systems and processes]. Sloviansk: SDPU. (in Ukrainian).
7. Luzan, P. H. (2004). *Teoretychni i metodychni osnovy formuvannia navchalnopiznavalnoi aktyvnosti studentiv u vyshchykh ahrarnykh zakladakh osvity* [Theoretical and methodological foundations of the formation of educational and cognitive activity of students in higher agrarian educational institutions]: *dys. ... d-ra ped. nauk* : 13.00.04. / Nats. ahr. un-t. Kyiv. (in Ukrainian).
8. Rudenko, Yu. O., Semenikhina, O. V., Kharchenko, I. I., & Kharchenko, S. M. (2021). Distance Learning: Results Of A Survey Of Teachers And College Students. *Information Technologies and Learning Tools*, 86(6), 313–333. <https://doi.org/10.33407/itlt.v86i6.4343>. (in Ukrainian).
9. Semenikhina, O. (2018). Shliakhy formuvannia i rozvytku IT-kompetentnosti fakhivtsiv u protsesi yikh profesiinoi pidhotovky [Ways of formation and development of IT-competency in the process of professional preparation students]. *Osvita. Innovatyka. Praktyka – Education. Innovation. Practice*, 1(4), 44-51. <https://eip-journal.in.ua/index.php/eip/article/view/58/69>. (in Ukrainian).
10. Semenikhina, O., & Bezuhlyi, D. (2017). Neobkhidnist formuvannia u vchyteliv umin vizualizuvaty predmetni znannia yak providna stratehiia rozvytku osvity v Ukraini [The need for teachers to visualize subject knowledge as a leading strategy for the development of education in Ukraine]. *Hirska shkola Ukrainykh Karpat – Mountain School of the Ukrainian Carpathians*, 16, 45-49. <https://doi.org/10.15330/msuc.2017.16.51-53>. (in Ukrainian).
11. Semenikhina, O.V. (2016). *Profesiina hotovnist maibutnoho vchytelia matematyky do vykorystannia proham dynamichnoi matematyky: teoretyko-metodychni aspekty* [Professional readiness of the future mathematics teacher to use dynamic mathematics programs: theoretical and methodological aspects]. Sumy : VVP «Mriia». (in Ukrainian).
12. Semenoh, O., Semenikhina, O., & Bezuhlyi, D. (2017). Formuvannia akademichnoi kultury maibutnikh pedahohiv-doslidnykiv v umovakh tsyfrovoho tvorchoho seredovyscha yak naukova problema [Formation of the teacher-researcher academic culture in a digital creative environment]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia – Information Technologies and Learning Tools*, 62(6), 240-251. <http://dx.doi.org/10.33407/itlt.v62i6.1917>. (in Ukrainian).
13. Uyemov, A. I. (1978). *Sistemnyy podkhod i obshchaya teoriya system* [System approach and general systems theory]. M.: Mysl'. (in Russian).



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 10.31110/2413-1571-2023-038-1-009

УДК 373.5:004.946

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ГУРТКА «СТВОРЕННЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ» У ДИСТАНЦІЙНОМУ ФОРМАТІ

Ольга СЛОБОДЯНИК ✉

Інститут цифровізації освіти

Національної академії педагогічних наук України, Україна
 Oslobodyanyk84@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3504-2684>

PECULIARITIES OF THE WORK OF THE GROUP "CREATING AUGMENTED REALITY" IN A REMOTE FORMAT

Olga SLOBODIANYK ✉

Institute for Digitalization of Education

National Academy of Educational Sciences of Ukraine, Ukraine
 Oslobodyanyk84@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3504-2684>

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Сучасні реалії, кризові ситуації вносять свої корективи в усі сфери нашого життя, тому дистанційна форма навчання є вже звичною. На сьогоднішній день існує багато публікацій науковців, вчителів-практиків щодо організації освітнього процесу в режимі онлайн, описано методики викладання різних дисциплін із врахуванням їх специфіки. Проте мало уваги приділено позаурочній роботі під час дистанційного навчання, зокрема роботі гуртків. Тому метою статті є: розглянути особливості організації роботи гуртка «Створення доповненої реальності» у дистанційному форматі роботи закладу загальної середньої освіти.

Матеріали і методи. Використано методи аналізу та систематизації педагогічної, методичної літератури; узагальнення результатів вітчизняного і зарубіжного досвіду щодо використання іммерсивних технологій в освітньому процесі.

Результати. До особливостей організації роботи гуртка відносимо етапи. На підготовчому етапі ми акцентуємо увагу учнів на теоретичних аспектах доповненої реальності: вводимо визначення поняття «іммерсивна технологія», характеризуємо AR, VR, MR; визначаємо переваги і недоліки їх використання у різних сферах нашого життя; розглядаємо особливості роботи мобільних додатків для AR. Наступний етап – ознайомлення з принципами роботи засобів доповненої реальності (технології AR стрімко розвиваються і залежать від вбудованих датчиків (акселерометр, GPS, компас), а якість відтворюваних об'єктів залежить від камери та фотододатків, ресурсу внутрішньої пам'яті для обробки даних та штучного інтелекту через голосові команди. Третій етап – практична частина, яка включає самостійну розробку об'єктів доповненої реальності в різних середовищах, зокрема, в Unity 3D, Blender та ін., та роботу з пакетами інструментів (RealityKit, SceneForm, AR-Core, AR-Kit, Vuforia та ін.).

Висновки. Для ефективної роботи гуртка в дистанційному форматі має бути створене навчальне середовище та передбачено: можливість проведення онлайн-уроків (синхронно або асинхронно); доступ до тематичних електронних навчальних матеріалів; можливість надсилати матеріали учням та отримувати виконані завдання; зворотний зв'язок та оцінювання. Навчальним середовищем може виступати Google Classroom. Заняття гуртка зосереджені на особливостях роботи в середовищах Unity та AR Core.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: доповнена реальність; дистанційне навчання; позаурочне навчання; об'єкти доповненої реальності.

ABSTRACT

Formulation of the problem. Modern realities and crises make their adjustments in all areas of our lives, so distance learning is already familiar. To date, there are many publications by scientists, and teachers-practitioners on the organization of the educational process online, describing methods of teaching various disciplines, taking into account their specifics. However, little attention is paid to extracurricular work during distance learning, in particular the work of circles. Therefore, the purpose of the article is: to consider the peculiarities of the organization of the work of the circle "Creation of augmented reality" in the remote format of the general secondary education institution.

Materials and methods: methods of analysis and systematization of pedagogical, and methodological literature, generalization of the results of domestic and foreign experience on the use of immersive technologies in the educational process.

Results. The features of the organization of the work of the circle include stages. At the preparatory stage, we focus students' attention on the theoretical aspects of augmented reality: we introduce a definition of the concept of "immersive technology", characterize AR, VR, and MR, determine the advantages and disadvantages of their use in various areas of our lives, consider the features of mobile applications for AR. The next stage is familiarization with the principles of operation of augmented reality tools (AR technologies are rapidly developing and depend on built-in sensors (accelerometer, GPS, compass), and the quality of the objects being played depends on the camera and photo applications, the resource of internal memory for data processing and artificial intelligence through voice commands. The third stage is the practical part, which includes the independent development of augmented reality objects in various environments, in particular, in Unity 3D, Blender, etc., and work with pak tools (RealityKit, SceneForm, AR-Core, AR-Kit, Vuforia, etc.).

Conclusions. For effective work of the club in a remote format, it is necessary to create a learning environment and provide: the possibility of conducting online lessons (synchronously or asynchronously); access to thematic electronic educational materials; the ability to send materials to students and receive completed tasks; feedback and evaluation. The learning environment can be Google Classroom. The classes of the club focus on the peculiarities of working in the Unity and AR Core environments.

KEYWORDS: augmented reality; distance learning; extracurricular training; augmented reality objects.

ВСТУП

Постановка проблеми. З кожним роком застосування доповненої реальності у всіх сферах нашого життя набуває популярності. Освіта не є виключенням. Додатки AR урізноманітнюють навчальний процес, роблять його «яскравішим», інтерактивним, доступним, зрозумілим. Наприклад, нам стали доступними віртуальні подорожі, маємо можливість на уроках хімії і фізики «зазирнути» мікросвіт (будова молекули, атома, броунівський рух, електричний струм ...), на заняттях з біології розглянути будову органів у деталях, на уроках математики вивчати об'ємні фігури без проблем. Проте, ще

Для цитування:

Слободяник О. Особливості роботи гуртка «Створення доповненої реальності» у дистанційному форматі. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 1. С. 60-65. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-1-009

Слободяник, О. (2023). Особливості роботи гуртка «Створення доповненої реальності» у дистанційному форматі. *Фізико-математична освіта*, 38(1), 60-65. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-009>

For citation:

Slobodanyk, O. (2023). Peculiarities of the work of the group "Creating augmented reality" in a remote format. *Physical and Mathematical Education*, 38(1), 60-65. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-009>

Slobodanyk, O. (2023). Osoblyvosti roboty hurtka «Stvorennia dopovnoyi realnosti» u dystantsiynomu formati [Peculiarities of the work of the group "Creating augmented reality" in a remote format]. *Fiziko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(1), 60-65. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-009>

одним важливим елементом освітнього процесу в закладах загальної середньої освіти є організація роботи гуртків. Такий вид діяльності дає можливість учням творчо розвиватися, шукати креативні рішення, діяти не стандартно, а також виявити здатність до наукової діяльності. Успішність діяльності гуртка залежить від керівника та правильної організації його роботи. Володіння знаннями медіаграмотності, навичками роботи з інформаційно-комунікаційними технологіями, креативність, бажання продуктивно працювати з дітьми на відстані, ефективно впроваджувати нові ідеї – це неповний перелік навичок успішного керівника гуртка. Сучасні реалії сьогодення вносять свої корективи у всі сфери нашого життя, шкільну та позашкільну діяльність теж не оминули. Актуальним і відкритим залишається питання пошуку альтернативних форм та засобів організації позаурочної роботи в закладах загальної середньої освіти. Саме тому все більшої популярності набуває технологія доповненої реальності (AR), яку разом з технологіями віртуальної та змішаної реальності, відносять до «ключових освітніх технологій наступного десятиліття» (Becker et al., 2018).

Аналіз актуальних досліджень. В наукових колах ведуться суперечки щодо доцільності використання іммерсивних технологій в навчальному процесі. Зокрема, розглядається можливість використання технологій доповненої реальності у процесі навчання фізики (Соколюк, 2022); у проєктній діяльності (Мацокін & Пахомова, 2018, 2019); як засіб для розвитку STEM-освіти (Сороко, 2021); аналізується дослідницьке навчання учнів в контексті створення доповненої реальності (AR) та результати впливу можливостей використання іммерсивної освітньої системи на когнітивні процеси навчання учнів (Гриб'юк, 2020). Переваги використання доповненої реальності в освітньому процесі: *візуалізація* – полегшує процес запам'ятовування та розвиває абстрактну уяву; *наочність* – тривимірний підхід дає змогу дослідити прилад або явище у деталях, із різних боків; *цікавість* – «живі» зображення та 3D- моделі на сторінках підручника – це дійсно вражає; *сучасність* – опанування інноваційних технологій в освітньому процесі; *увага учасників навчального процесу* – ви привернете увагу своєї аудиторії; портативні й майже безкоштовні навчальні матеріали – з ДР вам потрібно вкладати менше коштів у фізичні матеріали та обладнання (Мацокін & Пахомова, 2020).

Можливостям та проблемам використання засобів доповненої і віртуальної реальностей в освітньому процесі присвячені роботи Wu H.K., Hsin-Kai Wu, Silvia Wen-Yu Lee, Hsin-Yi Chang, JyhChong Liang (Hsin-Kai Wu et. al., 2020). Eric Klopfer, Kurt Squire порушують питання проєктування платформи доповненої реальності для моделювання навколишнього середовища (Klopfer et.al., 2007). Праці S.Yuen, G.Yaouyueyong, E. Johnson присвячені аналізу розвитку віртуальної і доповненої реальностей (Yuen et.al., 2011). Аспект навчання учнів з використанням AR розкрито в роботах (Lee, 2012). Yun Zhu, Hui Ye, Shukun Tang розглядають комунікативний аспекти використання засобів віртуальної і доповненої реальностей (Yun Zhu et. al., 2017), а S. Giasiranis і L. Sofos досліджують питання щодо оцінювання якості навчального матеріалу з доповненою реальністю (Giasiranis et. al., 2016). Поряд з цим важко не погодитися з думкою, що при використанні VR необхідно обов'язково враховувати когнітивні, лінгвістичні, фізичні (перцептивні, рухові), емоційні (афективні), соціальні та моральні особливості, оскільки використання IVR може призвести до виникнення шкідливої реакції у дітей, які не в змозі когнітивно регулювати такий набутий досвід (Hrybiuk, 2020).

Мета статті: розглянути особливості організації роботи гуртка «Створення доповненої реальності» у дистанційному форматі роботи закладу загальної середньої освіти.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У процесі дослідження використовувались методи аналізу та систематизації педагогічної, методичної літератури; здійснювалося узагальнення результатів вітчизняного і зарубіжного досвіду щодо використання іммерсивних технологій в освітньому процесі.

Дослідження виконувалося в рамках науково-дослідної роботи «Проектування навчального середовища з використанням засобів доповненої та віртуальної реальностей в закладах загальної середньої освіти» (ДР №0121U107689).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Процес дистанційного навчання є досить *гнучким*, що дає можливість перерозподілу подачі матеріалу згідно рівнів навчальних досягнень учнів; *інтерактивним*, забезпечує активне спілкування педагога з дітьми у незвичному форматі, посилює мотивацію до навчання, поліпшує засвоєння матеріалу, *комфортним* з відсутністю психологічних бар'єрів. Проте, не виключено ускладнення технічного характеру. Під час дистанційної роботи гуртка можуть виникнути проблеми із безпосереднім контактом викладача та учасників, не дотримання термінів виконання завдань гуртківцями, не можливість приєднатися до заняття у зазначений час, тому першочерговим завданням керівника є пошук альтернативних засобів для комунікації з учнями, тобто створення навчального середовища для ефективного функціонування гуртка у дистанційному режимі. В середовищі має бути: доступ до тематичних електронних навчальних матеріалів; можливість надсилати матеріали учням та отримувати виконані завдання, комунікувати між собою; забезпечено зворотній зв'язок між вчителем та гуртківцями, а також можливість оцінювання.

Для організації дистанційної роботи гуртка та забезпечення зворотного зв'язку було обрано хмарний сервіс Google Classroom (<https://classroom.google.com>) (рис.1). Середовище, у якому органічно поєднуються сервіси для роботи з документами Google Docs, Google Drive – сховище, що дозволяє користувачам зберігати свої дані на серверах у хмарі і ділитися ними з іншими користувачами в Інтернеті за допомогою Gmail (і не тільки). Керівник гуртка має змогу проводити тестування, контролювати, систематизувати, переглядати результати виконання вправ, застосовувати різні форми оцінювання, коментувати й організовувати ефективне спілкування з учнями в режимі реального часу. Ще одним важливим елементом, який вплинув на вибір саме цієї платформи є створення класів (груп). В групі є можливість публікувати завдання, завантажувати матеріали з просторів Інтернету, файли, відеоматеріали, додавати коментарі, створювати оголошення та взаємодіяти користувачам між собою. Вбудований сервіс для спілкування Hangouts дає можливість вести онлайн-бесіди в режимі реального часу з будь-якого пристрою, демонструвати власний екран та організовувати роботу в групах. Також на платформі за допомогою Google-форм можна проводити опитування та

автоматичне оцінювання результатів тестування (Організація дистанційного навчання в школі). Онлайн заняття проводилися за допомогою сервісу Zoom.

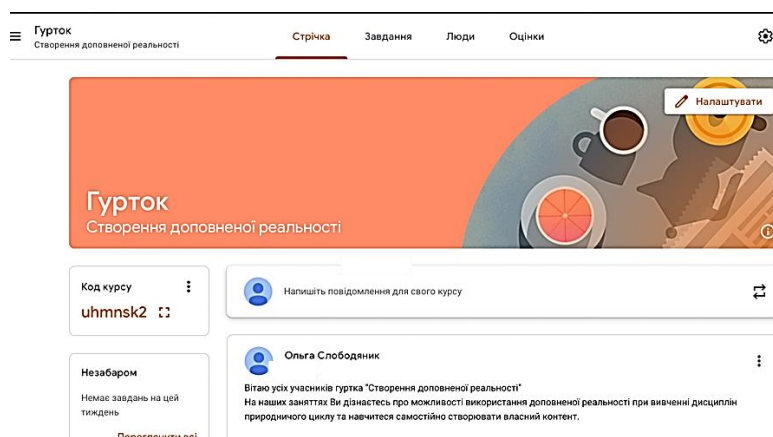


Рис. 1. Сторінка гуртка «Створення доповненої реальності» в сервісі Google Classroom

На підготовчому етапі роботи гуртка ми пропонуємо акцентувати увагу учнів на теоретичних аспектах вивчення доповненої реальності. Зокрема, вводимо визначення понять імерсивних технологій (AR, VR, MR), визначаємо переваги і недоліки їх використання у різних сферах нашого життя, розглядаємо особливості роботи мобільних додатків для AR.

Якщо перші заняття гуртка проводяться у дистанційному форматі, то після ознайомлення із загальними засадами курсу, можна запропонувати учням заповнити відповідну таблицю (таблиця 1), де кожен самостійно має визначити для якої операційної системи створено відповідний додаток (Android, Windows, iOS), з'ясувати на яку аудиторію розрахований та у якій галузі рекомендовано використання. Це завдання активізує пошукову діяльність учасників та дає можливість відпрацювання навичок роботи з інтернет-ресурсами. Потім на онлайн занятті слід обговорити з гуртківцями результати їх пошуків та визначити, з якими додатками вони хотіли б попрацювати в першу чергу. Будь-який проект із застосуванням чи створенням доповненої реальності містить два компоненти: контент, що бачить користувач у доповненій реальності, та платформа, що відтворює доповнену реальність.

Варто зазначити, що доповнена реальність поділяється на маркерну та безмаркерну.

Маркерна AR використовує камеру та спеціальний пасивний візуальний маркер, наприклад, QR-код або маркерне зображення, які показують запрограмований результат лише тоді, коли камера його зчитає. В результаті ми можемо бачити віртуальні об'єкти з реального світу. Слід зазначити, що це найпростіший вид AR, для його роботи достатньо встановити додаток на мобільний телефон і застосувати маркер. Прикладами таких технологій є 3D Artist, Bridges Ar, Arloon, Spacecraft 3d, Atom Visualizer, Landscapar, Blippar та ін..

Безмаркерна AR -це більш складна технологія, оскільки тут немає «якірного елемента» (маркера). Пристрій, на який встановлено відповідний додаток, має розпізнати всі об'єкти навколо, проаналізувати кольори, текстуру, почерговість поверхонь і т.д. При цьому задіюються дані, отримані за допомогою акселерометра, GPS, компаса (у сучасних гаджетах вони вбудовані), і лише після цього необхідне зображення накладається на визначений об'єкт.

Наступний етап – ознайомлення з принципами роботи доповненої реальності. На сьогодні технології AR стрімко розвиваються, тому принцип роботи сучасних засобів базуються на вбудованих датчиках (акселерометр, GPS, компас), якість відтворюваних об'єктів залежить від камери та фотододатків, відповідний ресурс внутрішньої пам'яті для обробки даних та штучний інтелект, що дає можливість давати команди голосовими повідомленнями.

Третій етап – практична частина, яка включає самостійну розробку об'єктів доповненої реальності в різних середовищах, зокрема в Unity 3D, Blender та ін., та роботу з пакетами інструментів (RealityKit, SceneForm, AR-Core, AR-Kit, Vuforia та ін.).

Таблиця 1

Назва додатку	ОС, на якій працює додаток	Вартість	Аудиторія	Галузь застосування
Arlopa & Live Portrait				
Custom App				
Web AR (ARCORE, ARKIT)				
Unity				
Ar Mirror				
AR in Fb & Instagram				
VFX				
Wikitude SDK				
HP Reveal				
Blippar				

Розглянемо детальніше роботу в Unity. Це багатоплатформовий інструмент для розробки відеоігор і застосунків, і рушій, на якому вони працюють. Створені за допомогою Unity програми працюють на настільних комп'ютерних системах,

мобільних пристроях та гральних консолях у дво- та тривимірній графіці, та на пристроях віртуальної чи доповненої реальності. Застосунки, створені за допомогою Unity, підтримують DirectX та OpenGL. Unity - це кросплатформовий ігровий рушій (<https://evergreens.com.ua/ua/articles/web-ar-tools-overview.html>) Програма-редактор Unity працює на Windows, macOS і Linux, а сам рушій може запускатися на 25 платформах. (Слободяник, 2022)

Інтерфейс Unity зручний тим, що дає можливість розміщувати вікна так, як зручно користувачеві, тобто налаштовувати гру прямо в редакторі. Головні вікна - це оглядач ресурсів проекту, інспектор поточного об'єкта, вікно попереднього перегляду, оглядач сцени та оглядач ієрархії ресурсів (John Haas, 2020).

Процедура створення проекту в Unity поділяється на сцени або так звані рівні, тобто окремі файли, які містять ігрові консолі з певним набором об'єктів, сценаріїв і налаштувань. Сцени можуть містити в собі як готові об'єкти-моделі (ландшафт, персонажі, предмети довкілля тощо), так і порожні ігрові об'єкти, що задають поведінку інших об'єктів (тригери подій, точки збереження прогресу тощо). З ними можна виконувати дії: розташовувати, обертати, масштабувати, застосовувати до них скрипти. В них є назва, може бути тег (мітка) і шар, на якому він повинен відображатися. Кожен предмет на сцені має компоненти: Transform, він зберігає в собі координати місця розташування, повороту і розмірів по всіх трьох осях. 2. Mesh Renderer, робить модель видимою. Різні моделі можуть об'єднуватися в набори (асети) для швидкого доступу до них. ([https://uk.wikipedia.org/wiki/Unity_\(рушій_гри\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Unity_(рушій_гри)))

Вивчаючи дане середовище в дистанційному форматі, слід акцентувати увагу на покрокових діях або робити запис відео заняття для того щоб учасники гуртка могли переглянути і спробувати самостійно створити об'єкт. В першу чергу потрібно навчитися створювати скрипти та працювати з ними, розібратися з командами, які працюють в Unity та навчитися самостійно запускати сцени з об'єктами (рис.2). Керівнику варто зробити запис цього заняття, щоб учні могли самостійно переглянути декілька разів та спробувати прописати скрипти. Лише після відпрацювання цих навичок можна переходити до створення складніших об'єктів.

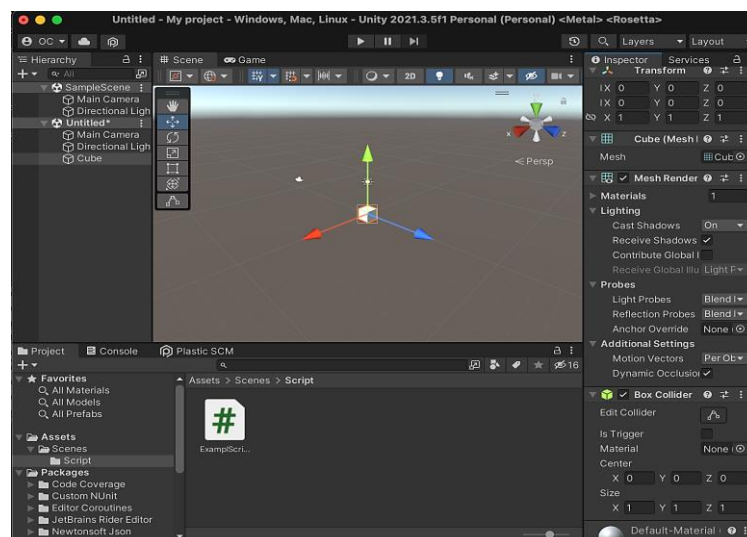


Рис. 2. Робота зі скриптами в середовищі Unity

При розгляді найпопулярніших комплектів засобів розробки (SDK), що дозволяють створювати додатки для певного пакету програм, програмного забезпечення базових засобів розробки, апаратної платформи, комп'ютерної системи, ігрових консолей, операційних систем і інших платформ слід виділити ARCore або ж Сервіси Google Play для AR. Це SDK від Google, що дає можливість створювати програми AR для пристроїв з ОС Android. ARCore використовує три ключові технології для інтеграції віртуального контенту з реальним світом, що спостерігається через камеру вашого телефону. Цей комплект засобів чудово детектує навколишнє середовище та має інструменти для відстеження руху. Ця платформа використовує різні API, дозволяє мобільним пристроям «розуміти» і орієнтуватися у навколишньому середовищі та вступати в взаємодію. Є можливість підключатися одночасно до однієї AR із декількох телефонів, що важливо для групової форми роботи. ARCore використовує камеру пристрою і свідчення інерційних датчиків для відстеження руху і перегляду об'єктів під будь-яким кутом, визначення розміру і розташування всіх типів поверхонь: горизонтальних, вертикальних, похилих, плоских (стіл або підлогу, наприклад), оцінки рівня освітлення. ARCore працює на телефонах на базі Android 7.0 і вище. Він сумісний з Unity, Unreal і може використовуватися для iOS для створення багатокористувацької доповненої реальності (<https://evergreens.com.ua/ua/articles/web-ar-tools-overview.html>).

Під час дистанційного навчання важливо забезпечити демонстрацію роботи з додатками в прямому етері або ж демонструвати попередньо записане відео з коментарями, щоб за першої необхідності можна було зупинити відеоконтент та дати роз'яснення або відповіді на питання, якщо такі виникли.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Отже, до особливостей організації роботи гуртка відносимо етапи його роботи. На підготовчому етапі ми акцентуємо увагу учнів на теоретичних аспектах доповненої реальності: вводимо визначення поняття «імерсивна технологія», характеризуємо AR, VR, MR; визначаємо переваги і недоліки їх використання у різних сферах нашого життя; розглядаємо особливості роботи мобільних додатків для AR. Наступний етап – ознайомлення з принципами роботи

засобів доповненої реальності (технології AR стрімко розвиваються і залежать від вбудованих датчиків (акселерометр, GPS, компас), а якість відтворюваних об'єктів залежить від камери та фотододатків, ресурсу внутрішньої пам'яті для обробки даних та штучного інтелекту через голосові команди. Третій етап – практична частина, яка включає самостійну розробку об'єктів доповненої реальності в різних середовищах, зокрема, в Unity 3D, Blender та ін., та роботу з пакетами інструментів (RealityKit, SceneForm, AR-Core, AR-Kit, Vuforia та ін.).

Для ефективної роботи гуртка в дистанційному форматі має бути створене навчальне середовище та передбачено: можливість проведення онлайн-уроків (синхронно або асинхронно); доступ до тематичних електронних навчальних матеріалів; можливість надсилати матеріали учням та отримувати виконані завдання; зворотний зв'язок та оцінювання. Навчальним середовищем може виступати Google Classroom. Заняття гуртка зосереджені на особливостях роботи в середовищах Unity та AR Core.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо в дослідженні можливості використання доповненої реальності у дослідницькій діяльності учнів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мацокин, Д. В., & Пахомова, І.М. (2019) Використання технологій доповненої реальності при викладанні фізики. *Проблеми сучасної освіти*, 151-154.
2. Мацокин, Д.В., & Пахомова, І.М. (2018). Доповнена реальність в освітньому процесі у позашкільний час за темою «Винаходи Леонардо». *Електронні інформаційні ресурси: створення, використання, доступ*, 127 -132.
3. Мацокин, І.Д., & Пахомова, І.М. (2019). Дистанційний курс «фізика для вчителів» або «інноваційні інструменти сучасного фізика». *Електронні інформаційні ресурси: створення, використання, доступ*, 127 -132.
4. Мацокин, Д. В., & Пахомова, І. М. (2020). Платформи й мобільні додатки для створення та використання контенту із технологією доповненої реальності в освітньому процесі. *Проблеми сучасної освіти*, Харків, Україна, (11), 153-160. <https://periodicals.karazin.ua/issuesedu/article/view/17672>.
5. Модло, Е. О., Єчкало, Ю. В., Семеріков, С. О. & Ткачук, В. В. (2017). Використання технологій доповненої реальності у мобільно орієнтованому середовищі навчання ВНЗ. *Наукові записки*, 11 (1), Кропивницький, Україна. 93–100.
6. Організація дистанційного навчання в школі. <https://uahistory.co/lesson/organization-remote-teaching-at-school-methodical-recommendations/3.php>.
7. Соколюк, О.М., & Слободяник, О.В. (2022). Застосування технологій доповненої реальності у процесі навчання фізики. *Теорія і практика цифрового навчання в сучасних закладах освіти*.
8. Сороко, Н.В. (2021). Іммерсивні технології для підтримки STEAM-підходу в закладі загальної освіти. Наукова школа академіка Івана Язюна у працях його соратників та учнів: матеріали VII науково-практичної конференції (25-26 травня 2021 року), 217-220.
9. Слободяник, О.В. (2022). Доповнена реальність в позаурочній роботі (підготовчий етап). *Іммерсивні технології в освіті*, 152-157.
10. Becker, S.A., Brown, M., Dahlstrom, E., Davis, A., DePaul, K., Diaz, V., & Pomerantz, J. (2018). NMC Horizon Report: 2018 Higher Education Edition. EDUCAUSE: Louisville, KY, USA.
11. Giasiranis, S., & Sofos, L. (2016). Production and Evaluation of Educational Material Using Augmented Reality for Teaching the Module of «Representation of the Information on Computers» in Junior High School. *Creative Education*, 7, 1270- 1291. <http://doi.org/10.4236/ce.2016.79134>
12. Hrybiuk, O. (2020). Engineering in Educational Institutions: Standards for Arduino Robots as an Opportunity to Occupy an Important Niche in Educational Robotics in the Context of Manufacturing 4.0, in: Proceedings of the 16th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer, 27-32, 770-785.
13. Hsin-Kai, Wu, Lee, Silvia Wen-Yu, Changc, Hsin-Yi, Liang, Jyh-Chong (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62(1), 41-49. <https://www.learnlib.org/p/132254>.
14. Klopfer, E., & Squire, K. (2007). Environmental Detectives — the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56(2), 203-228. <http://doi.org/10.1007/s11423-007-9037-6>.
15. Lee, K. (2012). Augmented Reality in Education and Training. *Tech Trends Tech Trends*, 56, 13–21. <https://doi.org/10.1007/s11528-012-0559-3>.
16. Yuen, S., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011). Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education. *Educational Technology Development and Exchange*, 4, 119-140.
17. Zhu, Y., Ye, H., & Tang, S. (2017). Research on the Communication Effect of Augmented Reality Technology in Electronic Publications among Youth-A Case Study of “Augmented Reality Interactive Science Reading”. *Advances in Applied Sociology*, 7, 305-318. <https://doi.org/10.4236/aasoci.2017.78019>.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Matsokin, D. V., & Pakhomova, I.M. (2019) Vykorystannia tekhnolohii dopovnenoї realnosti pry vykladanni fizyky [The use of augmented reality technologies in teaching physics]. *Problems of modern education – Problems of modern education*. KhNU imeni V.N. Karazina, Kharkiv, 151-154. (in Ukrainian).
2. Matsokin, D. V., & Pakhomova, I.M. (2018) Dopovnena realnist v osvitnomu protsesi u pozashkilnyi chas za temoiu «Vynakhody Leonardo» [Augmented reality in the educational process in extracurricular time on the topic "Inventions of Leonardo"]. *Electronic information resources: creation, use, access – Electronic information resources: creation, use, access*, Sumy-Vinnytsia, 127 -132. (in Ukrainian).
3. Matsokin, D. V., & Pakhomova, I.M. (2019). Dystantsiinyi kurs «fizyka dlia vchyteliv» abo «innovatsiinyi instrumenty suchasnoho fizyka» [Distance course "physics for teachers" or "innovative tools of modern physics"]. *Electronic information resources: creation, use, access – Electronic information resources: creation, use, access*, Sumy/Vinnytsia, 127 -132. (in Ukrainian).
4. Matsokin, D. V., & Pakhomova, I.M. (2020). Platformy y mobilni dodatky dlia stvorennia ta vykorystannia kontentu iz tekhnolohiieiu dopovnenoї realnosti v osvitnomu protsesi [Platforms and mobile applications for creating and using content with augmented reality technology in the educational process]. *Problems of modern education – Problems of modern education*. Kharkiv, (11), 153-160. <https://periodicals.karazin.ua/issuesedu/article/view/17672>. (in Ukrainian).
5. Modlo, Ye. O., Yechkalo, Yu. V., Semerikov, S. O. & Tkachuk, V. V. (2017). Vykorystannia tekhnolohii dopovnenoї realnosti u mobilno orientovanomu seredovyshchi navchannia VNZ [The use of augmented reality technology in a mobile-oriented learning environment of higher education institutions]. *Scientific notes – Scientific notes*, 11 (1), Kropyvnytskyi. 93–100. (in Ukrainian).
6. Orhanizatsiia dystantsiinoho navchannia v shkoli [Organization of distance learning at school]. <https://uahistory.co/lesson/organization-remote-teaching-at-school-methodical-recommendations/3.php>. (in Ukrainian).

7. Sokoliuk, O.M., & Slobodanyk, O.V. (2022) Zastosuvannia tekhnolohii dopovnoei realnosti u protsesi navchannia fizyky [Application of augmented reality technology in the process of teaching physics]. In: Materialy vseukrainskoi vebkonferentsii «Teoriia i praktyka tsyfrovoho navchannia v suchasnykh zakladakh osvity» – *Theory and practice of digital learning in modern educational institutions*. Vinnytskyi derzhavnyi pedahohichnyi universytet imeni Mykhaila Kotsiubynskoho, m. Vinnytsia, Ukraina. (in Ukrainian).
8. Soroko, N.V. (2021). Imersyyni tekhnolohii dlia pidtrymky STEAM-pidkholu v zakladi zahalnoi osvity [Immersive technologies to support the STEAM approach in a general education institution]. *Naukova shkola akademika Ivana Ziaziuna u pratsiakh yoho soratnykiv ta uchniv – Academician Ivan Zyazyun's scientific school in the works of his associates and students: materialy VII naukovo-praktychnoi konferentsii* (25-26 travnia 2021 roku) NTU «KhPI», Kharkiv, 217-220. (in Ukrainian).
9. Slobodanyk, O.V. (2022). Dopovnena realnist v pozaurochnii roboti (pidhotovchyi etap) [Augmented reality in extracurricular work (preparatory stage)]. *Immersive technologies in education – Immersive technologies in education*. 152-157. (in Ukrainian).
10. Becker, S.A., Brown, M., Dahlstrom, E., Davis, A., DePaul, K., Diaz, V., & Pomerantz, J. (2018). NMC Horizon Report: 2018 Higher Education Edition. EDUCAUSE: Louisville, KY, USA.
11. Giasiranis, S., & Sofos, L. (2016). Production and Evaluation of Educational Material Using Augmented Reality for Teaching the Module of «Representation of the Information on Computers» in Junior High School. *Creative Education*, 7, 1270-1291. <http://doi.org/10.4236/ce.2016.79134>
12. Hrybiuk, O. (2020). Engineering in Educational Institutions: Standards for Arduino Robots as an Opportunity to Occupy an Important Niche in Educational Robotics in the Context of Manufacturing 4.0, in: Proceedings of the 16th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer, 27-32, 770-785.
13. Hsin-Kai, Wu, Lee, Silvia Wen-Yu, Chang, Hsin-Yi, Liang, Jyh-Chong (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62(1), 41-49. <https://www.learntechlib.org/p/132254>
14. Klopfer, E., & Squire, K. (2007). Environmental Detectives — the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, 56(2), 203-228. <http://doi.org/10.1007/s11423-007-9037-6>
15. Lee, K. (2012). Augmented Reality in Education and Training. *Techtrends Tech Trends*, 56, 13–21. <https://doi.org/10.1007/s11528-012-0559-3>
16. Yuen, S., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011). Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education. *Educational Technology Development and Exchange*, 4, 119-140.
17. Zhu, Y., Ye, H., & Tang, S. (2017). Research on the Communication Effect of Augmented Reality Technology in Electronic Publications among Youth-A Case Study of “Augmented Reality Interactive Science Reading”. *Advances in Applied Sociology*, 7, 305-318. <https://doi.org/10.4236/aasoci.2017.78019>



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 10.31110/2413-1571-2023-038-1-010

УДК 004.853

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ З ЕЛЕМЕНТАМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ПЕДАГОГІЧНИХ КАДРІВ

Марія ШИШКІНА

Інститут цифровізації освіти НАПН України, Україна
 marimodi@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5569-2700>

Юлія НОСЕНКО ✉

Інститут цифровізації освіти НАПН України, Україна
 nosenko-y@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0002-9149-8208>

PROMISING TECHNOLOGIES WITH ELEMENTS OF AI FOR PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF TEACHING

Mariya SHYSHKINA

The Institute for Digitalisation of Education of NAES of Ukraine, Ukraine
 marimodi@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5569-2700>

Yuliya NOSENKO ✉

The Institute for Digitalisation of Education of NAES of Ukraine, Ukraine
 nosenko-y@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0002-9149-8208>

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Наразі освіта проходить складний етап модернізації, зумовлений повсюдним поширенням цифрових технологій, розбудовою Суспільства 4.0. Відзначається необхідність модернізації освітнього середовища педагогічних закладів, приведення його у відповідність сучасним досягненням. Вирішення завдань формування в педагогічних закладах високотехнологічного освітнього середовища є суттєвою передумовою підготовки фахівців, здатних до ефективного застосування сучасних цифрових технологій у професійній діяльності.

Матеріали і методи. Застосовано теоретичні методи, зокрема, аналіз синтез, узагальнення нормативної бази, законодавчих документів, стратегій, концепцій України та закордонних держав, дослідницьких робіт вітчизняних і закордонних науковців, експертів. Застосовано прогностичний підхід для визначення шляхів подальших наукових досліджень за напрямом.

Результати. Розглянуто основні перспективні цифрові технології, доцільні для використання в професійному розвитку вчителів: хмарні обчислення, іммерсивні технології, технології з елементами штучного інтелекту. Виокремлено тенденції, що нині характеризують перспективні напрями розвитку та використання сучасних технологій персоналізації навчання. Визначено передумови для досягнення ефективності використання AR/VR, у т.ч. з елементами штучного інтелекту. Надано рекомендації щодо напрямів використання сучасних перспективних технологій, у т.ч. з елементами штучного інтелекту, для професійного розвитку вчителів.

Висновки. Основною відмінністю освітніх систем нового покоління від попередніх автоматизованих засобів навчання, є вищий рівень адаптивності. Це досягається за рахунок організації більш гнучкого та відкритого освітнього середовища з використанням гібридних хмарних рішень, технологій AR/VR з елементами штучного інтелекту, що забезпечують доступ до персоналізованих послуг як індивідуально, так і колективно. Впровадження в освітнє середовище цифрових технологій з елементами штучного інтелекту вважаємо перспективним напрямом покращення підготовки педагогічних кадрів. Доцільно продовжити дослідження в напрямі розроблення відповідних моделей і методик проектування та використання освітнього середовища з елементами штучного інтелекту.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: професійний розвиток вчителів; перспективні цифрові технології; хмарні обчислення; іммерсивні технології; AR/VR; штучний інтелект; цифрова компетентність.

ABSTRACT

Formulation of the problem. Currently, education is going through a difficult stage of modernization caused by the wide spread of digital technologies and the development of Society 4.0. The need to modernize the educational environment of pedagogical institutions, bringing it into line with modern achievements is noted. Solving the tasks of creating a high-tech educational environment in pedagogical institutions is an essential prerequisite for the training of specialists capable of effective use of modern digital technologies in professional activities.

Materials and methods. Theoretical methods are applied, in particular, analysis, synthesis, generalization of the regulatory framework, legislative documents, strategies, concepts of Ukraine and foreign countries, research works of Ukrainian and foreign scientists, experts. A prognostic approach is used to determine the ways of further scientific research by direction.

Results. The main promising digital technologies, appropriate for use in the professional development of teachers, are considered: cloud computing, immersive technologies, technologies with elements of AI. The trends that currently characterize promising areas of development and use of modern technologies for the personalization of learning are singled out. The prerequisites for achieving the effectiveness of the use of AR/VR are determined, including those ones with elements of AI. Recommendations are provided regarding the use of modern promising technologies, including those ones with elements of AI, for the professional development of teachers.

Conclusions. The main difference between the educational systems of the new generation and the previous automated learning tools is a higher level of adaptability. This is achieved by organizing a more flexible and open educational environment using hybrid cloud solutions, AR/VR technologies with elements of artificial intelligence, which provide access to personalized services both individually and collectively. We consider the introduction of digital technologies with elements of artificial intelligence into the educational environment to be a promising direction for improving the training of teaching staff. It is advisable to continue research in the direction of developing appropriate models and methods of designing and using an educational environment with elements of artificial intelligence.

KEYWORDS: teachers' professional development; promising digital technologies; cloud computing; immersive technologies; AR/VR; artificial Intelligence (AI); digital competence.

ВСТУП

Формулювання проблеми. Наразі освіта та наука у світі загалом та в Україні зокрема проходять складний етап модернізації, зумовлений повсюдним поширенням цифрових технологій, розбудовою Суспільства 4.0. Відзначається

Для цитування:

Шишкіна М., Носенко Ю. Перспективні технології з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 1. С. 66-71. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-1-010

Шишкіна, М., & Носенко, Ю. (2023). Перспективні технології з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів. *Фізико-математична освіта*, 38(1), 66-71. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-010>

For citation:

Shyshkina, M., & Nosenko, Yu. (2023). Promising technologies with elements of AI for professional development of teaching. *Physical and Mathematical Education*, 38(1), 66-71. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-010>

Shyshkina, M., & Nosenko, Yu. (2023). Perspektivni tehnologii z elementami shtuchnoho intelektu dla profesiinoho rozvytku pedahohichnykh kadrov [Promising technologies with elements of AI for professional development of teaching]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(1), 66-71. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-010>

необхідність у модернізації освітнього середовища педагогічних навчальних закладів, приведення його у відповідність сучасним досягненням науково-технічного прогресу, що є запорукою підготовки висококваліфікованих, ІКТ-компетентних фахівців.

Однією із основних умов поліпшення якості підготовки педагогічних кадрів, підвищення рівня впровадження наукових здобутків у сфері освіти, розвитку інноваційних педагогічних засобів є забезпечення ширшого доступу до перспективних цифрових технологій у закладах освіти. У зв'язку з цим, існує необхідність фундаментальних досліджень проблем проектування освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів. Це потребує обґрунтування теоретико-методологічних засад створення середовища, дослідження інноваційних моделей, принципів і методів його організації і розвитку, визначення найбільш доцільних шляхів використання тощо. Необхідно взяти до уваги світові тенденції, що полягають у переході від масового впровадження окремих програмних засобів до комплексних інтегрованих рішень, спрямованих на підтримку крос-платформних інфраструктур та розподілених мережних сервісів.

Вирішення завдань формування у педагогічних закладах освіти (педагогічних коледжах, університетах, закладах післядипломної педагогічної освіти) високотехнологічного освітнього середовища є суттєвою передумовою для підготовки фахівців, здатних до ефективного, науково обґрунтованого застосування сучасних цифрових технологій у професійній діяльності. Зокрема, професійного розвитку педагогічних кадрів із застосуванням засобів штучного інтелекту.

Аналіз актуальних досліджень. Проблеми проектування високотехнологічного освітнього середовища належать до першочергових у сфері цифровізації. Про це свідчать урядові ініціативи розвинених країн світу (Національна стратегія штучного інтелекту, Великобританія; Стратегія штучного інтелекту, США; Штучний інтелект для Європи, ЄС та ін.), прийняття міжнародних документів (Європейська стратегія хмарних обчислень, Федеральна урядова ініціатива хмарних обчислень у США) тощо.

В Україні відзначаються кроки в напрямі цифровізації різних секторів економіки, у т.ч. освітнього. Згідно з Концепцією цифрової трансформації освіти і науки України на період до 2026 року (Концепція цифрової трансформації, 2021), визначено стратегічні цілі: забезпечити сталий розвиток цифрової компетентності шляхом запровадження постійно діючих курсів, тренінгів для вчителів, створення типової програми підвищення кваліфікації педагогічних працівників з цифрової компетентності, осучаснити зміст освіти, зокрема забезпечити відповідність змісту освіти в галузі ІКТ сучасним вимогам тощо. У Стратегії розвитку вищої освіти в Україні на 2021–2031 роки (Стратегія розвитку, 2020) зазначено, що освіта наразі відстає від цифровізації інших сфер, і необхідно докласти більше зусиль, щоб скористатися інструментами та перевагами нових технологій.

В Інституті цифровізації освіти НАПН України досягнуто значних результатів щодо дослідження теоретичних та методологічних засад проектування відкритих інформаційно-освітніх середовищ (Биков та ін., 2020; Коваленко та ін., 2020; Литвинова та ін., 2021; Мар'єнко та ін., 2021; Маркова та ін., 2015 та ін.).

Науково-теоретичні та практико-методичні засади застосування імерсивних технологій в освітньому процесі розкрито в роботах як вітчизняних, так і закордонних учених: Jesionkowska J. (2020); Madathil K. (2017), Pellas (2020), Ro Y. (2017), Soroko N. (2021) та ін.

Можливості застосування систем зі штучним інтелектом в освіті розглядаються в дослідженнях Візнюк І. (2021), Bilan Yu. (2020), Jianlong Z. (2018), Popenici S. (2017), Tuomi I. (2018), Osetskiy V. (2021) та ін.

Окреслені роботи утворюють методологічний базис для подальших досліджень за даним напрямом, зокрема в контексті проектування освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів.

Мета полягає у висвітленні проміжних результатів дослідження, спрямованого на визначення тенденцій, особливостей та рекомендацій щодо використання сучасних перспективних технологій з елементами штучного інтелекту для підготовки і професійного розвитку вчителів.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

На даному етапі дослідження авторами застосовано теоретичні методи науково-педагогічного пошуку. Зокрема, аналіз нормативної бази, законодавчих документів, стратегій, концепцій України та закордонних держав, дослідницьких робіт вітчизняних і закордонних науковців, експертів. У результаті синтезу, узагальнення аналітичної роботи здійснено розробку рекомендацій щодо напрямів використання сучасних перспективних технологій, у т.ч. з елементами штучного інтелекту, для підготовки і професійного розвитку вчителів. На підставі прогностичного підходу окреслено шляхи подальших наукових досліджень за напрямом, зокрема щодо розроблення відповідних моделей і методик проектування та використання освітнього середовища з елементами штучного інтелекту.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Підготовка фахівців, здатних працювати в динамічному середовищі, адаптуватися до постійних змін, формувати міжпредметні зв'язки, включаючи використання сучасних цифрових технологій, є важливим завданням сучасної галузі освіти. Нині підготовка професіонала виходить за межі традиційного аудиторного навчання. Натомість поширюються нові комбіновані форми (змішане навчання, перевернутий клас та ін.), що передбачають широке застосування новітніх сервісів. Окрім поліпшення доступу до освітніх послуг, забезпечення мультимедійності контенту і т.ін., для сучасних цифрових рішень притаманні характеристики адаптивності (пристосованості до потреб кожного користувача), забезпечення максимальної персоналізації, індивідуалізації освітньої траєкторії.

Із розвитком технологій, веб-простору, хмарних обчислень можливості забезпечення адаптивності, персоналізації значно зростають. Виокремлюємо низку важливих **тенденцій**, які нині характеризують перспективні напрями розвитку та використання сучасних технологій персоналізації навчання:

- розвиток адаптивних хмаро орієнтованих платформ, їх подальша уніфікація, універсалізація, формування єдиних стандартів розробки та впровадження окремих модулів, підсистем і систем навчання з елементами штучного інтелекту;
- зростаюча роль підходу Big Data («великі дані») для збору та аналізу результатів навчання та прогресу кожного учня/студента/слухача;
- зростаюча насиченість навчального середовища різними інтелектуальними пристроями, пультами дистанційного керування, роботами, периферійним обладнанням тощо, якими можна управляти через єдину платформу із підключенням до мережі – Internet of Things («Інтернет речей»);
- Розробка та впровадження систем освітньої та наукової співпраці у віртуальних командах з використанням «доповнених» (віртуальних) агентів;
- Зростання ролі комп'ютерної грамотності та технологічної культури для всіх учасників освітнього процесу для успішної розробки та впровадження нового покоління засобів навчання на основі штучного інтелекту.

В останні роки відзначається тенденція до впровадження імерсивних технологій у різних сферах діяльності, в т.ч. в освітніх системах, що сприяє покращенню адаптивності цих систем. Імерсивні технології (англ. Immersive — занурювати) розуміємо як технології повного або часткового занурення у віртуальний світ або різні види змішання реальної і віртуальної реальності. При цьому, RR (Real Reality) – «реальна реальність» або об'єктивна реальність, в якій ми знаходимося і яку сприймаємо органами почуттів; AR (Augmented Reality) – доповнена («додана») реальність, коли в «реальну реальність» (RR) додано елементи віртуальної, змодельованої реальності; VR (Virtual Reality) – віртуальна реальність, повністю змодельована дійсність із застосуванням сучасних технологій (не лише 3D або 360° сцени, а також звук, тактильні відчуття, запахи і т.ін.) (Імерсивні технології в освіті, 2021).

Імерсивні технології характеризуються зануренням, взаємодією, залученням. До ключових переваг варто віднести розвиток просторової уяви учнів/студентів/слухачів, підвищення якості STEM/STEAM-освіти, розвиток мультисенсорного навчання і т.ін. Технології VR дають можливість проведення лабораторних і практичних робіт, які важко або неможливо проводити у традиційних умовах навчання, дозволяють демонструвати і вивчати об'єкти з різних ракурсів, в т.ч. недоступних в реальному житті. Можливість візуалізувати віртуальне обладнання сприяють заощадженню ресурсів для підготовки фахівців, оскільки зникає необхідність в придбанні додаткових пристроїв і устаткування, дозволяє здійснювати навчання будь-де, будь-коли, в індивідуальному темпі (Hasan, 2017).

Згідно з дослідженням (Кремень, 2022), 9,1% учнів знають що таке AR-технологія, 68,3% – чули про неї, 18,2% – мали змогу використати для навчання або розваг. З'ясовано, що учні готові використати таку технологію на різних уроках – у пріоритеті фізика, біологія, географія. Встановлено, що розташування AR-об'єктів може бути в атласах – 40,1%, контурних картах – 35,9%, підручниках – 63,8%, робочих зошитах – 29,0% та аркушах – 29,1%, на окремих картках – 46,2%. Визначено, що 79,0% учнів гімназій мають бажання навчатися з використанням нових технологій, а 66,2% – позитивно ставляться до такого нововведення.

Для успішного впровадження перспективних технологій в заклади загальної середньої освіти, попередньо необхідно забезпечити якісне освітнє середовище для підготовки та підвищення кваліфікації вчителів, для формування й розвитку їхньої цифрової компетентності, здатності доцільно обирати і застосовувати сучасні хмарні сервіси, імерсивні технології, розробки з елементами штучного інтелекту тощо.

Для досягнення ефективності використання AR та VR, у т.ч. з елементами штучного інтелекту, необхідно забезпечити **низку передумов**:

- забезпечити користувачів необхідними гаджетами (мобільними пристроями – смартфонами, планшетами);
- встановити потрібне програмне забезпечення на мобільні пристрої;
- сформувати у користувачів первинні навички щодо використання AR/VR, навігації, пошук та ін.;
- інтегрувати AR/VR у зміст навчання.

Розвиток імерсивних технологій, зазвичай з елементами штучного інтелекту, потребує обробки великих обсягів даних, зокрема щодо індивідуальної освітньої траєкторії та прогресу кожного учня/студента/слухача. Оскільки такі системи здійснюють обчислення дуже високого порядку, аналізуючи величезні масиви даних в режимі реального часу, питання масштабованості системи може розглядатися з двох позицій: як ефективно програмувати ці системи, та як підготувати таку архітектуру, щоби витримувала обробку, завантаження, розподіл цих даних. З огляду на це, вважаємо актуальним і перспективним вивчення теоретичних засад проектування таких систем на основі хмаро орієнтованих платформ, а також розроблення методик їхнього використання, у т.ч. в професійній підготовці вчителів, як головних суб'єктів впровадження інновацій в загальній середній освіті (Носенко, 2018).

Ефективним може стати поєднання перспективних технологій – адаптивних хмароорієнтованих систем, AR/VR і штучного інтелекту та сучасних педагогічних методик, що сприятиме персоналізації освіти, її адаптивності до індивідуальних особливостей підготовки педагогічних кадрів. Постає необхідність оновлення змісту та підходів до підготовки сучасних учителів, формування їх готовності до якісної професійної діяльності в умовах суцільної цифровізації.

Рекомендуємо такі напрями використання сучасних перспективних технологій, у т.ч. з елементами штучного інтелекту, для підготовки і професійного розвитку вчителів:

- Організація навчальної комунікації в персоналізованому режимі, з використанням цифрових засобів (наприклад, компонентів публічної та корпоративної хмари закладу, сервісів телекомунікаційних конференцій, освітніх інформаційних мереж);
- Підтримка індивідуальних та групових форм навчальної діяльності (аудиторної та позааудиторної) з використанням хмарних сервісів (наприклад, Office 365, G Suite for Education, FaceTime, Google Duo, Hangouts та ін.);
- Використання у навчанні сервісів та систем штучного інтелекту, що пройшли апробацію в різних освітніх та соціокультурних середовищах і зараз широко використовуються у світі (наприклад, Century, Enlearn, GoGuardian);

- Використання у навчанні засобів AR/VR для візуалізації абстракцій, експериментів, будь-яких об'єктів і явищ (до прикладу, ClassVR, CoSpaces, BOOKVAR, mozaBook);
- Інтегрування в програми підготовки та підвищення кваліфікації вчителів перспективних технологій: AR/VR, штучного інтелекту, хмарних обчислень;
- Формування єдиного освітнього середовища, зміст якого розробляється і вдосконалюється в процесі навчання.

Проведення навчальних, практичних занять у реалістичних освітніх середовищах, максимально наближених до професійних, підвищує вірогідність того, що професійна адаптація майбутніх фахівців відбуватиметься більш природно і ефективно. Останні технологічні досягнення у поєднанні зі штучним інтелектом створюють потенціал для віртуального «переносу» процесу навчання в реалістичний простір.

В Україні вже здійснюються кроки в напрямі розвитку штучного інтелекту, зокрема в сфері освіти. Так, уряд України у 2020 р. затвердив концепцію розвитку штучного інтелекту в країні, а в 2021 р. уряд затвердив план реалізації концепції розвитку штучного інтелекту в Україні на 2021-2024 роки. Завдання плану полягають в наступному (Уряд України затвердив план, 2021):

- удосконалити правове регулювання штучного інтелекту (ШІ), зокрема в галузях освіти, економіки, суспільного управління, кібербезпеки та оборони;
- поліпшити якість вищої освіти та освітніх програм, спрямованих на підготовку фахівців у сфері ШІ;
- впроваджувати інноваційні проекти із використанням ШІ;
- підвищити рівень інформаційної безпеки та захисту даних в інформаційно-телекомунікаційних системах та ін.

Упровадження зазначеної концепції сприятиме підвищенню конкурентоспроможності України у результаті використання штучного інтелекту в соціально-економічній, науково-технічній, оборонній, екологічній, національно-культурній та інших сферах.

У недалекій перспективі можна очікувати, що імерсивні технології, технології штучного інтелекту, спрямовані на персоналізацію і адаптивність, революціонізують спосіб навчання як окремих осіб (індивідуальна освітня траєкторія), так і груп, колективів, покращуючи як освітній процес, так і групову взаємодію. Їх упровадження сприятиме ширшому доступу до перспективних цифрових технологій, розширюючи частку дослідницького підходу в освіті та покращуючи якість освітніх послуг.

Розвиток освітніх середовищ з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів сприятимуть модернізації науково-освітнього процесу в закладах вищої педагогічної, післядипломної педагогічної освіти, ефективності впровадження в освітній процес імерсивних технологій, інструментів і сервісів хмарних обчислень, систем з елементами штучного інтелекту, підвищенню якості підготовки вчителів, зростанню рівня їх цифрової компетентності.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

В умовах глобалізації, євроінтеграції, прискореної цифрової трансформації багатьох сфер людської діяльності постає необхідність розбудови конкурентоспроможної освітньої сфери України, формування сучасних компетентностей у фахівців, підвищення рівня доступності та якості освіти. Основною відмінністю освітніх систем нового покоління від попередніх автоматизованих засобів навчання, є вищий рівень адаптивності. Це досягається за рахунок організації більш гнучкого та відкритого освітнього середовища з використанням гібридних хмарних рішень, технологій AR/VR з елементами штучного інтелекту, що забезпечують доступ до персоналізованих послуг як індивідуально, так і колективно.

У статті ми розглянули проміжні результати дослідження, спрямованого на розроблення теоретико-методологічних засад проектування відкритого освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку педагогічних кадрів. Зокрема:

- виокремили тенденції, що нині характеризують перспективні напрями розвитку та використання сучасних технологій персоналізації навчання (розвиток адаптивних хмаро орієнтованих платформ, Big Data, Internet of Things, «доповнених» (віртуальних) агентів, зростання ролі комп'ютерної грамотності та технологічної культури для всіх учасників освітнього процесу і т.ін.);
- визначили основні перспективні цифрові технології, доцільні для використання в професійному розвитку вчителів (хмарні обчислення, імерсивні технології, технології з елементами штучного інтелекту);
- визначили передумови для досягнення ефективності використання AR/VR, у т.ч. з елементами штучного інтелекту: забезпеченість гаджетами, необхідним програмним забезпеченням, сформованість первинних навичок використання тощо;
- надали рекомендації щодо напрямів використання сучасних перспективних технологій, у т.ч. з елементами штучного інтелекту, для професійного розвитку вчителів.

Актуальними залишаються завдання науково-методичного забезпечення цифровізації підвищення кваліфікації вчителів, запровадження відкритих, віртуальних персоналізованих освітніх середовищ закладів вищої педагогічної та післядипломної педагогічної освіти, у т. ч. з елементами штучного інтелекту для побудови індивідуальних траєкторій безперервного навчання впродовж життя.

Отже, проблема проектування освітнього середовища з елементами штучного інтелекту для професійного розвитку вчителів наразі потребує подальших досліджень. Доцільно продовжити пошук в напрямі розроблення відповідних моделей і методик проектування та використання освітнього середовища з елементами штучного інтелекту. Впровадження в освітнє середовище цифрових технологій з елементами штучного інтелекту вважаємо перспективним напрямом покращення підготовки педагогічних кадрів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Візнюк, І., Буглай, Н., Куцак, Л., Поліщук, А., & Киливник, В. (2021). Використання штучного інтелекту в освіті. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методи навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*, 59, 14–22. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2021-59-14-22>.
2. Коваленко, В., Литвинова, С., Мар'єнко, М., Шишкіна, М. (2020). Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів: зміст основних понять дослідження. *Фізико-математична освіта*, 3 (25), 67–74. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-025-3-028>.
3. Концепція цифрової трансформації освіти і науки (2021). <http://surl.li/byvla>.
4. Кремень, В. Г. (ред.). (2022). *Науково-методичне забезпечення цифровізації освіти України: стан, проблеми, перспективи*. <https://doi.org/10.37472/v.naes.2022.4223>.
5. Литвинова, С., Буров, О., & Семеріков, С. (2021). Концептуальні підходи до використання засобів доповненої реальності в освітньому процесі. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методи навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*, 55, 46–62. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2020-55-46-62>.
6. Мар'єнко, М., Носенко, Ю., Шишкіна, М. (2021). Засоби і сервіси європейської хмари відкритої науки для підтримки науково-освітньої діяльності. *Фізико-математична освіта*, 31 (5), 60–66. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-031-5-009>.
7. Маркова, О. М., Семеріков, С. О., Стрюк, А. М. (2015). Хмарні технології навчання: витоки. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 46 (2), 29–44. <https://doi.org/10.33407/itlt.v46i2.1234>.
8. Носенко, Ю. Г. (2018). Адаптивні системи навчання: сутність, характеристика, стан використання у вітчизняних закладах педагогічної освіти. *Фізико-математична освіта*, 17(3), 73–78. https://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/journals/2018-v3-17/2018_3-17-Nosenko_FMO.pdf.
9. Сороко, Н. В., Пінчук, О. П., & Литвинова, С. Г. (ред.). (2021). Імерсивні технології в освіті (с. 36–38). ІІТЗН НАПН України. <https://lib.iitta.gov.ua/727353/>.
10. Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2021–2031 роки. 2020. <http://surl.li/iphq>.
11. Уряд України затвердив план реалізації концепції розвитку штучного інтелекту. 2021. <https://ua.interfax.com.ua/news/telecom/743393.html>.
12. Bilan, Yu., Mishchuk, H., Roshchuk, I., & Kmecova, I. (2020). Analysis of Intellectual Potential and its Impact on the Social and Economic Development of European Countries. *Journal of Competitiveness*, 1, 22–38. <https://doi.org/10.7441/joc.2020.01.02>.
13. Bykov, V., Mikulowski, D., Moravcik, O., Svetsky, S., & Shyshkina, M. (2020). The Use of the Cloud-Based Open Learning and Research Platform for Collaboration in Virtual Teams. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 76 (2), 304–320. <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.3706>.
14. Hasan, R. B., Aziz F. B., Mutaleb H. A., & Umar Z. (2017). Virtual reality as an industrial training tool: a review. *Journal of Advanced Review on Scientific Research*, 29 (1), 20–26. https://www.akademibaru.com/doc/ARSRV29_N1_P20_26.pdf.
15. Jesionkowska, J., Wild, F., & Deval, Y. (2020). Active Learning Augmented Reality for STEAM Education – A Case Study. *Educ. Sci.* 10 (8), 198. <https://doi.org/10.3390/educsci10080198>.
16. Jianlong, Z. & Fang, C. (2018). *Human and Machine Learning. Visible, Explainable, Trustworthy and Transparent*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-90403-0>.
17. Madathil, K. et al. (2017). An Empirical Study Investigating the Effectiveness of Integrating Virtual Reality-based Case Studies into an Online Asynchronous Learning Environment. *Computers in Education Journal*, 8 (3), 1–10. <https://coed.asee.org/wp-content/uploads/2020/08/7-An-Empirical-Study-Investigating-the-Effectiveness-of-Integrating-Virtual-Reality-based-Case-Studies-into-an-Online-Asynchronous-Learning-Environment.pdf>.
18. Osetskyy, V., Vitrenko, A., Tatomyr, I., Bilan, S., & Hirnyk, Ye. (2021). Artificial intelligence application in education: financial implications and prospects. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 2 (33), 574–584. <https://doi.org/10.18371/fcaptp.v2i33.2072463>.
19. Pellas, et al. (2020). A Scoping Review of Immersive Virtual Reality in STEM Education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17 (4), 748–761.
20. Popenici, S. & Kerr, S. (2017). Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 24, 2–13. <https://doi.org/10.1186/s41039-017-0062-8>.
21. Ro, Young, Brem, A., & Rauschnabel, Ph. (2017). Augmented Reality Smart Glasses: Definition, Concepts and Impact on Firm Value Creation. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64027-3_12.
22. Soroiko, N. (2021). Функції доповненої реальності для підтримки STEAM освіти в закладах загальної освіти. *Фізико-математична освіта*, 29(3), 24–30. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-029-3-004>.
23. Tuomi, I., Marcelino, C., Riina, V. & Yves, P. (2018). *The Impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching, and Education*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/12297>.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Viznyuk, I., Buhlai, N., Kutsak, L., Polishchuk, A., & Kylyvnyk, V. (2021). Use of Artificial Intelligence in Education. *Modern Informational Technologies and Innovative Methods in Professional Training: Methodology, Theory, Experience, Problems*, 59, 14–22. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2021-59-14-22>.
2. Kovalenko, V., Lytvynova, S., Marienko, M., & Shyshkina, M. (2020). Cloud oriented systems of open science in teacher teaching and professional development: contents of the basic concepts of research. *Physical and Mathematical Education*, 25 (3), 67–74. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-025-3-028>.
3. The concept of digital transformation of education and science (2021). <http://surl.li/byvla>.
4. Kremen, V. H. (edit.). (2022). *Scientific and methodological support for digitalization of education in Ukraine: state, problems, prospects*. <https://doi.org/10.37472/v.naes.2022.4223>.
5. Lytvynova, S., Burrov, O., & Semerikov, S. (2021). Conceptual Approaches to the Use of Augmented Reality Means within the Educational Process. *Modern information technologies and innovative teaching methods in training specialists: methodology, theory, experience, problems*, 55, 46–62. <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2020-55-46-62>.
6. Marienko, M., Nosenko, Yu., & Shyshkina, M. (2021). Tools and services of the european open science cloud in order to support scientific and educational activities. *Physical and Mathematical Education*, 31 (5), 60–66. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-031-5-009>.
7. Markova, O. M., Semerikov, S. O., & Striuk, A. M. (2015). The Cloud Technologies of Learning: Origin. *Information Technologies and Learning Tools*, 46 (2), 29–44. <https://doi.org/10.33407/itlt.v46i2.1234>.
8. Nosenko, Yu. (2018). Adaptive Learning Systems: the Essence, Features, State of Use in Ukrainian Institutions of Pedagogical Education. *Physical and Mathematical Education*, 17(3), 73–78. https://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/journals/2018-v3-17/2018_3-17-Nosenko_FMO.pdf.

9. Soroko, N., Pinchuk, O. & Lytvynova, S. (edit.). (2021). Immersive Technologies in Education (p. 36–38). IITLT NAES of Ukraine. <https://lib.iitta.gov.ua/727353/>.
10. Strategy for the Development of Higher Education in Ukraine for 2021–2031. 2020. <http://surl.li/mpmq>.
11. The Government of Ukraine has approved the implementation plan for the development of artificial intelligence. 2021. <https://ua.interfax.com.ua/news/telecom/743393.html>.
12. Bilan, Yu., Mishchuk, H., Roshchuk, I., & Kmecova, I. (2020). Analysis of Intellectual Potential and its Impact on the Social and Economic Development of European Countries. *Journal of Competitiveness*, 1, 22–38. <https://doi.org/10.7441/joc.2020.01.02>.
13. Bykov, V., Mikulowski, D., Moravcik, O., Svetsky, S., & Shyshkina, M. (2020). The Use of the Cloud-Based Open Learning and Research Platform for Collaboration in Virtual Teams. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 76 (2), 304–320. <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.3706>.
14. Hasan, R. B., Aziz F. B., Mutaleb H. A., & Umar Z. (2017). Virtual reality as an industrial training tool: a review. *Journal of Advanced Review on Scientific Research*, 29 (1), 20–26. https://www.akademiabaru.com/doc/ARSRV29_N1_P20_26.pdf.
15. Jesionkowska, J., Wild, F., & Deval, Y. (2020). Active Learning Augmented Reality for STEAM Education – A Case Study. *Educ. Sci.* 10 (8), 198. <https://doi.org/10.3390/educsci10080198>.
16. Jianlong, Z. & Fang, C. (2018). *Human and Machine Learning. Visible, Explainable, Trustworthy and Transparent*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-90403-0>.
17. Madathil, K. et al. (2017). An Empirical Study Investigating the Effectiveness of Integrating Virtual Reality-based Case Studies into an Online Asynchronous Learning Environment. *Computers in Education Journal*, 8 (3), 1–10. <https://coed.asee.org/wp-content/uploads/2020/08/7-An-Empirical-Study-Investigating-the-Effectiveness-of-Integrating-Virtual-Reality-based-Case-Studies-into-an-Online-Asynchronous-Learning-Environment.pdf>.
18. Osetskiy, V., Vitrenko, A., Tatomyr, I., Bilan, S., & Hirnyk, Ye. (2021). Artificial intelligence application in education: financial implications and prospects. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 2 (33), 574–584. <https://doi.org/10.18371/fcaptp.v2i33.2072463>.
19. Pellas, et al. (2020). A Scoping Review of Immersive Virtual Reality in STEM Education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17 (4), 748–761.
20. Popenici, S. & Kerr, S. (2017). Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 24, 2–13. <https://doi.org/10.1186/s41039-017-0062-8>.
21. Ro, Young, Brem, A., & Rauschnabel, Ph. (2017). Augmented Reality Smart Glasses: Definition, Concepts and Impact on Firm Value Creation. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64027-3_12.
22. Soroko, N. (2021). The augmented reality functions to support the STEAM education at general education institutions. *Fizyko-matematyczna osvita*, 29(3), 24–30. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-029-3-004>.
23. Tuomi, I., Marcelino, C., Riina, V. & Yves, P. (2018). *The Impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching, and Education*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/12297>.



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 10.31110/2413-1571-2023-038-1-011

УДК 159.95

**РЕЦЕНЗІЯ НА КНИГУ:
 «ЯК МИ ВЧИМОСЯ:
 ЧОМУ МОЗОК НАВЧАЄТЬСЯ КРАЩЕ,
 НІЖ МАШИНА... ПОКИ ЩО»**

Таяна ДЕОРДИЦА ✉

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

Марина ВОРОНІНА

Київський національний університет
 культури і мистецтв, Україна
 M_Voronina@i.ua
<https://orcid.org/0000-0003-3838-7194>

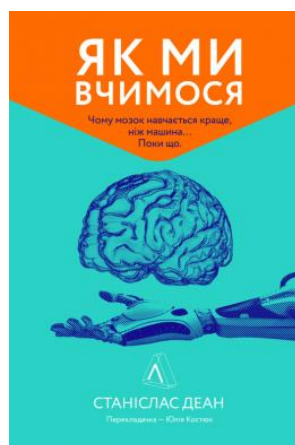
**BOOK REVIEW:
 «HOW WE LEARN:
 WHY BRAINS LEARN BETTER
 THAN ANY MACHINE... FOR NOW»**

Taiana DIEORDITSA ✉

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

Maryna VORONINA

Kyiv National University of Culture and Arts, Ukraine
 M_Voronina@i.ua
<https://orcid.org/0000-0003-3838-7194>



Деан, С. (2021). Як ми вчимося: чому мозок навчається краще, ніж машина...поки що. Київ, Лабораторія.

Автор: Станіслав Деан (Stanislas Dehaene)

Перекладач: Юлія Костюк

Оригінальна назва: «How We Learn: Why Brains Learn Better Than Any Machine... for Now»(2020)

Рік видання: 2021

Кількість сторінок: 288

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

ISBN: 978-617-7965-30-4 (м'яка обкладинка),

978-617-7965-31-1 (електронне видання),

978-617-7965-32-8 (аудіокнига)

Ключові слова: навчання; мозок; когнітивна нейрологія; доказове викладання; універсальні механізми навчання.

У 2021 році два українських видавництва – «Лабораторія» і «Форс Україна» одночасно випустили у світ науково-пізнавальну книгу «Як ми вчимося: чому мозок навчається краще, ніж машина... поки що». Її автор – французький нейробіолог С. Деан – адресує цю свою працю передусім викладачам, учителям і батькам. Адже, на його переконання, повноцінне викладання не можливе без розуміння того, що відбувається у мізках учнів. До того ж, за роки досліджень він пересвідчився, що багато дітей не розкриваються на повну, тому що сім'я і школа не забезпечили оптимальних умов для їхнього навчання. Це спостереження С. Деана підтверджується невідомою оцінкою Інституту статистики ЮНЕСКО: понад 617 мільйонів дітей і підлітків не досягають мінімального рівня знань у читанні й математиці (UIS, 2017). Однією з глибинних причин цього експерти Організації економічного співробітництва і розвитку (ОЕСР) вважають відсутність надійної та міцної основи для осмислення й розуміння механізмів учіння і практики викладання (OECD, 2002).

На початку 2000-х років в експертному середовищі ОЕСР утвердилась ідея, що раціональним підґрунтям для нової науки про навчання (*Learning science*) мають стати наукові напрацювання у царині когнітивної нейрології (*Cognitive Neuroscience*) – гілки нейробіології, що вивчає психологічні, обчислювальні й нейрологічні основи пізнавальної здатності людини (OECD, 2002). Прихильником цієї ідеї є і С. Деан. Він упевнений, що як медицина вкорінена в біологію, так і освіта має вирости з дослідницької екосистеми, котра об'єднує вчителів, батьків і вчених у невідомому ревному пошуку найкращих і обґрунтованих методів навчання. По суті, вчений ратує за доказове викладання (*Evidence Based Teaching*). Ми солідарні із С. Деаном у тому, що у сфері педагогіки не варто довіряти традиції чи інтуїції – потрібно з науковою прискіпливістю перевіряти, які дидактичні підходи по-справжньому полегшують сприйняття і запам'ятовування матеріалу, а які ні.

Для цитування:

Деордіца Т., Вороніна М. Рецензія на книгу: «Як ми вчимося: чому мозок навчається краще, ніж машина... поки що». *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 1. С. 72-74. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-1-011

Deorditsa, T., & Voronina, M. (2023). Рецензія на книгу: «Як ми вчимося: чому мозок навчається краще, ніж машина... поки що». *Фізико-математична освіта*, 38(1), 72-74. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-011>

For citation:

Deorditsa, T., & Voronina, M. (2023). Book review: «How we learn: why brains learn better than any machine... for now». *Physical and Mathematical Education*, 38(1), 72-74. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-011>

Deorditsa, T., & Voronina, M. (2023). Retenzia na knyhu: «Iak my vchymosia: chomu mozok navchaitesia krashche, nizh mashyna... poky shcho» [Book review: «How we learn: why brains learn better than any machine... for now»]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 38(1), 72-74. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2023-038-1-011>

Книга «Як ми вчимося...» не єдиний науково-пізнавальний твір С. Деана. До неї з-під його пера вже вийшло три книги такого жанру: 1) «*The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics*» (Чуття чисел: як розум створює математику) (1997); 2) «*Reading in the Brain: The Science and Evolution of a Human Invention*» (2009) ≡ «Просто зараз ваш мозок здійснює подвиг. Як людина навчилася читати» (2022); 3) «*Consciousness and the Brain: Deciphering How the Brain Codes Our Thoughts*» (2014) ≡ «Свідомість і мозок: як мозок кодує думки» (2018). На нашу думку, всі ці книги заслуговують на особливу довіру, адже їхній автор, С. Деан, – серед передових європейських учених-нейробіологів. Так, у 2014 році він став одним із лауреатів найпрестижнішої міжнародної дослідницької премії «Brain Prize» (The Brain Prize, 2014). Популяризацією науки С. Деан займається паралельно з основною професійною діяльністю – професорством на кафедрі експериментальної когнітивної психології у Колледж де Франс і керівництвом «*NeuroSpin*» – Французьким дослідницьким центром інновацій у сфері візуалізації мозку. За даними сайту Amazon.com, усі його науково-пізнавальні книги перекладено п'ятнадцятьма мовами, і вони мають величезний успіх серед читачів.

У книзі «Як ми вчимося...» С. Деан, використовуючи мультидисциплінарний підхід і спираючись на нові відкриття у когнітивістиці, нейронауці, штучному інтелекті й освіті, дає відповіді на безліч важливих питань, які проливають світло на унікальний таланти людства – здатність вчитися. Ось деякі з них: *Чому люди взагалі повинні вчитися? Які алгоритми використовує мозок людини? Які фактори впливають на ефективність процесу навчання? Чому навчання настільки продуктивне лише для людей?* Розкриваючи причини, чому навчання так широко розповсюджене у тваринному світі, він стверджує: поява навчання посприяв природний добір, оскільки навчання дає швидкий результат і дозволяє змінити поведінку за лічені хвилини. Отже, пристосування і тварин, і людей до непередбачуваних обставин забезпечується навчанням. Аналізуючи специфіку людського мозку, С. Деан відстоює існування універсальної людської природи – вроджених нейронних мереж, що формуються завдяки генам і самоорганізації. Він наголошує: незалежно від раси, походження і місця проживання, архітектура людського мозку однотипна. Універсальні здібності до читання, науки чи математики властиві всім індивідам – незрячим, глухим і німим. Але дослідник у жодному разі не заперечує існування індивідуальних відмінностей.

Нам імпонує те, що С. Деан спростовує деякі шкідливі освітні міфи, доволі поширені у педагогічних колах. Одним із них є міф про стилі навчання. Йдеться про концепцію, згідно з якою індивіди розрізняються за способом навчання, що є найбільш ефективним для них. Прихильники цієї теорії вважають, що навчальний процес слід підганяти під улюблений канал сприйняття учнів. С. Деан констатує: ідея приваблива, але нині не існує жодного доказу на користь того, що панівна сенсорна модальність радикально впливає на сприйняття. Щодо відмінностей між учнями, то вчений погоджується: вони справді відрізняються, але не стилем навчання, а швидкістю, легкістю і вмотивованістю до засвоєння знань. Водночас С. Деан підкреслює: всі індивіди використовують один навчальний механізм, котрий потребує концентрації, а не багатозадачності, активного залучення, а не пасивної реакції, ретельної корекції помилок, а не порожніх похвал, експліцитного навчання, а не педагогічного конструктивізму.

Більш глибокому розумінню цієї думки сприяє розгляд чотирьох стовпів навчання – уваги, активного залучення, корекції помилок і консолідації. У когнітивній науці увага охоплює всі мозкові процеси відбору, підсилення, скерування і глибокої обробки інформації. Ці процеси вирішують дуже поширену проблему – інформаційне перевантаження. Тож увага необхідна для підсилення інформації, на якій учні фокусуються. Активне залучення, або *цікавість*, – це алгоритм, що заохочує мозок невтомно перевіряти нові гіпотези. Різноманітні дослідження сходяться на тому, що пасивний організм вивчає мало або взагалі нічого. Ефективне засвоєння матеріалу потребує активної участі, допитливості, постійної генерації гіпотез і їх перевірки. Зворотний бік активного залучення – корекція помилок. Вона необхідна для зіставлення припущень з реальністю і виправлення внутрішніх моделей. Для автоматизації вивченого необхідна консолідація. У її процесі засадничу роль відіграє повторення. Навіть уві сні мозок не відпочиває, а на більшій швидкості відтворює свої попередні стани і перекладує вивчене за день. Тож сон – невід'ємна складова консолідації. С. Деан наголошує: увага, активне залучення, корекція помилок і консолідація – це чотири універсальні механізми, які немовлята, діти й дорослі невинно задіюють під час навчання. Удосконалювати їх потрібно кожній людині, адже це означає навчатися вчитися.

Відмітною особливістю рецензованої книги є, на нашу думку, її бездоганна логічна організація. Щоб обґрунтувати цю тезу, подивимося на назву і план книги крізь призму правил практичної логіки (Петров, 1991). Впадає в око, що в заголовку книги винесено питання: «Як ми вчимося: чому мозок навчається краще, ніж машина... поки що». Встановимо, чи є воно правильним, тобто чи можна дати на це питання істинну відповідь. Для цього перевіримо істинність його передумов – тверджень, що містять вихідне знання, укладене в питанні. Ось їх перелік: (1) «люди здатні вчитися»; (2) «мозок людини здатний вчитися»; (3) «машини здатні вчитися»; (4) «мозок вчиться краще, ніж машина». Оскільки істинність тверджень залежить від смислу їхніх ключових понять, з'ясуємо, який смисл С. Деан вкладає у поняття «навчатися». На наш погляд, його тлумачення «...навчатися – це поступово формувати у мережі нейронів або на кремнієвій мікросхемі внутрішню модель зовнішнього світу» є слушним для навчання і людей, і машин. Така інтерпретація ключового слова основного питання книги дозволяє оцінити його передумови як істинні, а саме питання охарактеризувати як правильне.

Правильні питання за ознакою «можливість реципієнта дати відповідь на питання відразу і повністю» поділяють на доступні й недоступні для відповіді. Напевно, С. Деан має всю необхідну інформацію, щоб відповісти на основне питання книги, проте він неспроможний зробити це відразу і повністю. Тому правильне питання, винесене у заголовок книги, можна охарактеризувати як недоступне для відповіді. На думку методолога науки Ю. Петрова, заголовок наукової роботи обов'язково має бути недоступним питанням, інакше немає сенсу її писати. Для надання відповіді на недоступне питання необхідно застосувати до нього рекурсивне правило зведення, аби сформулювати допоміжні питання, доступні для відповіді. Якщо зведення виконано правильно, то і план наукової роботи автоматично буде побудований правильно, а сама робота буде логічно зв'язаною (Петров, 1991).

Очевидно, що питання, винесені у назви частин: (I) «Що означає вчитися?»; (II) «Як навчається мозок?»; (III) «Чотири стовпи навчання» (остання словосполучка виражає питання: на яких стовпах тримається навчання?),

є допоміжними до основного питання цієї книги. Вони теж є недоступними для відповіді. Результатом їх зведення стали допоміжні питання, винесені у назви глав: (I.1) «Сім визначень навчання»; (I.2) «Чому наш мозок учитьсся краще, ніж сучасні машини»; (II.3) «Невидима мудрість немовлят»; (II.4) «Народження розуму»; (II.5) «Лепта середовища»; (II.6) «Мозок на переробку»; (III.7) «Увага»; (III.8) «Активне залучення»; (III.9) «Корекція помилок»; (III.10) «Консолідація». Однак, і над цими недоступними питаннями довелося виконати процедуру зведення, щоб нарешті отримати питання, доступні для відповіді. Вони винесені у назви параграфів. Вважаємо, що ретельне дотримання правила зведення впродовж усіх трьох ітерацій цього процесу уможливило побудову плану взірцевої логіки. Варто зазначити, якщо план книги дає послідовність питань, починаючи від основного і закінчуючи допоміжними питаннями нижчого рівня зведення, то побудова відповіді на основне питання має зворотний порядок: вона починається з відповідей на питання нижчого рівня зведення за кожною частиною роботи і завершується відповіддю на її основне питання. Такий підхід забезпечує логічність процесу відповіді на питання.

У висновках з промовистою назвою «Поєднуючи освіту і нейронауку» С. Деан виклав результати своїх наукових пошуків у вигляді практичних рекомендацій, котрі й батьки, й учителі, й кожна розумна людина зможуть без проблем запровадити у повсякденне життя вдома й у школі.

«Як ми вчимося...» – це насправді дуже повчальна книга для педагогів, батьків та інших, хто цікавиться тим, як найефективніше виховати жагу до знань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. OECD (2002). *Understanding the Brain: Towards a New Learning Science*. OECDiLibrary. <https://doi.org/10.1787/9789264174986-en>.
2. The Brain Prize (2014). *Stanislas Dehaene*. Lundbeckfonden. <https://lundbeckfonden.com/stanislas-dehaene>.
3. UIS (2017). *Literacy Rates Continue to Rise from One Generation to the Next*. UNESCO. Literacy. <https://uis.unesco.org/en/topic/literacy>.
4. Петров, Ю. (1991). *Азбука логичного мышления*. МГУ.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. OECD (2002). *Understanding the Brain: Towards a New Learning Science*. OECDiLibrary. <https://doi.org/10.1787/9789264174986-en>.
2. The Brain Prize (2014). *Stanislas Dehaene*. Lundbeckfonden. <https://lundbeckfonden.com/stanislas-dehaene>.
3. UIS (2017). *Literacy Rates Continue to Rise from One Generation to the Next*. UNESCO. Literacy. <https://uis.unesco.org/en/topic/literacy>.
4. Petrov, Yu. (1991). *Azbuka logichnogo myshleniya [ABC of logical thinking]*. MGU.



АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

Б	
Білевич С.	20
В	
Верхоліук А.	28
Відьмаченко А.	14
Віра М.	7
Вороніна М.	20, 72
Г	
Гладушина Р.	20
Грудинін Б.	14
Д	
Деордіца Т.	20, 72
К	
Коваленко В.	48
Крестьянполь Л.	28
М	
Кушумуротов У.	36
Макаренко В.	41
Макаренко К.	41
Макаренко О.	41
Мар'єнко М.	48
Матяш Л.	41
Мулеса П.	54
Н	
Носенко Ю.	66
С	
Самусенко П.	7
Сілкова О.	41
Слободяник О.	60
Ш	
Шишкіна М.	66

Наукове видання

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА

Науковий журнал

Key title: Fiziko-matematična osvita

Abbreviated key title: Fiz.-mat. osv.

Том 38, № 1

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/>