

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 37, № 5

Суми – 2022

**Рекомендовано до видання вченою радою
Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка
(протокол № 2 від 29.09.2022 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. Школьнік	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 37, № 5. Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Фізико-математичний факультет ; редкол.: О.В. Семеніхіна (гол.ред.) [та ін.]. Суми : [СумДПУ ім. А.С. Макаренка], 2022. 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 індексується наукометричною базою **Index Copernicus Journals Master List**

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

Висловлені авторами думки можуть не співпадати з точкою зору редакції.

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

© СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2022

**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. 37, № 5

Sumy – 2022

**Recommended for publication of the Academic Council
of Makarenko Sumy State Pedagogical University
(protocol № 2 from 29.09.2022)**

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. 37, № 5. Makarenko Sumy State Pedagogical University, Physics and Mathematics Faculty ; O.V. Semenikhina (chief editor). Sumy : [Makarenko Sumy State Pedagogical University], 2022. 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

Боярищева Т., Герич М., Погоріляк О., Синявська О., Терза А.	7
ЗАСОБИ АКТИВІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АНАЛІЗУ.....	7
Васіліогло І., Драганюк С., Синюкова О.	17
ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗКРИТТЯ СУТНОСТІ ТЕОРІЇ ТОТОЖНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ МАТЕМАТИЧНИХ ВИРАЗІВ У КУРСАХ МАТЕМАТИКИ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ.....	17
Вода А., Юрченко А., Острога М.	25
ДІЯЛЬНІСТЬ ВЧИТЕЛЯ ІНФОРМАТИКИ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ У ПАРАДИГМІ НОРМАТИВНИХ ВИМОГ ДО ЇЇ РЕАЛІЗАЦІЇ.....	25
Кобильська О., Набок Т., Дем'янченко О., Ляшенко В., Бриль Т.	31
НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА РОБОТА У ПРАКТИЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ІНФОРМАТИКИ	31
Кузьменков С.	37
ПОВНА ГРУПА ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ КОНСТАНТ ФІЗИКИ	37
Михайленко Л.....	43
СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ВПРОВАДЖЕННЯ ФОРМУВАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ	43
Мулеса П.	50
АНАЛІЗ ВИМОГ ДО РЕЗУЛЬТАТІВ ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ ЩОДО ГОТОВНОСТІ ВИКОРИСТОВУВАТИ НИМИ ЗАСОБИ ВІРТУАЛЬНОЇ НАОЧНОСТІ.....	50
Руденко Ю., Дегтярьова Н., Петренко С., Горохова В.	56
РОЗВИТОК МЕДІАГРАМОТНОСТІ МОЛОДОГО ПОКОЛІННЯ: ПРАКТИЧНИЙ АСПЕКТ ПРОБЛЕМИ	56
Шишкіна М., Носенко Ю., Мар'єнко М.	64
СТАН ЦИФРОВІЗАЦІЇ ОСВІТИ В КОНТЕКСТІ ВІДКРИТОЇ НАУКИ.....	64
Шишкіна М., Носенко Ю.	69
ХМАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ПРОЦЕСІ НАСКРІЗНОГО НАВЧАННЯ ІКТ В ОСВІТІ.....	69

CONTENTS

Boiaryshcheva T., Herych M., Pohoriliak O., Syniavska O., Tegza A.	7
MEANS OF ACTIVATING EDUCATIONAL ACTIVITIES OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS DURING THE STUDY OF MATHEMATICAL ANALYSIS	7
Vasilioglo I., Drahanyuk S., Sinyukova H.....	17
THEORETICAL ASPECTS OF HIGHLIGHTING THE ESSENS OF THE THEORY OF IDENTICAL TRANSFORMATIONS OF MATHEMATICAL EXPRESSIONS IN MATH COURSES OF INSTITUTIONS OF GENERAL SECONDARY EDUCATION	17
Voda A., Yurchenko A., Ostroha M.	25
ACTIVITY OF A TEACHER OF COMPUTER SCIENCES IN AN INSTITUTION OF GENERAL SECONDARY EDUCATION IN THE PARADIGM OF NORMATIVE REQUIREMENTS FOR ITS IMPLEMENTATION	25
Kobil'skaya E., Nabok T., Demyanchenko O., Lyashenko V., Bryl T.	31
SCIENTIFIC AND RESEARCH WORK IN THE PRACTICAL TRAINING OF THE FUTURE COMPUTER SCIENCE TEACHER	31
Kuzmenkov S.	37
THE COMPLETE GROUP OF FUNDAMENTAL CONSTANTS OF PHYSICS	37
Mykhailenko L.	43
MODERN APPROACHES TO THE IMPLEMENTATION OF FORMATIVE ASSESSMENT IN MATHEMATICS LESSONS	43
Mulesa P.	50
ANALYSIS OF NORMATIVE REQUIREMENTS FOR THE RESULTS OF PROFESSIONAL TRAINING OF MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE TEACHERS IN THE CONTEXT OF THEIR TRAINING FOR THE USE OF VIRTUAL VISUALIZATION TOOLS	50
Rudenko Yu., Dehtiarova N., Petrenko S., Horohova V.	56
DEVELOPMENT OF MEDIA LITERACY OF THE YOUNG GENERATION: A PRACTICAL ASPECT OF THE PROBLEMS	56
Shyshkina M., Nosenko Yu., Marienko M.....	64
STATE OF DIGITALIZATION OF EDUCATION IN THE CONTEXT OF OPEN SCIENCE.....	64
Shyshkina M., Nosenko Yu.	69
CLOUD TECHNOLOGIES OF OPEN SCIENCE IN THE PROCESS OF CONTINUOUS TRAINING OF ICT IN EDUCATION	69

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 10.31110/2413-1571-2022-037-5-001

УДК [378.016:51]:004

ЗАСОБИ АКТИВІЗАЦІЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АНАЛІЗУ

Тетяна БОЯРИШЧЕВА

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна
tetjana.boiarishcheva@uzhnu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0003-2899-4900>

Мирослава ГЕРИЧ

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна
miroslava.gerich@uzhnu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0001-9634-5254>

Олександр ПОГОРІЛЯК

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна
oleksandr.pohoriliak@uzhnu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0002-0501-4861>

Ольга СИНЯВСЬКА

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна
olga.syniavska@uzhnu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0002-2711-3940>

Антоніна ТЕГЗА

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна
antonina.tegza@uzhnu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0001-5310-4311>

MEANS OF ACTIVATING EDUCATIONAL ACTIVITIES OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS DURING THE STUDY OF MATHEMATICAL ANALYSIS

Tetiana BOIARYSHCHEVA

Uzhhorod National University, Ukraine
tetjana.boiarishcheva@uzhnu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0003-2899-4900>

Myroslava HERYCH

Uzhhorod National University, Ukraine
miroslava.gerich@uzhnu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0001-9634-5254>

Oleksandr POHORILIAK

Uzhhorod National University, Ukraine
oleksandr.pohoriliak@uzhnu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0002-0501-4861>

Olga SYNIIVSKA

Uzhhorod National University, Ukraine
olga.syniavska@uzhnu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0002-2711-3940>

Antonina TEGZA

Uzhhorod National University, Ukraine
antonina.tegza@uzhnu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0001-5310-4311>

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Першочерговим завданням системи вищої освіти є підготовка висококваліфікованих фахівців у різних галузях науки і виробництва. При цьому сама система освіти змушена організовувати свою діяльність в екстремальних умовах. Різкий перехід до дистанційного навчання насамперед позбавив викладачів і здобувачів освіти живого спілкування, що спричинило послаблення пізнавальної активності. Наслідком цього, в свою чергу, стало те, що знання, здобуті неохоче, є нечіткими і поверхневими. Тому виявлення і дослідження засобів, які б стимулювали пізнавальну діяльність здобувача, є одним із першочергових завдань системи освіти. Натомість перехід до дистанційного навчання змусив викладачів широко використовувати засоби комп'ютерного навчання, зокрема, різноманітні програми та застосунки, які мають необмежений спектр можливостей при вивченні математики. Практична значущість цих засобів надзвичайно велика. Поряд із їх застосуванням згідно безпосереднього призначення, вони також спонукають до практичного застосування здобутих теоретичних знань; стимулюють засвоєння нових форм і методів навчання, що є особливо важливим для майбутнього вчителя. Одночасно з цим необхідно дотримуватись балансу в питанні використання даних засобів. Адже вони не здатні самостійно сформувати цілісну систему знань у студента і являють собою лише допоміжний, хоч і дуже ефективний інструмент. Дослідження і порівняння можливостей деяких із цих програм поряд з традиційними методами навчання складає предмет дослідження даної статті.

Матеріали і методи. У процесі дослідження використано теоретичні (аналіз навчально-методичної літератури, порівняльний аналіз можливостей середовища GeoGebra та пакету Maxima) та практичні методи дослідження (дослідження ефективності різних класичних способів розв'язування задач, розгляд

ABSTRACT

Formulation of the problem. The primary task of the higher education system is the training of highly qualified specialists in various fields of science and production. At the same time, the education system itself is forced to organize its activities in extreme conditions. The sharp transition to distance learning primarily deprived teachers and students of education of live communication, which caused a weakening of cognitive activity. The consequence of this, in turn, was that the knowledge acquired unwillingly is vague and superficial. Therefore, identifying and researching means that would stimulate the cognitive activity of the acquirer is one of the primary tasks of the education system. Instead, the transition to distance learning has forced teachers to make extensive use of computer-based learning tools, in particular, a variety of programs and applications that have an unlimited range of possibilities in the study of mathematics. The practical significance of these means is extremely great. Along with their application according to their immediate purpose, they also encourage the practical application of acquired theoretical knowledge; stimulate the assimilation of new forms and methods of learning, which is especially important for a future teacher. At the same time, it is necessary to maintain a balance in the issue of using these funds. After all, they are not able to independently form a complete system of knowledge in a student and are only an auxiliary, albeit very effective, tool. Research and comparison of some of these programs' capabilities and traditional teaching methods are the subjects of this article.

Materials and methods. In the research process, theoretical (analysis of educational and methodological literature, comparative analysis of capabilities of the GeoGebra environment and the Maxima package) and practical research methods were used (study of the effectiveness of various classic methods of solving problems, consideration of the functional capabilities of the GeoGebra and Maxima services for effective learning of the material in the learning process mathematical analysis).

Для цитування:

Бояришчева Т., Герич М., Погоріляк О., Синявська О., Тегза А. Засоби активізації навчальної діяльності майбутніх вчителів математики під час вивчення математичного аналізу. *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 37. № 5. С. 7-16. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-037-5-001

Бояришчева, Т., Герич, М., Погоріляк, О., Синявська, О., & Тегза, А. (2022). Засоби активізації навчальної діяльності майбутніх вчителів математики під час вивчення математичного аналізу. *Фізико-математична освіта*, 37(5), 7-16. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-001>

For citation:

Boiaryshcheva, T., Herych, M., Pohoriliak, O., Syniavska, O., & Tegza, A. (2022). Means of activating educational activities of future mathematics teachers during the study of mathematical analysis. *Physical and Mathematical Education*, 37(5), 7-16. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-001>

Boiaryshcheva, T., Herych, M., Pohoriliak, O., Syniavska, O., & Tegza, A. (2022). Zasoby aktivizatsii navchalnoi diialnosti maibutnih vchyteliv matematyky pid chas vyvchennia matematychnoho analizu [Means of activating educational activities of future mathematics teachers during the study of mathematical analysis]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 37(5), 7-16. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-001>

функціональних можливостей сервісів GeoGebra та Maxima для ефективного засвоєння матеріалу в процесі вивчення математичного аналізу).

Результати. В даній статті запропоновано для активізації пізнавальної діяльності здобувача під час вивчення математичного аналізу поєднувати класичні засоби разом із сучасними комп'ютерними, зокрема використання пакетів GeoGebra та Maxima. Реалізацію такого підходу показано на конкретних прикладах.

Наведено приклади розв'язування задач у системі динамічної математики GeoGebra та пакету Maxima.

Висновки. Активізація пізнавальної діяльності здобувачів вищої освіти досягається, зокрема, за рахунок підвищення рівня навчальної мотивації, який спостерігається при максимально можливому наближенні процесу навчання до індивідуальних прагнень і можливостей здобувачів. Допомогає активізувати пізнавальну діяльність в процесі вивчення математичного аналізу використання різних засобів навчання. Крім класичних, які можуть бути урізноманітнені різними способами розв'язання однієї і тієї ж самої задачі, сучасні програмні засоби GeoGebra та Maxima сприяють кращому розумінню та формуванню навичок самостійного вивчення програмового матеріалу. З використанням GeoGebra та Maxima створюється зручне середовище для організації та підтримки навчально-пізнавальної діяльності, зокрема й навчальних досліджень.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: засоби активізації; пізнавальна діяльність; математичний аналіз; GeoGebra; Maxima.

Results. In this article, to activate the cognitive activity of the student during the study of mathematical analysis, it is proposed to combine classical tools with modern computer tools, in particular, the use of GeoGebra and Maxima packages. The implementation of this approach is shown in concrete examples.

Conclusions. Activation of the cognitive activity of students of higher education is achieved, in particular, by increasing the level of educational motivation, which is observed when the learning process is as close as possible to students' individual aspirations and capabilities. Helps to activate cognitive activity in the process of studying mathematical analysis with the use of various teaching aids. In addition to the classic ones, which can be diversified by different ways of solving the same problem, modern software tools GeoGebra and Maxima contribute to a better understanding and formation of skills for the independent study of software material. With the use of GeoGebra and Maxima, a convenient environment is created for the organization and support of educational and cognitive activities, including educational research.

KEYWORDS: means of activation; cognitive activity; mathematical analysis; GeoGebra; Maxima.

ВСТУП

Постановка проблеми. Сучасна вища освіта в Україні стоїть перед безліччю викликів. Насамперед вони зумовлені потребою суспільства у висококласних спеціалістах, здатних не тільки якісно і професійно здійснювати ту діяльність, якої безпосередньо навчалися у виші, але й уміли б адаптувати свої знання, уміння і навички до нових умов та сучасних потреб суспільства.

Особливо важливо виробити це вміння у майбутніх вчителів, зокрема, математики. Їхня майбутня сфера професійної діяльності включає в себе передачу знань наступним здобувачам освіти. Тобто одночасно із вивченням предметів спеціальності такий студент (можливо, навіть невідомо) вчиться методиці: вмінню подати навчальний матеріал, дотримуватися при цьому основних дидактичних принципів, і найголовніше – зацікавити учня у вивченні матеріалу. Адже тільки мотивований та зацікавлений учень здобуватиме знання свідомо та активно.

Усе згадане подвійною мірою стосується викладачів закладів вищої освіти. Їм теж необхідно включити всі можливості, щоб активізувати навчальну діяльність студента. Методи, що використовуються при цьому, з великою вірогідністю будуть, у свою чергу, застосовані у їх подальшій професійній діяльності.

Одним із засобів, які стимулюють активізацію навчальної діяльності студента, є дотримання таких принципів дидактики, як наочність, практичність та системність. Наприклад, вивчаючи таку важливу дисципліну як математичний аналіз, здобувач обов'язково потребує розуміння того, «де це знадобиться», наглядної демонстрації того, «як це виглядає» і обов'язково – усвідомлення тісного зв'язку предмету вивчення з іншими навчальними дисциплінами, їх взаємопроникнення, використання подібних методів досліджень, тобто все те, що включається в поняття системності.

Забезпечувати дотримання цих принципів необхідно безперервно в процесі вивчення будь-якого предмета, але під час вивчення математичних дисциплін, зокрема, математичного аналізу, постійне акцентування на практичній значущості матеріалу, на зв'язку з іншими науками тощо часто призводить до того, що студент втрачає основну змістову лінію і втрачає можливість свідомо і активно сприймати матеріал. Засоби комп'ютерного навчання, зокрема комп'ютерне середовище GeoGebra чи пакет Maxima у цій ситуації є практично незамінними. З їх допомогою можливо без зайвих втрат часу і розпорошення уваги проілюструвати незрозумілі чи надто абстрактні поняття, реалізувати або здійснити громіздкі перетворення чи обчислення тощо.

Предметом нашого дослідження є використання програмних засобів GeoGebra та Maxima для підвищення пізнавальної діяльності у процесі навчання математичного аналізу у майбутніх вчителів математики.

Аналіз актуальних досліджень. Як свідчать дослідження О. Співаковського (2003), В. Кухаренка, В. Бондаренка (2020) та В. Величка (2019) надзвичайної популярності набувають тенденції впровадження різних комп'ютерних засобів, що активізують пізнавальну діяльність здобувача, особливо в умовах дистанційного навчання. Адже формування пізнавальної активності інформаційно-освітнього середовища на базі різних новітніх технологій є пріоритетним напрямом розвитку саме в галузі математичної освіти, і цей напрям зараз інтенсивно розвивається, що показано у роботі В. Величка (2019). Існуючі підходи впровадження цих технологій у навчальний процес з педагогічної точки зору висвітлено у роботі М. Жалдака (2003). Окремий комплекс проблем стосується застосування пакетів прикладних програм для здійснення різноманітних математичних операцій, дій і обрахунків систем комп'ютерної математики, зокрема Maxima, GeoGebra. Порівняльний аналіз різних видів програмного забезпечення з точки зору педагогічного використання, визначення чинників успішної організації освітнього середовища навчального закладу (наявність кваліфікованого педагогічного і технічного персоналу, матеріально-технічних умов та устаткування для розгортання приватної або загальнодоступної хмари, врахування ліцензійних угод доступу до програмного забезпечення та інші чинники) проведено в роботах А. Федонюк та В. Юнчик (2019), а також М. Шишкіної та ін. (2014). У працях цих науковців досліджувалися сучасні комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання, які зорієнтовані на педагогічно доцільне та збалансоване поєднання досягнень традиційних методичних систем навчання та сучасних інформаційно-комунікаційних технологій.

Проблема інтеграції комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання в навчальний процес вищих навчальних закладів розглядалася в працях Ю. Сінько (2009). У своєму дослідженні Ю. Сінько розглядає основні програмні засоби зарубіжного та вітчизняного виробництва останніх років, визначає роль і місце систем комп'ютерної алгебри у

викладанні точних наук. Останнім часом системи динамічної геометрії та комп'ютерної алгебри дуже вплинули на математичну освіту. На жаль, ці інструменти були абсолютно не пов'язані між собою. Сучасні вільнопоширювані системи GeoGebra та Maxima — це нове програмне забезпечення, яке об'єднує можливості як динамічної геометрії, так і комп'ютерної алгебри в одному інструменті. На сьогоднішній день у світі існує величезна кількість програмного забезпечення, використання якого дозволяє вирішувати задачі різного рівня складності з достатньо високим рівнем візуалізації та різноманітними засобами виведення результату, отриманого за допомогою EOM. Це позитивно впливає на мотивацію студентів до вивчення матеріалу та дає поштовх до пошуку нових алгоритмів розв'язання різноманітних математичних задач (Hohenwarter & Preiner, 2007). Проте проблема вибору системи комп'ютерної алгебри для викладання дисциплін математичного циклу в педагогічних закладах вищої освіти, особливо в умовах недостатнього фінансування, залишається досить вагомим. Тому у світі викладеного важливим є пошук найбільш прийнятної рішення щодо вибору сучасних комп'ютерних засобів для викладання дисциплін фундаментального циклу студентам педагогічних закладів вищої освіти України, які здобувають освіту на математичних спеціальностях в сучасних умовах обмеженого фінансування, шляхом впровадження можливостей вільнопоширюваних комп'ютерних засобів.

Нові тенденції вивчення математики в коледжах та університеті через засоби Geogebra висвітлено у роботах L. Diković (2009a), L. Diković (2009b) та N. Arbain, N. Shukor (2015), що може бути особливо важливим для майбутнього вчителя математики. В роботах показано як концепції динамічної геометрії можна застосовувати до тем математики за допомогою запропонованих програмних засобів GeoGebra, а також підкреслюється важлива роль безкоштовних пакетів програмного забезпечення з відкритим кодом для викладання математики в усьому світі, проте вибір програмного забезпечення має бути правильно спланованим. У роботі (Wassie & Zergaw, 2019) досліджується внесок GeoGebra у викладання та вивчення математики: як інструменту для сприяння інтересу та досягнень учнів, а також як середовища для процвітання різних стилів навчання. Крім того, вказано застереження, які слід враховувати перед впровадженням інтегрованого уроку GeoGebra, а також виклики, обмеження та сфери майбутнього розвитку. Серед них: переконання та вільне володіння технологіями користувачів, а також співвідношення учнів у класі є одними з проблем для ефективної інтеграції GeoGebra на уроках математики. Серед обмежень GeoGebra розглядається складність деяких команд на панелі введення, особливо для студентів і викладачів без попереднього досвіду програмування.

У статті В. Величко та ін. (2019) та N. Karjanto, H. Husain (2021) наведено аргументи на користь використання вільної системи комп'ютерної алгебри Maxima в навчальній і науковій діяльності студентів. Представлені її основні переваги та недоліки. Розглянуто основний функціонал цієї системи, що дозволяє оптимізувати час вирішення різноманітних математичних задач, налаштувати виведення отриманого результату, виконати поетапну перевірку правильності проведення необхідних розрахунків.

Метою статті є висвітлення класичних засобів активізації пізнавальної діяльності здобувачів освіти на ряду із сучасними комп'ютерними засобами, які б враховували специфіку вивчення математичного аналізу майбутніми вчителями математики, зокрема, на прикладі середовища GeoGebra та пакету Maxima.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналіз та систематизація навчально-методичної літератури із проблем використання та впровадження в освітній процес комп'ютерних програмних засобів в процес навчання математичного аналізу. Практичний розгляд функціональних можливостей сервісів GeoGebra та Maxima для ефективного засвоєння матеріалу в процесі вивчення математичного аналізу.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Математичний аналіз є одним із базових, системоутворюючих предметів у програмі підготовки спеціаліста математика, чи то майбутнього вчителя, чи то науковця, чи то працівника іншої, пов'язаної з використанням математичних знань, сфери. З його оволодінням закладаються основи великої кількості інших математичних дисциплін: диференціальних рівнянь, функціонального та комплексного аналізу, теорії ймовірностей та математичної статистики тощо, а також методи математичного аналізу незамінні у дослідженнях проблем фізики, хімії, економіки, соціології та інших наук. Тому вкрай важливо, щоб знання з цієї дисципліни, здобуті студентом, були якомога більш повними, систематизованими і придатними для практичного використання. Більш того, студент повинен оволодіти методами математичного аналізу на такому рівні, щоб мати змогу застосовувати їх при подальшому навчанні.

Якщо розглядати цілі навчання з точки зору таксономії Блума, то першою, базовою метою навчання є якраз здобуття певного (доволі об'ємного) обсягу знань, фактичного матеріалу: означень, властивостей, теорем, понять, взаємних зв'язків. Навіть на цьому етапі вивчення математичного аналізу викликає у студента значні труднощі, пов'язані як із уже згаданим значним обсягом нової інформації, так і з новою, незвичною концепцією побудови об'єкта вивчення. Мова математичної логіки та теорії множин, яка єдина здатна повно і всебічно висвітлити матеріал, — нова і незвична. З огляду на це, значна кількість студентів, починаючи навчання за спеціальністю «Математика» або «Середня освіта (математика)» тощо з математичного аналізу, втрачають інтерес до навчання, і, як наслідок, не набувають необхідного обсягу знань, без якого неможливе подальше навчання. Тож перша мета, досягнення якої сприятиме оволодінню першим рівнем таксономії, — активізація навчальної діяльності студента.

При цьому, звичайно, важливо дотримуватися принципу подання матеріалу «від простого до складного». Великий обсяг нової, складної для розуміння інформації здебільшого не активізує пізнавальну діяльність, а притуплює її. Принаймні значна частина студентів-математиків згодом зізнаються, що на перших порах були вражені тим, що математика — «без цифр». І від того, наскільки швидко студент усвідомить необхідність такого переходу, наскільки якісно він зможе його здійснити, залежить його майбутня кваліфікація як спеціаліста. На цьому етапі викладачеві вкрай важливо починати з найпростіших понять, всебічно ілюструючи їх прикладами, щоб у свідомості студента нарешті «з'явилися цифри». Разом з цим необхідно наголосувати, що, наприклад, ті ж самі властивості множин і дій над ними мають місце не лише для звичних нам числових множин, але й для будь-яких сукупностей об'єктів довільної природи.

Вважаємо, що на цьому початковому етапі визначальна роль належить неухильному дотриманню принципу наочності навчання. Практично кожне означення, сформульоване сухою і строгою мовою математичної логіки, може (і повинне!) бути проілюстроване наочним прикладом, контрприкладом, зразком застосування. Зробити це можна, звичайно, традиційним чином, під час читання лекції, демонструючи їх на дошці. Але, звісно, значно якісніше можна це здійснювати, використовуючи можливості навчання з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій (ІКТ). Абсолютно несподівано це використання активізувалося з переходом до дистанційного навчання.

Дистанційне навчання у свою чергу поставило викладачів та студентів перед новою серією викликів, головними з-поміж яких є відсутність живого спілкування та безпосереднього контакту та погіршення якості знань. Під час заняття, яке проводиться дистанційно, викладач має змогу продемонструвати ефектні, динамічні ілюстрації навчального матеріалу, практичні приклади чи доведення, не витрачаючи часу на, наприклад, побудову графіка функції у реальному часі, на іноді неякісній дошці або що. Завжди можливо підготувати найякісніший приклад чи ілюстрацію наперед, безпосередньо під час заняття коментуючи або змінюючи дані (багато застосунків дозволяють робити це у реальному часі). Такої наочності складно досягти, працюючи традиційно з дошкою і крейдою. Все це вже певною мірою активізує пізнавальну діяльність студента.

Із успішним досягненням першої цілі навчання, згідно таксономії Блума, можна переходити до другого етапу – відтворення знань. На жаль, на цьому етапі навчання зупиняється певна кількість студентів. Щоправда, цієї мети можна досягти старим і неефективним методом «зубріння». Про якість і міцність таких знань говорити не доводиться. Тим паче, нереально перейти до третьої (за Блумом) мети – застосування. У межах курсу математичного аналізу це насамперед формування вміння розв'язувати практичні задачі. Основні типи задач, які розглядаються в межах курсу математичного аналізу – це обчислення границь числових послідовностей і функцій, диференціювання та інтегрування функцій, дослідження збіжності рядів і інтегралів. При цьому використовується дуже велика кількість різноманітних методів, кожен з яких є оптимальним для розв'язання одного типу задач, допустимим (але не найкращим) – для іншого, і абсолютно неефективним – для третього. Усвідомлення цього факту і потреба в тому, щоб встановити однозначний зв'язок «Проблема» – «Метод розв'язання» є першим кроком до переходу на вищий щабель таксономії – аналіз, а також наступний – порівняння. Цей перехід є надзвичайно важливим, і щоб його забезпечити, викладач повинен продемонструвати ефективність різних методів розв'язання однієї і тієї ж задачі з метою порівняння їх затратності по часу, складності перетворень тощо.

Наведемо приклад.

Приклад 1. Знайти невизначений інтеграл $\int \sqrt{4-x^2} dx$.

Розв'язання. Спосіб 1. Підстановка $x = 2\sin t$. При цьому $t = \arcsin \frac{x}{2}$, $dx = d(2\sin t) = 2\cos t dt$.

При використанні цієї підстановки підінтегральний вираз перетвориться так:

$$\sqrt{4-x^2} dx = \sqrt{4-(2\sin t)^2} 2\cos t dt = \sqrt{4-4\sin^2 t} 2\cos t dt = \sqrt{4\cos^2 t} 2\cos t dt = 4\cos^2 t dt = 4 \cdot \frac{1-\cos 2t}{2} dt = 2(1-\cos 2t) dt$$

Після цього інтеграл набуває вигляду, який легко інтегрується елементарними способами.

$$\int \sqrt{4-x^2} dx = \int 2(1-\cos 2t) dt = 2\left(t - \frac{1}{2}\sin 2t\right) + C$$

Залишається повернутися до початкової змінної:

$$\begin{aligned} 2\left(t - \frac{1}{2}\sin 2t\right) + C &= 2\left(\arcsin \frac{x}{2} - \frac{1}{2}\sin\left(2\arcsin \frac{x}{2}\right)\right) + C = 2\arcsin \frac{x}{2} - 2\sin\left(\arcsin \frac{x}{2}\right)\cos\left(\arcsin \frac{x}{2}\right) + C = \\ &= 2\arcsin \frac{x}{2} - 2 \cdot \frac{x}{2} \sqrt{1-\sin^2\left(\arcsin \frac{x}{2}\right)} + C = 2\arcsin \frac{x}{2} - x \sqrt{1-\left(\frac{x}{2}\right)^2} + C = \\ &= 2\arcsin \frac{x}{2} - x \sqrt{\frac{4-x^2}{4}} + C = 2\arcsin \frac{x}{2} - \frac{x}{2}\sqrt{4-x^2} + C. \end{aligned}$$

Цей спосіб є найпоширенішим при інтегруванні виразів, що містять $\sqrt{a^2-x^2}$. Багато посібників навіть включають інтеграл $\int \sqrt{a^2-x^2} dx$ в число табличних, не даючи змоги студенту самостійно отримати результат, що не піднімає нас вище від рівня відтворення. Натомість можливість здійснити процес самостійно і повністю є надзвичайно важливою для формування навичок свідомого використання теоретичного матеріалу. І як приємний бонус – в процесі розв'язання доводиться користуватися шкільними знаннями з тригонометрії, які в свій час теж здавалися школярам сухими і відірваними від практичного застосування.

Спосіб 2. Майже ідентичний: використовується заміна $x = 2\cos t$. Затрати часу і зусиль при його реалізації абсолютно такі ж.

Спосіб 3. Перетворивши підінтегральну функцію

$$\sqrt{4-x^2} = x \sqrt{\frac{4}{x^2}-1}, \text{ доцільно здійснити заміну } \sqrt{\frac{4}{x^2}-1} = t, \text{ при якій } x = \frac{2}{\sqrt{t^2+1}}, dx = -\frac{2tdt}{(t^2+1)^2}.$$

Інтеграл при цьому набуде вигляду

$$\int \frac{2t}{\sqrt{t^2+1}} \left(-\frac{2tdt}{(t^2+1)^2}\right) = -4 \int \frac{t^2}{(t^2+1)^2} dt = -4 \int \frac{t^2+1-1}{(t^2+1)^2} dt = -4 \left(\int \frac{dt}{t^2+1} - \int \frac{1}{(t^2+1)^2} dt\right).$$

Перший інтеграл – табличний: $\int \frac{dt}{t^2+1} = \arctg t + C = \arctg \sqrt{\frac{4}{x^2}-1} + C = \arctg \frac{\sqrt{4-x^2}}{x} + C$, натомість для знаходження другого доведеться застосувати рекурентну формулу (при $n=1, a=1$)

$$\int \frac{1}{(t^2 + 1)^2} dt = \frac{1}{2} \left(\frac{t}{t^2 + 1} + \int \frac{dt}{t^2 + 1} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{t}{t^2 + 1} + \arctg t \right) + C.$$

Зрештою, повертаючись до старої змінної, отримаємо:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \left(\frac{t}{t^2 + 1} + \arctg t \right) + C &= \frac{1}{2} \left(\frac{\frac{\sqrt{4-x^2}-1}{4}}{\frac{4}{x^2}-1+1} + \arctg \sqrt{\frac{4}{x^2}-1} \right) + C = \frac{1}{2} \left(\frac{x^2 \sqrt{\frac{4}{x^2}-1}}{4} + \arctg \sqrt{\frac{4}{x^2}-1} \right) + C = \\ &= \frac{1}{8} x \sqrt{4-x^2} + \frac{1}{2} \arctg \frac{\sqrt{4-x^2}}{x} + C \end{aligned}$$

Врешті-решт, звівши разом розв'язки обох інтегралів, отримаємо

$$-4 \arctg \frac{\sqrt{4-x^2}}{x} - \frac{1}{2} x \sqrt{4-x^2} + 2 \arctg \frac{\sqrt{4-x^2}}{x} + C = -\frac{1}{2} x \sqrt{4-x^2} - 2 \arctg \frac{\sqrt{4-x^2}}{x} + C.$$

Можна помітити, що цей шлях значно складніший для реалізації, ніж перший спосіб. Натомість, на відміну від першого, тут не доводиться вводити до розгляду функції принципово іншої природи – ми навіть після здійснення заміни залишаємося в полі раціональних функцій, бо заміна допомогла позбутися радикала. Натомість довелося використовувати рекурентну формулу, яка не надто часто фігурує в задачах, і, як наслідок, забувається.

Ще один цікавий момент пов'язаний з різним виглядом другого доданка, одержаного при інтегруванні першим та другим способами. Варто було б дослідити, чи справді функції $-2 \arctg \frac{\sqrt{4-x^2}}{x}$ та $2 \arcsin \frac{x}{2}$ співпадають чи принаймні відрізняються на сталу величину.

Спосіб 4. Використання другої підстановки Ейлера.

Спосіб 5. Використання третьої підстановки Ейлера.

Спосіб 6. Використання третьої підстановки Чебишева (зводиться до способу 2)

Такий всебічний аналіз дозволяє втілити в життя принцип системності навчання, доводячи тісний зв'язок між різними розділами математичного аналізу та шкільної математики, активізує інтерес студентів до предмета, що вивчається. Та на цьому етапі виникає ускладнення. В умовах сьогоденних реалій кількість годин, що виділяються на вивчення предмета, суттєво скорочені, без, звісно, звуження навчальної (робочої) програми. Тому розв'язувати одну задачу шістьма способами в режимі реального часу дуже затратно. Доводиться залишати подібні завдання на самостійний розгляд студента, котрий далеко не завжди бачить у них реальну потребу. Адже метод розв'язання наведено, для чого ж ускладнювати собі життя? Виходом із цієї ситуації теж може стати використання можливостей обчислювальної техніки – наперед заготовлені розв'язки задачі можливими способами можуть бути продемонстровані на екрані без витрати часу на безпосереднє розв'язування, але з можливістю порівняти обсяг здійсненої роботи для реалізації того чи іншого методу з можливістю їх порівняння.

Зокрема, принципу наочності зручно слідувати, використовуючи при вивченні математичного аналізу інформаційні технології. Наприклад, ефективним є використання засобу GeoGebra.

Якщо GeoGebra – готовий до використання засіб створення наочних зображень графіків, векторів, геометричних фігур тощо, який доступний навіть школяреві, завдяки зручному, інтуїтивно зрозумілому інтерфейсу, то на вищий рівень пізнання може вивести використання власноруч створених програм. Такий якісний перехід відповідатиме, згідно таксономії Блума, досягненню таких цілей навчання як аналіз (дослідження нових засобів навчання, які навіть виходять за межі класичного математичного аналізу), оцінювання (порівняння ефективності цих засобів з відомими раніше) та нарешті синтез як здатність використовувати здобутки інших галузей науки для розв'язання задач того ж таки математичного аналізу і навпаки – його методи і засоби можуть використовуватися для потреб інших наук.

Крім того, оновлена версія таксономії Блума ставить на вершину піраміди навчальних цілей (вище навіть від синтезу) креативність. Використання програмування забезпечує досягнення цієї мети повною мірою і допомагає активізації навчальної діяльності студента. Адже нікого не треба переконувати у важливості знань, умінь і навичок у сфері ІТ. Цифрові технології шаленими темпами впроваджуються у всі сфери життя і діяльності людини, тож навички впевненої роботи з ними дуже важливі, і здобути їх краще у процесі навчання, де помилка – всього лише привід для подальшого самовдосконалення, ніж при прямому використанні, де неточність може призвести до небажаних наслідків. Формування математичного складу мислення (яке, на відміну від поширеної думки, є доступним для кожної людини) є значною перевагою у різних сферах діяльності. На цьому варто наголошувати, чітко аргументуючи свою позицію. Це повинно стимулювати мотивацію студента до вивчення математики не лише на рівні знання, відтворення і застосування, але й далі, аж до синтезу та креативності.

Слід наголосити, що логіка таксономії не означає можливість нехтувати нижніми щаблями піраміди навчальних цілей. Адже тільки коли є міцна база знань, тобто сформовано перший рівень, можна переходити до відтворення (другий) та застосування (третій рівень). І лише коли закладені ґрунтовні знання, уміння та навички, можна аналізувати щось нове і креативне.

Уміння здобувача використовувати ІКТ в освітньому процесі є однією із предметних компетенцій майбутнього вчителя математики, що є однією із суттєвих складових професійної компетентності. Оскільки, саме використання ІКТ може стати засобом до активізації пізнавальної діяльності здобувача, який принесе в освітній процес нотки сучасності, і, можливо, може перетворити гаджети студентів із «ворогів» у «друзів» викладача.

Розглянемо порівняльну характеристику обраних пакетів та наведемо ілюстративні приклади, що допомагають викладачеві активізувати пізнавальну діяльність здобувача.

Проведемо аналіз використання системи комп'ютерної математики GeoGebra як засобу активізації діяльності майбутніх учителів математики в процесі навчання математичного аналізу. GeoGebra є універсальним програмним засобом, що використовується для підтримки навчання усіх розділів вищої математики, зокрема математичного аналізу.

Суттєвою перевагою GeoGebra є його доступність, пристосованість до різних операційних систем, можливість використання готових шаблонів заготовлених задач, постійне вдосконалення командою студентів, вчителів та науковців усього світу GeoGebra. Access mode: <https://geogebra.org/>.

Виконання студентами на практичних заняттях із математичного аналізу завдань з використанням середовища GeoGebra створює можливість для урізноманітнення кола завдань, включаючи в нього завдання прикладного та дослідницького характеру, оптимізаційні задачі. Такі задачі пов'язані із застосуванням математики у техніці, фізиці, хімії, економіці, медицині, екології, а також у побуті. Ці задачі відрізняються від типових як формулюванням так і способами розв'язування. Як правило на розв'язання таких задач витрачається значно більше часу ніж на розв'язування типових завдань. При розв'язуванні таких задач потрібно скласти модель процесу (за умовою задачі скласти співвідношення, яке пов'язує функцію і змінні), і цей етап є найважчим, а потім використовуючи відповідні теоретичні знання знайти розв'язок абстрактної математичної задачі. Щоб мінімізувати витрати часу на обрахунки, візуалізувати модель доцільно використовувати середовище GeoGebra.

Наведемо основні можливості пакету GeoGebra, що полегшать навчання студента на даний час :

- візуалізація різних математичних об'єктів (графіки функцій, рівнянь, зображення фігур, тіл тощо);
- ілюстрація методів побудови;
- можливість моделювання та емпіричного дослідження властивостей різних об'єктів;
- інструментально-обчислювальний комплекс, що надає користувачеві набір різних спеціалізованих інструментів для створення об'єкту та вимірювання його різних параметрів;
- можливість дослідження та спостереження властивостей чи поведінки об'єктів у динаміці.

Як ми знаємо одним із найскладніших для розуміння є матеріал про рівномірну збіжність функціональної послідовності до заданої функції на певному проміжку. То під час вивчення даної теми приходить на допомогу візуалізація графіків елементів функціональної послідовності на вказаному проміжку, а особливо допомагає більш чітко зрозуміти цей матеріал при побудові елементів функціональної послідовності та їх поведінка у динаміці. Проілюструємо дану можливість на конкретному прикладі.

Приклад 2. Дослідити функціональну послідовність $f_n(x) = x^n - x^{2n}$ на рівномірну збіжність на відрізку $[0,1]$.

Розв'язання. Знайдемо граничну функцію на проміжку $[0,1]$:

$$f(x) = f_n(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} (x^n - x^{2n}) = 0.$$

Дослідимо $f_n(x) = x^n - x^{2n}$ на рівномірну збіжність до $f(x) = 0$ на $[0,1]$ за критерієм

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} \sup_{x \in [0,1]} |f_n(x) - f(x)| &= \lim_{n \rightarrow \infty} \sup_{x \in [0,1]} |x^n - x^{2n} - 0| = 0. \\ \lim_{n \rightarrow \infty} \sup_{x \in [0,1]} |f_n(x) - f(x)| &= \lim_{n \rightarrow \infty} \sup_{x \in [0,1]} |x^n - x^{2n} - 0| = \lim_{n \rightarrow \infty} \sup_{x \in [0,1]} |x^n - x^{2n}| = \\ &= \left| \begin{array}{l} (x^n - x^{2n})' = nx^{n-1} - 2nx^{2n-1} = 0, \\ nx^{n-1}(1 - 2x^n) = 0 \\ x = 0 \text{ або } 1 - 2x^n = 0 \\ x^n = \frac{1}{2} \quad x = \frac{1}{\sqrt[n]{2}} \end{array} \right| = \lim_{n \rightarrow \infty} \max_{x \in [0,1]} |x^n - x^{2n} - 0| = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\left(\frac{1}{\sqrt[n]{2}} \right)^n - \left(\frac{1}{\sqrt[n]{2}} \right)^{2n} \right) = \\ &= \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{4} \right) = \frac{1}{4} \neq 0. \end{aligned}$$

Таким чином, можна зробити висновок, що функціональна послідовність $f_n(x) = x^n - x^{2n}$ не є рівномірно збіжною до 0 на $[0,1]$.

Зазвичай студенти дуже важко сприймають завдання даної тематики, тому для кращого розуміння варто скористатися пакетом GeoGebra, який дозволить в динаміці побачити і відчувти порушення рівномірної збіжності даної функціональної послідовності на проміжку $[0,1]$.

Як бачимо із рисунків 1-4 при збільшенні n функціональна послідовність не є рівномірно збіжною на проміжку $[0,1]$ до 0.

На вищенаведеному прикладі видно, як достатньо абстрактне, на перший погляд, поняття рівномірної збіжності наглядно ілюструється засобами GeoGebra. Можна проаналізувати поведінку окремого елемента функціональної послідовності (див. рис.1-4) залежно від його номера, зробити висновок про цю поведінку при граничному переході, і, як наслідок, помітити порушення рівномірної збіжності в околі точки $x = 1$. При цьому демонструється різниця між неперервністю та рівномірною неперервністю. Це є прикладом побудови структурних зв'язків в межах програмового матеріалу. У більш широкій перспективі це сприяє формуванню системи наукових знань здобувача.

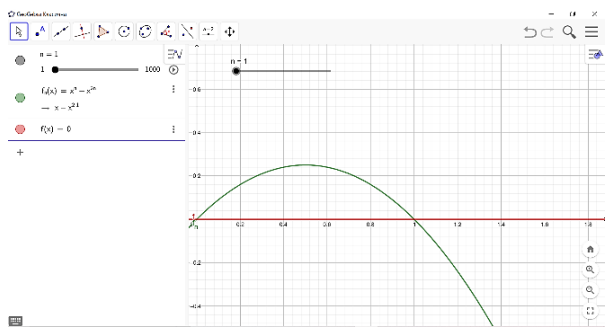


Рис.1. Візуалізація елементу послідовності при $n=1$

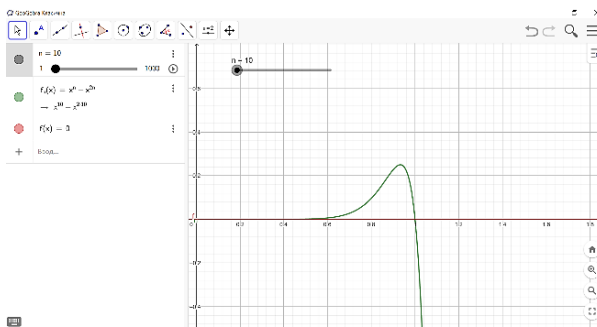
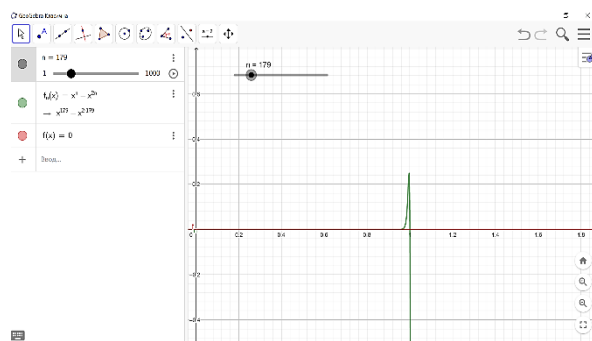
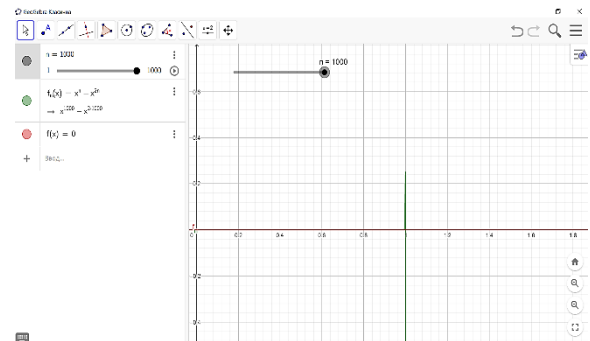


Рис.2. Візуалізація елементу послідовності при $n=10$

Рис.3. Візуалізація елементу послідовності при $n=179$ Рис.4. Візуалізація елементу послідовності при $n=1000$

Таким чином, використання системи GeoGebra при вивченні курсу «Математичний аналіз» дозволяє оптимізувати навчальний процес, проводити індивідуальну роботу, використовуючи різні гаджети студентів, що сприяє підвищенню ефективності навчання, активізує пізнавальну діяльність та сприяє формуванню алгоритмічного стилю мислення у майбутніх учителів математики, створює можливість наочно демонструвати результати своєї навчальної діяльності, створення інтерактивної моделі, інтерактивні завдання з моделювання різних явищ, і головне, посилює інтерес студентів до фундаментальної науки через можливість візуалізації застосування математичного апарату до розв'язування прикладних задач.

Поруч із відомими системами комп'ютерної математики (СКМ) Maple, Mathematica, MATLAB, MathCad, вагоме місце посідає пакет Maxima, який на відміну від згаданих комерційних програм, є вільно розповсюдженою. Програма Maxima є нащадком відомої системи комп'ютерної алгебри Macsyma, яка була розроблена в США у 60-ті роки XX ст. Maxima оновлюється дуже часто, для того щоб виправити наявні помилки, покращити код і документацію (останнє оновлення квітень 2022 р).

За можливостями свого застосування та основними характеристиками Maxima є достатньо близькою до інших СКМ, але разом із цим має істотні переваги. Дана система є універсальним математичним пакетом, за допомогою якого користувач може розв'язувати велику кількість різноманітних задач математики, не володіючи при цьому значними навичками програмування. При цьому, Maxima доступна не тільки для користувачів Windows, але й також для Linux та Mac OS X, вона володіє зручним та інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом (наявні інтерфейси на багатьох мовах, зокрема на українській), який допомагає виконувати числові та символічні обчислення без запам'ятовування необхідних для цього команд.

Також, у якості переваги, можна відзначити роботу цього пакету як інтерпретатора, так як всі зроблені помилки користувача відразу з'являються на екрані із поясненням та вказівками щодо їх виправлення. Maxima здійснює чисельні обчислення високої точності, використовуючи точні дробі, цілі числа і числа з плаваючою точкою довільної точності Maxima (2022).

На сьогодні, за допомогою Maxima, користувач може:

- використовувати пакет в якості універсального калькулятора;
- розв'язувати задачі елементарної математики (операції з поліномами, символічні обчислення, спрощення виразів, розкриття дужок тощо)
- спрощувати символічні вирази;
- (розв'язувати задачі елементарної математики)
- працювати із спеціальними функціями, зокрема еліптичними функціями;
- розв'язувати алгебраїчні рівняння та системи;
- розв'язувати задачі лінійної алгебри (операції з матрицями, знаходження оберненої матриці та визначників, рангу і мінорів матриці, ортогоналізація, розв'язування матричних рівнянь);
- розв'язувати нелінійні алгебраїчні рівняння та їх системи;
- обчислювати границі послідовностей та функцій;
- знаходити похідні функцій однієї та багатьох змінних;
- шукати екстремуми функцій;
- аналітично обчислювати визначені і невизначені інтеграли;
- обчислювати кратні, криволінійні та поверхневі інтеграли;
- розкладати функції у степеневі ряди;
- проводити операції із степеневими рядами та рядами Фур'є;
- розв'язувати диференціальні та інтегральні рівняння;
- будувати графіки функцій, заданих неявно, параметрично, у полярній системі координат;
- будувати тривимірні графіки.

Отже, середовище Maxima є потужним сучасним засобом комп'ютерної математики і може бути чудовим інструментом для проведення числових і символічних розрахунків при розв'язанні різних задач математичного аналізу для здобувачів освіти.

До прикладу, при розв'язанні вправ до теми «Інтегрування раціональних функцій» у пакеті Maxima для невизначених інтегралів вигляду $\int f(x)dx$, де $f(x)$ – раціональна функція, корисною є команда `partfrac(f(x),x)`. Оскільки, інтеграли від раціональних функцій часто потребують вмінь по розкладу правильного раціонального дробу на суму елементарних дробів, що інколи для студентів є складною операцією, то команда `partfrac(f(x),x)` легко розв'язує це

завдання і допомагає студенту перевірити самого себе, адже їй тільки потрібно вказати ім'я змінної, відносно якої вона робить вказане перетворення. При цьому також, у відповідних випадках, виділяється ціла частина дробу.

Також у системі Maxima можна проілюструвати застосування загальної схеми інтегрування раціональних дробів. При цьому використовуються наступні команди: для розкладу знаменника дробу $Q(x)$ на елементарні множники – `factor(Q(x))` (рис.5), для зведення отриманого виразу до спільного знаменника `ratsimp(%,x)` (рис.5). Далі, визначають невизначені коефіцієнти методом прирівнювання при однакових степенях x у чисельнику даного дробу і початкового. З отриманих рівностей потрібно скласти систему рівнянь і розв'язати її можна також з допомогою пакету Maxima із застосуванням команди `solve` (рис.6). Остаточно, підставивши отримані коефіцієнти у розклад дробу, можна проводити інтегрування за допомогою стандартної команди `integrate` (рис.6).

Приклад 3. Знайти інтеграл з використанням пакету Maxima: $\int \frac{(7x^3-9)dx}{x^4-5x^3+6x^2}$.

Розв'язання.

```
→ Розклад знаменника на множники
→ factor(x^4-5*x^3+6*x^2);
(%o1) (x-3) (x-2) x^2
→ Запис розкладу на елементарні дробі з невизначеними коефіцієнтами
→ (A/(x-3)) + (B/(x-2)) + (C/x) + (D/x^2);
(%o2) C/x + D/x^2 + B/(x-2) + A/(x-3)
→ Визначення невизначених коефіцієнтів методом прирівнювання
→ 1) зведення отриманого виразу до спільного знаменника
→ ratsimp(%,x);
(%o3) ((C+B+A)x^3 + (D-5C-3B-2A)x^2 + (6C-5D)x + 6D) / (x^4-5x^3+6x^2)
```

Рис.5. Розклад многочлена на множники, дробу на суму елементарних дробів та знаходження невизначених коефіцієнтів з допомогою Maxima

```
→ 2) прирівнюємо коефіцієнти при однакових степенях x у чисельнику даного дробу
→ і початкового для знаходження невизначених коефіцієнтів:
→ solve([A+B+C=7, D-5*C-3*B-2*A=0, 6*C-5*D=0, 6*D=-9]);
(%o4) [[D=-3/2, C=-5/4, B=-47/4, A=20]]
→ Підставляємо отримані невизначені коефіцієнти у розклад дробу з підінтегральної функції
→ і проводимо інтегрування
→ integrate(-(5/(4*x)) - (3/(2*x^2)) - (47/(4*(x-2))) + (20/(x-3)), x);
(%o10) -5*log(x)/4 + 3/(2*x) - 47*log(x-2)/4 + 20*log(x-3)
→ Порівнюємо відповіді безпосереднім інтегруванням
→ integrate((7*x^3-9)/(x^4-5*x^3+6*x^2), x);
(%o8) -5*log(x)/4 + 3/(2*x) - 47*log(x-2)/4 + 20*log(x-3)
```

Рис.6. Знаходження невизначених коефіцієнтів та невизначеного інтегралу з допомогою Maxima

Відчутними перевагами застосування наведених команд є: можливість копіювання та вставлення отриманого в Maxima результату (із рядку виведення %oN) для проведення подальших операцій; автоматичне спрощення (групування в чисельнику коефіцієнтів при x) при застосуванні команди `ratsimp`.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

До предметних компетенцій майбутнього вчителя, очевидно, належить вміння використовувати у професійній діяльності засоби комп'ютерного навчання. Навіть якщо оволодіння ними не входить в програму вивчення математичного аналізу, використання комп'ютерних технологій викладачем спонукає до освоєння цих можливостей і здобувача. Geogebra та Maxima є наразі найоптимальнішими для досягнення згаданих цілей з ряду причин: вільнопоширювані програми, можливість використання на різних гаджетах, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, широкий спектр можливостей, зокрема здатність до наглядної візуалізації.

Загалом кажучи, використання засобів ІТ-навчання дозволяє досягти таких цілей: структуризація навчального матеріалу; можливості раціонального використання програмних засобів; доцільність застосування ІКТ у навчальній діяльності; можливість економії часу, необхідного для подачі матеріалу без втрат у фактичній інформації; результативність; формування предметної компетенції здобувача та можливість досягнення всіх цілей навчання згідно таксономії Блума.

В умовах широкого використання інформаційних технологій необхідним є інтегрування майбутнього спеціаліста – педагога в інформаційне середовище, вироблення навичок активно використовувати засоби ІКТ для створення навчально-методичних матеріалів; для динамічної та наглядної подачі матеріалу; для демонстрації зв'язку теоретичного матеріалу, який вивчається, із практичними потребами, а також з іншими навчальними дисциплінами.

В даній статті запропоновано для активізації пізнавальної діяльності здобувача під час вивчення математичного аналізу поєднувати класичні засоби разом із сучасними комп'ютерними, зокрема використання пакетів GeoGebra та Maxima. Реалізацію такого підходу показано на конкретних прикладах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Співаковський, О. В. (2003). *Теорія і практика використання інформаційних технологій у процесі навчання студентів з математичних спеціальностей*. Херсон: Айлант.
2. Кухаренко, В. М., & Бондаренко, В. В. (2020). *Екстрене дистанційне навчання в Україні*. Харків: КП «Міська друкарня». https://duan.edu.ua/images/News/UA/Departments/Management/2020/monograph_ekstr_dyst_navch.pdf
3. Величко, В. Є. (2019). *Теоретико-методичні засади використання вільних програм при підготовці майбутніх вчителів математики, фізики та інформатики*. Дис. докт. пед. наук, Державний вищий навчальний заклад «Донбаський державний педагогічний університет». Державний вищий навчальний заклад «Донбаський державний педагогічний університет». <https://ddpu.edu.ua/images/stories/news/specrada/191219/Velichko/velychko01.pdf>
4. Федонюк, А. А., & Юнчик, В. Л. (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.
5. Жалдак, М. І. (2003). Педагогічний потенціал комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*, 7, 3–16. <https://sj.npu.edu.ua/index.php/kosn/article/view/584>
6. Шишкіна, М. П., Когут, У. П., & Попель, М. В. (2014). Системи комп'ютерної математики у хмаро орієнтованому освітньому середовищі навчального закладу. *Наука і освіта: новий вимір. Педагогіка і психологія*, 27 (14), 75–78. <https://lib.iitta.gov.ua/6499/1/article-science-edu.pdf>
7. Sinko, Yu.I. (2009). Systems of Computer Mathematics and their role in mathematical education. *Information technology in education*. 3, 274–278.
8. *GeoGebra*. <https://geogebra.org/>
9. Hohenwarter, M., & Preiner, J. (2007). Dynamic Mathematics with GeoGebra. *Journal for Online Mathematics and its Applications*, 7(1), 2–12. https://www.researchgate.net/publication/294345528_Dynamic_mathematics_with_GeoGebra
10. Diković, L. (2009a). Applications GeoGebra into Teaching Some Topics of Mathematics at the College Level. *Computer Science and Information Systems*, 6(2), 191–203. <http://doi.org/10.2298/csis0902191D>
11. Dikovic, L. (2009b). Implementing Dynamic Mathematics Resources with GeoGebra at the College Level. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 4(3), 51–54. <http://doi.org/10.3991/ijet.v4i3.784>
12. Arbain, N., & Shukor, N. A. (2015). The Effects of GeoGebra on Students Achievement. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 172, 208–214. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.356>
13. Wassie, Y.A., & Zergaw, G.A. (2019). Some of the Potential Affordances, Challenges and Limitations of Using GeoGebra in Mathematics Education. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 15(8), 17–34. <https://doi.org/10.29333/ejmste/108436>
14. Velychko, V. Y., Stopkin, A. V., & Fedorenko, O. H. (2019). USE OF COMPUTER ALGEBRA SYSTEM MAXIMA IN THE PROCESS OF TEACHING FUTURE MATHEMATICS TEACHERS. *Information Technologies and Learning Tools*. 69(1), 112–123. <https://doi.org/10.33407/itlt.v69i1.2284>
15. Karjanto, N. (2021). Calculus and Digital Natives in Rendezvous: wxMaxima Impact. *Educ. Sci.* 11, 490. <https://doi.org/10.3390/educsci11090490>
16. Karjanto, N., & Husain, H.S. (2021). Not Another Computer Algebra System: Highlighting wxMaxima in Calculus. *Mathematics*. 9, 1317. <https://doi.org/10.3390/math9121317>
17. Maxima. *A Computer Algebra System*. <https://maxima.sourceforge.io/index.html>

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Spivakovskiy, O. V. (2003). *Teoriia i praktyka vykorystannia informatsiinykh tekhnolohii u protsesi navchannia studentiv z matematychnykh spetsialnostei [Theory and practice of using information technology in preparing students mathematical skills]*. Kherson: Ailant. (in Ukrainian).
2. Kukhareno, V. M., & Bondarenko, V. V. (2020). *Ekstrene dystantsiine navchannia v Ukraini [Emergency distance learning in Ukraine]*. Kharkiv: KP «Miska drukarnia». https://duan.edu.ua/images/News/UA/Departments/Management/2020/monograph_ekstr_dyst_navch.pdf (in Ukrainian)
3. Velychko, V. Ye. (2019). *Teoretyko-metodychni zasady vykorystannia vilnykh prohram pry pidhotovtsi maibutnykh vchyteliv matematyky, fizyky ta informatyky*. Dys. dokt. pед. nauk, Derzhavnyi vyshchyi navchalnyi zaklad «Donbaskyi derzhavnyi pedahohichnyi universytet». Derzhavnyi vyshchyi navchalnyi zaklad «Donbaskyi derzhavnyi pedahohichnyi universytet». <https://ddpu.edu.ua/images/stories/news/specrada/191219/Velichko/velychko01.pdf> (in Ukrainian).
4. Fedoniuk, A. A., & Yunchyk, V. L. (2019). Porivnialna kharakterystyka funktsionalnykh mozhlyvostei system kompiuternoї matematyky v protsesi rozv'язuvannia zadach [Comparative characteristics of the functional possibilities of the systems of computer mathematics in the process of solving tasks]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika»*. *Informatsiini systemy ta merezhi – Bulletin of the Lviv Polytechnic National University. Information systems and networks*, 6, 90–102. <https://doi.org/10.23939/sisn2019.02.090> (in Ukrainian)
5. Zhaldak, M. I. (2003). Pedahohichnyi potentsial kompiuterno-orientovanykh system navchannia matematyky [Pedagogical potential of computer-oriented mathematics learning systems]. *Naukovy chasopys NPU imeni M.P. Dragomanova. Seriya 2. Kompiuterno-orientovani systemy navchannia – Scientific journal of the NPU named after M.P. Dragomanova. Series 2. Computer-oriented learning systems*, 7, 3–16. <https://sj.npu.edu.ua/index.php/kosn/article/view/584> (in Ukrainian).
6. Shyshkina, M. P., Kohut, U. P., & Popel, M. V. (2014). Systemy kompiuternoї matematyky u khmaro orientovanomu osvitnomu seredovyschi navchalnoho zakladu [Systems of computer mathematics in the cloud-based learning environment of the educational institution]. *Nauka i osvita: novyi vymir. Pedahohika i psykholohiia – Science and education: a new dimension. Pedagogy and psychology*, 27 (14), 75–78. <https://lib.iitta.gov.ua/6499/1/article-science-edu.pdf> (in Ukrainian).
7. Sinko, Yu.I. (2009). Systems of Computer Mathematics and their role in mathematical education. *Information technology in education*. 3, 274–278.
8. *GeoGebra*. <https://geogebra.org/>

9. Hohenwarter, M., & Preiner, J. (2007). Dynamic Mathematics with GeoGebra. *Journal for Online Mathematics and its Applications*, 7(1), 2-12. https://www.researchgate.net/publication/294345528_Dynamic_mathematics_with_GeoGebra
10. Diković, L. (2009a). Applications GeoGebra into Teaching Some Topics of Mathematics at the College Level. *Computer Science and Information Systems*, 6(2), 191-203. <http://doi.org/10.2298/csis0902191D>
11. Dikovic, L. (2009b). Implementing Dynamic Mathematics Resources with GeoGebra at the College Level. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 4(3), 51-54. <http://doi.org/10.3991/ijet.v4i3.784>
12. Arbain, N., & Shukor, N. A. (2015). The Effects of GeoGebra on Students Achievement. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 172, 208-214. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.356>
13. Wassie, Y.A., & Zergaw, G.A. (2019). Some of the Potential Affordances, Challenges and Limitations of Using GeoGebra in Mathematics Education. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 15(8), 17-34. <https://doi.org/10.29333/ejmste/108436>
14. Velychko, V. Y, Stopkin, A. V., & Fedorenko, O. H. (2019). USE OF COMPUTER ALGEBRA SYSTEM MAXIMA IN THE PROCESS OF TEACHING FUTURE MATHEMATICS TEACHERS. *Information Technologies and Learning Tools*. 69(1), 112-123. <https://doi.org/10.33407/itlt.v69i1.2284>
15. Karjanto, N. (2021) Calculus and Digital Natives in Rendezvous: wxMaxima Impact. *Educ. Sci.* 11, 490. <https://doi.org/10.3390/educsci11090490>
16. Karjanto, N., & Husain, H.S. (2021). Not Another Computer Algebra System: Highlighting wxMaxima in Calculus. *Mathematics*. 9, 1317. <https://doi.org/10.3390/math9121317>
17. Maxima. *A Computer Algebra System*. <https://maxima.sourceforge.io/index.html>



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 10.31110/2413-1571-2022-037-5-002

УДК 373:512

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗКРИТТЯ СУТНОСТІ ТЕОРІЇ ТОТОЖНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ МАТЕМАТИЧНИХ ВИРАЗІВ У КУРСАХ МАТЕМАТИКИ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Ірина ВАСІЛЮГЛО

Арцизький ліцей №5 з початковою школою та гімназією
 Арцизької міської ради,
 Державний заклад «Південноукраїнський національний
 педагогічний університет імені К. Д. Ушинського», Україна
iwanowkina19081998@gmail.com

Сергій ДРАГАНЮК

Державний заклад «Південноукраїнський національний
 педагогічний університет імені К. Д. Ушинського», Україна
drahanyuk.sv@pdpu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0001-7697-3480>

Олена СИНЮКОВА

Державний заклад «Південноукраїнський національний
 педагогічний університет імені К. Д. Ушинського», Україна
olachepok@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0002-8340-6940>

THEORETICAL ASPECTS OF HIGHLIGHTING THE ESSENS OF THE THEORY OF IDENTICAL TRANSFORMATIONS OF MATHEMATICAL EXPRESSIONS I N MATH COURSES OF INSTITUTIONS OF GENERAL SECONDARY EDUCATION

Iryna VASILIOGLO

Artsysk Lyceum No. 5 with primary school and gymnasium
 of the Artsysk City Council,
 State institution «South Ukrainian National Pedagogical University
 named after K. D. Ushinsky», Ukraine
iwanowkina19081998@gmail.com

Sergey DRAHANYUK

State institution «South Ukrainian National Pedagogical University
 named after K. D. Ushinsky», Ukraine
drahanyuk.sv@pdpu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0001-7697-3480>

Helena SINYUKOVA

State institution «South Ukrainian National Pedagogical University
 named after K. D. Ushinsky», Ukraine
olachepok@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0002-8340-6940>

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. У курсах математики закладів загальної середньої освіти змістова лінія перетворень математичних виразів, їхніх так званих тотожних перетворень, є безпосередньо наступною до змістової лінії числа, навіть, невід'ємною складовою останньої. Виходячи з позиції практико-орієнтованої концепції навчання, зрозуміло, що у навчальних курсах математики виконання тотожних перетворень математичних виразів не повинне бути самоціллю. Теорія тотожних перетворень математичних виразів, наприклад, є безпосереднім підґрунтям для розв'язування рівнянь та нерівностей, для обчислення певних типів невизначених та визначених інтегралів. У той же час, огляд сучасних підручників з алгебри, алгебри і початків аналізу для різних класів закладів загальної середньої освіти переконливо свідчить про те, що повної математичної чіткості та однозначної визначеності по відношенню до вищевказаних понять при цьому немає. Отже, проведення необхідних досліджень теоретичного характеру, з'ясування доцільних з математичної й методичної точок зору шляхів впровадження отриманих результатів у відповідні навчальні курси, представилося авторам задачею вельми актуальною.

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 інформації, проведення міркувань дедуктивного характеру, формулювання висновків внаслідок синтезу отриманих умовиводів.

Результати. У роботі запропоновано теоретичні основи доцільних з позиції авторів підходів до сучасного висвітлення теорії тотожних перетворень математичних виразів у курсах математики закладів загальної середньої освіти, визначено практичні напрямки впровадження таких підходів у контент відповідного навчального матеріалу.

ABSTRACT

Formulation of the problem. In math courses of institutions of general secondary education the content line of transformations of mathematical expressions, their so-called identical transformations directly follows the content line of a number, in fact is an integral part of the last one. According to position of practical-orientated training it is clear that carrying-out identical transformations of math expressions in training math courses mustn't be an end in itself. For example, the theory of identical transformations of math expressions forms the first-hand basis for the theory of the solution of equations and inequalities, for the calculation of some indefinite and definite integrals, and so on. At the same time, any review of the present textbooks on algebra, algebra, and the elements of cultures for different classes of the institution of general secondary education undoubtedly indicates the lack of total mathematical accuracy and the unique determinacy according to the mentioned concepts. Thus, carrying out the necessary investigations of theoretical character, clearing up the expedient from mathematical and methodical points of view steps of their introduction into corresponding training courses seem rather actual to the authors.

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 with the help of the synthesis of obtained inferences.

Results. Expedient from the authors' point of view theoretical principles of the up-to-date highlighting the theory of identical transformations of mathematical expressions in math courses of institutions of general secondary education are suggested in the article, the practical steps of their implementation to the corresponding training content are determined.

Для цитування:

Vasilioglo I., Drahanyuk S., Sinyukova O. Теоретичні аспекти розкриття сутності теорії тотожних перетворень математичних виразів у курсах математики закладів загальної середньої освіти. *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 37. № 5. С. 17-24. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-037-5-002

Vasilioglo I., Drahanyuk S., & Sinyukova, O. (2022). Теоретичні аспекти розкриття сутності теорії тотожних перетворень математичних виразів у курсах математики закладів загальної середньої освіти. *Фізико-математична освіта*, 37(5), 17-24. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-002>

For citation:

Vasilioglo, I., Drahanyuk, S., & Sinyukova, H. (2022). Theoretical aspects of highlighting the essens of the theory of identical transformations of mathematical expressions in math courses of institutions of general secondary education. *Physical and Mathematical Education*, 37(5), 17-24. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-002>

Vasilioglo, I., Drahanyuk, S., & Sinyukova, H. (2022). Teoretychni aspekty rozkryttia sutnosti teorii totozhnykh peretvoren matematychnykh vyraziv u kursakh matematyky zakhadiv zahalnoi serednoi osvity [Theoretical aspects of highlighting the essens of the theory of identical transformations of mathematical expressions in math courses of institutions of general secondary education]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 37(5), 17-24. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-002>

Висновки. Для курсів математики закладів загальної середньої освіти доцільною представляється розробка сучасної теорії абсолютних та відносних тотожних перетворень математичних виразів, теоретичні аспекти якої автори намагалися висвітлити у даній роботі. Запропоновані шляхи розв'язання визначених при цьому проблем вимагають подальшого ретельного обговорення.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: заклад загальної середньої освіти; курси математики; математичний вираз; тотожність; тотожне перетворення.

Conclusions. Development of the up-to-date theory of absolute and comparative identical transformations of math expressions theoretical aspects of which the authors tried to highlight in the present paper seems to be expedient for math courses in institutions of general secondary education. Suggested ways of solving the arising problems need subsequent careful discussion.

KEYWORDS: institution of general secondary education; mathematical courses; mathematical expression; identity; identical transformation.

ВСТУП

Постановка проблеми. В Україні, як і в усьому світі, на сучасному етапі розвитку середньої математичної освіти, так само, як і на попередніх етапах її розвитку принаймні протягом дев'ятого і двадцятого століть, змістова лінія математичних виразів, перетворень математичних виразів, їхніх так званих тотожних перетворень є безпосередньо наступною до змістової лінії числа, насамперед дійсного числа. При цьому вона одночасно є фактично і невід'ємною складовою останньої, бо вже найпростіші загальні арифметичні властивості дійсних чисел традиційно формуються за допомогою математичних виразів, що містять букви (або змінні), у вигляді співвідношень, які для тієї чи іншої підмножини множини дійсних чисел представляють собою тотожності і забезпечують, в силу останнього, відповідну заміну одного математичного виразу іншим унаслідок так званого тотожного перетворення (див., наприклад, (Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Математика 5-9 класи, 2017), (Навчальна програма з математики (алгебри і початків аналізу та геометрії) для учнів 10-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів. Рівень стандарту, 2017), (Навчальна програма з математики для учнів 10-11 класів для загальноосвітніх навчальних закладів (для класів з поглибленим вивченням математики), 2017), (Навчальна програма з математики для учнів 10 – 11 класів (початок вивчення на поглибленому рівні з 8 класу) загальноосвітніх навчальних закладів. Профільний рівень, 2017)). Вища математика, здається, не вимагає розбудови спеціальної теорії тотожностей та тотожних перетворень математичних виразів. Використання квантора загальності та термінології теорії множин завжди дозволяють точно вказати множини значень змінних, для яких ті чи інші математичні вирази зі змінними приймають однакові значення (Arzarello et al., 1993; Arzarello et al., 1994). У той же час по-іншому склалася ситуація у загальній середній математичній освіті (Bednarz et al., 1992; MATHEMATICS Grades Pre-Kindergarten to 12, 2017).

Аналіз актуальних досліджень. Цілком природно, що курси математики закладів загальної середньої освіти сьогодні не оперують таким достатньо загальним поняттям як математичний вираз у цілому. Тут превалує доцільніший з методичної і, одночасно, точніший з математичної точки зору підхід, згідно якого у відповідних розділах цих курсів означають і досліджують математичні вирази лише конкретних, визначених змістом самих розділів, типів, починаючи з цілих раціональних, дробово-раціональних та ірраціональних. Але огляд сучасних підручників з алгебри, алгебри і початків аналізу, що відповідають різним рівням заглибленості у навчальний контент, для різних класів таких закладів переконливо свідчить про те, що повної математичної чіткості та однозначної визначеності при цьому немає, навіть, по відношенню до означень (див., наприклад, (Істер, 2020); (Кравчук та ін., 2015)). У той же час зрозуміло, що саме це є вкрай необхідним не лише для учнів, а й, у першу чергу, для їхніх вчителів.

У якості об'єкту дослідження в даній роботі прийнято концепції математичного виразу над певною числовою множиною, тотожно рівних математичних виразів, тотожного перетворення математичного виразу.

Мета дослідження полягає у висвітленні математичної сутності зазначених вище понять, визначенні доцільних з математичної й методичної точок зору шляхів відображення встановленої сутності у сучасних курсах математики закладів загальної середньої освіти України. З огляду на наведені вище міркування, подібна тематика дослідження авторам представляється актуальною.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Відомо, що у буденному розумінні слово «тотожність» означає однаковість, збіг, співпадіння, еквівалентність, ідентичність предметів або думок. У той же час, у курсах алгебри, алгебри і початків аналізу закладів загальної середньої освіти, так само, як і при вивченні відповідних питань у курсах вищої математики, мова, фактично йде про бінарне відношення (або бінарні відношення) тотожності на множині математичних виразів.

При цьому зрозуміло, що вже саме поняття математичного виразу вимагає уточнення. Можна було би, здається, стверджувати, що математичний вираз – це усвідомлена як єдине ціле сукупність чисел та букв певних алфавітів, пов'язаних між собою знаками математичних операцій таким чином, що утворений набір символів має математичний зміст. Наведене формулювання представляється більш-менш точним. Одночасно, воно явним чином носить занадто абстрактний, навіть, філософський характер. Цілком зрозуміло, що формулювання наведеного типу не підходять для учнів закладів загальної середньої освіти. Вони можуть здаватися не чіткими і не зрозумілими, навіть, для їхніх вчителів. Найбільш доцільним з методичної точки зору і таким, що найкращим чином відповідає математичній сутності питання, обґрунтовано визнано підхід, згідно якого у курсах математики закладів загальної середньої освіти означають і розглядають математичні вирази лише конкретних найпростіших типів. Традиційно, це цілі раціональні вирази, дробово-раціональні вирази, ірраціональні вирази, степеневі вирази, тригонометричні вирази, показникові та логарифмічні вирази, вирази мішаного характеру. При цьому вирази всіх перелічених вище типів можуть бути як суто числовими, так і такими, що містять букви, тобто, змінні, які можуть приймати значення у межах певних визначених числових множин. Той же самий математичний вираз може бути, наприклад, ірраціональним по відношенню до чисел, які містить, і цілим раціональним по відношенню до вміщених у нього букв, квадратичним по відношенню до однієї з букв і кубічним по відношенню до іншої. (Визначення типу математичного виразу по відношенню до тієї чи іншої складової є невід'ємним

елементом його досконалого дослідження. Проведення подібного дослідження варто визнати доцільною тренувальною вправою для учнів.)

Усвідомлення поняття математичного виразу передбачає усвідомлення поняття про його область допустимих значень (ОДЗ). При цьому слід зауважити, що традиційну назву у даному випадку, згідно її змістового наповнення, варто визнати невдалою. Якщо розуміти словосполучення «область допустимих значень» буквально, то можна дійти до висновку, що мова йде про множину тих значень, які відповідний вираз може приймати. А тим часом, насправді, мова йде про допустимі для даного виразу значення змінних або букв, що до нього входять. Областю допустимих значень змінних (букв), що входять до заданого математичного виразу називають множину тих та тільки тих значень цих букв, при яких даний вираз має зміст як математичний вираз. Знаходженню ОДЗ математичного виразу передую встановлення типу даного виразу по відношенню до тієї чи іншої його змінної. Отже, вищевказані вправи мають тут пропедевтичний характер.

Зрозуміло, що для кожного математичного виразу, якщо він взагалі містить змінні, тобто, не є математичним виразом суто числовим, область допустимих значень його змінних існує. Суттєвим при цьому є той факт, на якій числовій множині або на яких числових множинах розглядають той чи інший математичний вираз. У курсах математики закладів загальної середньої освіти змістова лінія числа традиційно відповідає етапами свого історичного розвитку і будується за принципом розширення, зокрема з метою того, щоб на розширеній множині розширена кількість видів математичних виразів мала зміст. Так, наприклад, вираз $(a + - b)$ взагалі не має математичного змісту і, відповідно, не є математичним виразом; на множині натуральних чисел математичний вираз $(a - b)$ має зміст тоді та тільки тоді, коли правильною є строга числова нерівність $(a > b)$. На множині натуральних чисел разом з числом нуль цей же самий вираз вже має зміст тоді та тільки тоді, коли правильною є нестрога числова нерівність $(a \geq b)$, на множинах цілих чисел, раціональних чисел, дійсних чисел, комплексних чисел він має зміст при будь-яких значеннях своїх змінних a і b . Математичний вираз $\sqrt{a}$ на множині дійсних чисел має зміст тоді та тільки тоді, коли змінна a приймає невід'ємні значення, а на множині комплексних чисел він має зміст при будь-яких комплексних значеннях змінної a . Якщо в умові задачі область допустимих значень не означається спеціально, то у курсах математики закладів загальної середньої освіти математичні вирази досліджують на множині всіх дійсних чисел.

Наступне питання, що виникає при дослідженні кожного математичного виразу, це питання про те, скільки і які саме змінні містить вираз. І лише на перший погляд таке питання здається простим. По-перше, у математиці є математичні вирази, що містять безліч букв або змінних. Але, як правило, подібні вирази не зустрічаються у курсах математики закладів загальної середньої освіти. Отже, у подальшому, мова буде йти виключно про вирази, що містять скінченну кількість змінних. По-друге, якщо, припустимо, вираз $f(a)$ містить змінну a , то, звичайно, можна вважати, що він у невяному вигляді містить, наприклад, і змінну b , тобто, $f(a; b) = f(a) + 0 \cdot b$. На перший погляд, вирази $f(a)$ та $f(a; b)$ виглядають по-різному, але тут суттєвими представляються додаткові умови кожної конкретної задачі, які можуть дозволити вважати їх однаковими. Добуток кожного дійсного (і комплексного) числа на число 0 дорівнює нулю, жодне дійсне (і комплексне) число не змінюється, якщо до нього додати число 0. Отже, за певних додаткових умов можна вважати, прийнято вважати, що вираз $f(a)$ містить, наприклад, і змінну b , змінна b у даному виразі може приймати довільні дійсні значення. І подібним чином, за потреби, кількість «уявних» змінних у кожному математичному виразі можна необмежено збільшувати.

У випадках, коли математичний вираз не є суто числовим, та у випадках, коли ОДЗ даного виразу (тобто, область допустимих значень тих змінних, що до нього входять) не є порожньою множиною, постає питання про множину значень, які цей вираз може приймати. Кожний математичний вираз після підстановки у нього замість всіх його змінних їх допустимих числових значень, стає числовим виразом, значення якого можна обчислити як результат виконання у визначений цим виразом послідовності всіх передбачених ним дій. Кожна з подібних дій у переважній більшості випадків представляє собою алгебраїчну операцію, результат виконання якої є визначеним однозначно. Принаймні, саме цей факт має місце для переважної більшості виразів, що натеper розглядаються у курсах математики закладів загальної середньої освіти. Одночасно, математика містить і певні так звані неоднозначні математичні вирази. Наприклад, квадратний корінь з числа 4 приймає два значення 2 та -2 , корінь кубічний з комплексного числа приймає точно три різних комплексні значення, числовий вираз $\text{Arcsin } \frac{1}{2}$, на відміну від числового виразу $\arcsin \frac{1}{2}$, має нескінченне число різних дійсних значень. Отже, у переважній більшості випадків, множина значень математичного виразу, множина всіх значень, які він може приймати при тих значеннях його змінних, що входять до його ОДЗ, є певною непорожньою підмножиною множини $\mathbb{R}$ всіх дійсних чисел (або множини $\mathbb{C}$ всіх комплексних чисел), але у математиці розглядаються випадки, коли ця множина, взагалі, є підмножиною множини $\mathbb{R}^n$, $n \in \mathbb{N}$, або, навіть, $\mathbb{R}^\infty$ ($\mathbb{C}^n$, $n \in \mathbb{N}$; $\mathbb{C}^\infty$).

Для суто числових виразів термін «тотожна рівність», як правило, не використовують. Точніше, кожне число вважають «тотожно рівним» лише самому собі, і у більшості випадків просто використовують термін «рівність» (звичайно, тут не повинно бути плутанини з тим фактом, що існують різні форми запису як дійсного, так і комплексного числа). Два числових вирази вважають рівними, якщо їх значення (множини їх значень) співпадають. При цьому зрозуміло, що числа обох числових виразів можна і потрібно розглядати як елементи однієї й тієї ж числової множини. Так, навіть, не можна стверджувати, що $\sqrt[3]{1} = \sqrt[3]{1}$, якщо вираз, що записано ліворуч, розглядають на множині дійсних чисел, а вираз, що записано праворуч, – на множині комплексних чисел. На множині дійсних чисел $\sqrt[3]{1} = 1$, а на множині комплексних чисел $\sqrt[3]{1}$ набуває кожного з трьох значень із множини $\{1, -\frac{1}{2} + \frac{i\sqrt{3}}{2}, -\frac{1}{2} - \frac{i\sqrt{3}}{2}\}$. Ці множини, очевидно, є різними. (Слід зазначити, що ми ведемо розмову і про множину комплексних чисел, принаймні, у загальнотеоретичному розділі. Опанування елементів теорії комплексних чисел для учнів одинадцятих класів передбачено навчальною програмою з математики профільного рівня з початком вивчення математики на поглибленому рівні з восьмого класу (Навчальна програма з математики для учнів 10 – 11 класів (початок вивчення на поглибленому рівні з 8 класу) загальноосвітніх навчальних закладів. Профільний рівень, 2017).

Два математичні вирази зі змінними називають **абсолютно тотожно рівними на множині М** або **тотожно рівними на множині М у вузькому розумінні**, якщо вони: 1) містять однакові змінні та мають на М однакові області допустимих значень цих змінних; 2) приймають однакові значення при будь-яких однакових допустимих значеннях змінних, що до них входять, із множини М.

Наведене означення здається цілком зрозумілим. Важливо лише підкреслити, що однакові змінні обох виразів повинні розглядатися як змінні однієї й тієї ж числової множини (як то кажуть, над однією й тією ж числовою множиною), саме у межах цієї множини мати однакові області допустимих значень. Розглянемо, наприклад, вирази $F_1 = \sqrt{a^2}$ і $G_1 = \sqrt[4]{a^4}$. Обидва вирази містять одну однакову змінну a . Обидва мають зміст як при будь-якому дійсному значенні цієї змінної, так і при будь-якому комплексному її значенні. Отже, якщо ми розглядаємо обидва вирази на множині R всіх дійсних чисел, то $ОДЗ(F_1) = ОДЗ(G_1) = R$. Аналогічно, якщо ми розглядаємо обидва вирази на множині C всіх комплексних чисел, то $ОДЗ(F_1) = ОДЗ(G_1) = C$. Але на множині всіх дійсних чисел маємо абсолютну тотожність $F_1 \equiv G_1$ тому, що на множині всіх дійсних чисел, при традиційному розумінні знаку кореня парного степеню як арифметичного, одночасно, мають місце абсолютні тотожності $\sqrt{a^2} \equiv |a|$, $\sqrt[4]{a^4} \equiv |a|$, обидва вирази при будь-якому дійсному значенні змінної a приймають одне й теж дійсне значення. З іншого боку, на множині C комплексних чисел для будь-якого значення змінної a вираз F_1 приймає два різних значення, а вираз G_1 – чотири. Тому на множині комплексних чисел $F_1 \not\equiv G_1$.

Розглянемо тепер вирази $F_2 = \sqrt{a^2}$ і $G_2 = a$. Якщо вважати, що змінна a може змінюватися у межах множини R всіх дійсних чисел, то $ОДЗ(F_2) = R$ так само, як і $ОДЗ(G_2)$. Одночасно зрозуміло, що, для кожного невід'ємного значення змінної a , $F_2(a) = G_2(a)$, проте, для кожного від'ємного значення змінної a вказана рівність не справджується, має місце інша: $F_2(a) = \sqrt{a^2} = -a$, зокрема, у випадку $a = -1$, $\sqrt{(-1)^2} = -(-1) = 1$. Отже, на множині R всіх дійсних чисел $F_2(a) \not\equiv G_2(a)$. З іншого боку, безумовно, на множині $R^+ \cup \{0\}$ всіх невід'ємних дійсних чисел, тотожність $F_2(a) \equiv G_2(a)$ має місце.

У розумінні вищенаведених прикладів можна, здається, стверджувати, що кожне рівняння, яке має розв'язки, представляє собою тотожність на множині своїх розв'язків, кожна тотожність зі змінними над певною числовою множиною представляє собою рівняння, розв'язками якого є всі числа даної множини.

Розглянемо тепер математичні вирази $F_3(a) = (a+1) - a$ та $G_3 = 1$. Обидва вирази, як математичні вирази, можна розглядати, наприклад, над множиною всіх дійсних чисел. Перший вираз містить одну змінну a , він має сенс при будь-яких значеннях цієї змінної у межах вищевказаної множини, при будь-яких значеннях цієї змінної він приймає значення 1. Другий вираз взагалі не має змінних, є числовим виразом, що дорівнює одиниці. Чи варто вважати на множині всіх дійсних чисел вирази F_3 та G_3 абсолютно тотожно рівними? Якщо замість виразу G_3 припускати розглядання виразу $G_4(a) = 1 + 0 \cdot a$, то зрозуміло, що можна. А от чи варто подібне припускати? Питання аналогічного характеру виникають і при розгляді інших виразів, наприклад, $F_4(a) = (a+1) - a$ та $G_4(b) = (b+1) - b$. Обидва випадки під наведене вище означення не підпадають. Виходячи із здорового глузду, здається, можна вважати (насправді, так і вважають), що $F_3 \equiv G_3$, для F_4 і G_4 вже виникають певні сумніви (хоча, ці вирази, звичайно рівні).

Два математичні вирази зі змінними називають **відносно тотожно рівними на множині М** або **тотожно рівними на множині М у широкому розумінні**, якщо вони: 1) містять однакові змінні; 2) приймають однакові числові значення при будь-яких однакових допустимих для обох з них значеннях змінних із множини М.

Як і у випадку попереднього означення при цьому треба лише підкреслити, що значення однакових змінних обох виразів повинні розглядатися у межах однієї й тієї ж числової множини, саме у межах цієї множини повинні визначатися їх області допустимих значень.

Подібне означення також здається цілком зрозуміло. З нього, зокрема, випливає, що будь-які абсолютно тотожно рівні математичні вирази є й відносно тотожно рівними. Це представляється фактом цілком природним. Можна достатньо легко навести приклади відносно, але не абсолютно тотожно рівних математичних виразів. Нехай $F_5(a) = \frac{(a-1)(a+2)}{a+2}$, $G_5(a) = (a-1)(a+2)$ і вирази $F_5(a)$ та $G_5(a)$ розглядають на множині всіх дійсних чисел. Згідно свого математичного змісту, вираз $F_5(a)$ є визначеним для всіх дійсних значень змінної a , за виключенням того її значення, при якому $a+2 = 0$, тобто, $a = -2$. Отже, $ОДЗ(F_5) = (-\infty; -2) \cup (-2; +\infty)$. Вираз $G_5(a)$ має зміст для всіх дійсних значень змінної a , $ОДЗ(F_5) \neq ОДЗ(G_5)$. Але $ОДЗ(F_5) \subset ОДЗ(G_5)$, для кожного значення змінної a із $ОДЗ(F_5)$, згідно властивостей арифметичних дій над дійсними числами, значення обох виразів співпадають. Отже, можна стверджувати, що по відношенню до множини дійсних чисел має місце відносна, але не абсолютна, тотожність. У той же час зрозуміло, що, якщо вирази $F_5(a)$ та $G_5(a)$ розглядати лише на множині $(-\infty; -2) \cup (-2; +\infty)$ або на певній непорожній підмножині цієї множини, зокрема, на множині $R^+ \cup \{0\}$ або на множині N всіх натуральних чисел, то вищевказана тотожність стане абсолютною.

Нехай тепер $F_6(a) = \frac{(a-1)(a+2)}{(a+2)^2}$, $G_6(a) = \frac{a-1}{a+2}$ і $F_6(a)$ та $G_6(a)$ розглядаються над множиною дійсних чисел. Очевидно, що на цій множині $ОДЗ(F_6) = ОДЗ(G_6) = (-\infty; -2) \cup (-2; +\infty)$. Для всіх значень змінної a з множини $(-\infty; -2) \cup (-2; +\infty)$ значення виразів $F_6(a)$ та $G_6(a)$ співпадають. Отже, відповідно до наведених означень на множині дійсних чисел має місце абсолютна тотожність: $F_6(a) \equiv G_6(a)$.

Наведемо ще один приклад. Нехай $F_7(a) = \sqrt{a} + \sqrt{-a} + \frac{1}{a} - \frac{1}{a}$; $G_7(a) = \sqrt{a} + \sqrt{-a}$ і обидва вирази розглядають як вирази над множиною дійсних чисел. Зрозуміло, що $ОДЗ(F_7) = \emptyset$, $ОДЗ(G_7) = \{0\}$. Оскільки $ОДЗ(F_7) \neq ОДЗ(G_7)$, то спільних значень $ОДЗ(F_7)$ і $ОДЗ(G_7)$ не мають. Отже, вирази $F_7(a)$ і $G_7(a)$ не є ні абсолютно, ні відносно тотожно рівними.

Одночасно, вирази $F_7(a) = \sqrt{a} + \sqrt{-a} + \frac{1}{a} - \frac{1}{a}$ та $G_8(a) = \sqrt{a} + \sqrt{-a} + \frac{1}{a}$, які розглядають над множиною дійсних чисел, прийнято вважати абсолютно тотожно рівними, незважаючи на той факт, що $ОДЗ(F_7) = ОДЗ(G_8) = \emptyset$. Аналогічне

твердження по відношенню до множини дійсних чисел є справедливим, наприклад, і для виразів $F_7(a)$ та $G_7(a) = \sqrt{-1-a^2}$.

У підсумку, невизначеним залишається питання про те, чи можна та чи варто вести мову про абсолютну та відносну тотожність двох виразів, які мають різну кількість змінних, або однакову кількість змінних для позначення яких обрано різні букви. У сучасній і не лише у сучасній літературі методичного характеру нам не вдалося знайти чітких відповідей на поставлені питання, хоча, за своєю сутністю вони здаються вельми нагальними.

Тотожним перетворенням математичного виразу називається заміна його тотожно рівним до нього математичним виразом. Зрозуміло, що мова може йти як про абсолютні, так і про відносні тотожні перетворення. Зрозуміло, що при цьому повинна бути означена числова множина, у межах якої можуть розглядатися значення змінних відповідних виразів, та у межах якої визначаються області їхніх допустимих значень.

Цікаво, що у 50-60 роки XX століття теорія тотожних перетворень математичних виразів зі змінними у курсах математики закладів загальної середньої освіти була представлена зовсім у іншому ракурсі (Новоселов, 1962). Про абсолютні й відносні тотожні перетворення взагалі мови не було. По-перше, по-іншому вводилося поняття про область допустимих значень змінних математичного виразу зі змінними. Існувала концепція «продовження» ОДЗ «за неперервністю». Це означало наступне. Розглянемо, наприклад, на множині всіх дійсних чисел математичний вираз $F(a) = \frac{(a+1)(a-1)^2}{a-1}$. У розумінні сьогодення, у випадку, коли змінна a приймає значення 1, цей вираз значення не має, ОДЗ $(F(a)) = (-\infty; 1) \cup (1; +\infty)$. Одночасно, існує $\lim_{a \rightarrow 1} F(a) = (1+1)(1-1) = 0$. В силу цього, у ті часи за «принципом неперервності» вважали, що число 1 входить до ОДЗ даного виразу, $F(1) = 0$, справедливою є тотожність $\frac{(a+1)(a-1)^2}{a-1} \equiv (a+1)(a-1)$. У сучасному розумінні – це відносна тотожність, а за концепцією «продовження» – просто тотожність, причому $F(1) = 0$ (з сучасної точки зору $F(1)$ не існує). З позиції сьогодення, як з методичної, так і з математичної точок зору прийнятий у ті роки підхід варто визнати недоречним. Можна було би взагалі про нього не згадувати, але саме ідейним наслідком подібного підходу, здається, представляється відсутність вимоги визначення ОДЗ двох математичних виразів при з'ясуванні питання про їхню тотожну рівність.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження базується на багаторічному досвіді практичної роботи авторів статті з учнями закладів загальної середньої освіти, який свідчить про доцільність і в силу цього необхідність дослідження можливих змін ОДЗ математичних виразів під час виконання перетворень таких виразів принаймні у випадках, коли проведення подібних перетворень не є самоціллю відповідного завдання, на переконання у тому, що відсутність на певних етапах навчання обов'язкової вимоги проведення таких досліджень є помилкою методичного характеру, наслідком якої часто виступають помилки чи утруднення математичного характеру. Дослідження носить теоретичний характер. Воно є наслідком опрацювання та проведення всебічного аналізу відповідних джерел інформації, проведення міркувань дедуктивного типу (від загального до конкретного), формулювання висновків внаслідок синтезу отриманих умовиводів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Традиційно, змістова лінія тотожних перетворень математичних виразів є однією з основних, найфундаментальніших змістових ліній курсів математики закладів загальної середньої освіти (Василіогло, Синюкова, 2021). Здається доцільним у випадку, коли поставлено питання про тотожну рівність двох математичних виразів, які містять різну кількість змінних (один з яких, можливо, взагалі є суто числовим) або однакову кількість змінних але позначених різними буквами, вважати, що обидва вирази все ж таки містять однакову кількість однакових змінних, але певні змінні входять до них «неявно», у вигляді доданків типу $(0 \cdot a)$, тобто, таких доданків, які не встановлюють обмеження на ОДЗ відповідної змінної у межах визначеної множини. Подібне припущення дозволяє подалі застосовувати наведені вище міркування. Згідно нього, наприклад, на множині всіх дійсних чисел, як і на множині всіх комплексних чисел, математичні вирази $F_3(a) = (a+1) - a$ і $G_3(a) = 1 = 1 + 0 \cdot a$ є абсолютно тотожно рівними, вирази $F_4(a; b) = (a+1) - a = (a+1) - a + 0 \cdot b$ і $G_4(a; b) = (b+1) - b = (b+1) - b + 0 \cdot a$ на множині $(a; b) \in R^2$ є абсолютно тотожно рівними вирази $F_4(a; b) = (a+1) - a + 0 \cdot b$ і $G_9(a; b) = (a+1) - a + 0 \cdot b$ є відносно тотожно рівними, і подалі, і тому подібне.

У підсумку, якщо визначено числову множину, на якій можуть розглядатися значення змінних математичних виразів (у курсах математики закладів загальної середньої освіти переважно це множина всіх дійсних чисел), для будь-яких двох математичних виразів можна однозначно встановити, чи є вони абсолютно тотожно рівними один до одного, чи ні; чи є вони відносно тотожно рівними один до одного, чи ні. Це означає існування на множині математичних виразів двох бінарних відношень: абсолютної тотожної рівності і відносної тотожної рівності. Зрозуміло, що обидва відношення є рефлексивними та симетричними. Бінарне відношення абсолютної тотожної рівності є ще й транзитивним і, таким чином, є відношенням еквівалентності. Бінарне відношення відносної тотожної рівності транзитивним не є. Останнє твердження справджується, зрозуміло, за умови того, що математичні вирази, які мають однакові змінні та ОДЗ яких мають порожній перетин, відносно тотожно рівними не вважаються. Розглянемо, наприклад, вирази $F_8(a) = \sqrt{(a-1)(2-a)}$; $F_9(a) = \sqrt{1-a}$; $F_{10}(a) = \sqrt{a-2}$, де змінна a приймає значення на множині дійсних чисел. ОДЗ $(F_8) = [1; 2]$; ОДЗ $(F_9) = (-\infty; 1]$; ОДЗ $(F_8) \cap$ ОДЗ $(F_9) = \{1\}$; $F_8(1) = 0 = F_9(1)$. Отже, вирази F_9 та F_8 є відносно тотожно рівними. ОДЗ $(F_{10}) = [2; +\infty)$; ОДЗ $(F_{10}) \cap$ ОДЗ $(F_8) = \{2\}$; $F_8(2) = 0 = F_{10}(2)$, вирази F_8 і F_{10} також є відносно тотожно рівними, ОДЗ $(F_9) \cap$ ОДЗ $(F_{10}) = \emptyset$, вирази F_9 та F_{10} не є відносно тотожно рівними.

Строга теорія тотожностей і тотожних перетворень є необхідною по-перше, для розв'язування вправ на спрощення заданого математичного виразу. При цьому зрозуміло, що термін «спростити» носить досить умовний характер. З одного боку, можна вважати, що математичний вираз є тим більш простим, чим менше математичних символів він містить. З іншого, під спрощенням, наприклад, цілого раціонального виразу можна розуміти представлення його у вигляді многочлена, а це часто не призводить до зменшення кількості математичних символів у відповідному записі. У будь-якому разі подібна умова завдання для заданого виразу передбачає послідовне виконання однокрокових тотожних перетворень і, у загальному випадку, не лише абсолютних. Кожне конкретне однокрокове тотожне перетворення являє собою застосування певного стандартного тотожного перетворення, що висловлює встановлені властивості відповідних математичних дій, до окремих складових заданого математичного виразу. Воно може бути як абсолютним, так і відносним. Виникає питання про те, чи варто кожного разу усвідомлювати, перетворення якого саме типу є виконаним. З практичної точки зору це означає визначеність з відповідями на питання, чи треба перед початком виконання тотожних перетворень математичного виразу знаходити його ОДЗ, чи треба досліджувати питання про зміни ОДЗ на кожному кроці перетворень. Виходячи із загальнотеоретичних міркувань, ми, безумовно, повинні відповісти, що «так». Чи завжди при проведенні тотожних перетворень математичних виразів варто вказувати область допустимих значень їхніх змінних? З математичної точки зору відповідь може бути лише наступною: при виконанні абсолютних тотожних перетворень необхідності вказувати ОДЗ відповідних виразів немає. При виконанні відносних тотожних перетворень, які не є абсолютними, вказівка, навпаки, є необхідною.

Одночасно, на жаль, якщо умова запропонованого завдання містить лише вимогу «спростити», то відповідно до сучасних вимог методичного характеру для учнів закладів загальної середньої освіти, типи виконаних тотожних перетворень можна не досліджувати. Так, допустимим вважається виконання у вигляді окремих завдань без додаткових коментарів таких відносних тотожних перетворень, наприклад, як $\frac{(a-1)(a+1)^2}{a+1} = (a-1)(a+1)$; $\operatorname{tg} x \cdot \cos x = \sin x$. У обох випадках, при переході від першого математичного виразу до другого, відбувається поширення ОДЗ. Обернені переходи, які відбуваються із звуженням ОДЗ, без коментарів, як правило, допустимими не вважаються (хоча, звичайно, якщо ОДЗ не знаходиться, подібні міркування носять виключно інтуїтивний характер).

Важливо підкреслити, що знаходження ОДЗ заданого математичного виразу у певних випадках дозволяє встановити найбільш раціональні шляхи реалізації проголошених за необхідне тотожних перетворень. Якщо заданий вираз одночасно містить, наприклад, ірраціональні вирази $\sqrt[3]{a}$ та $\sqrt{a}$ і мається на увазі, що змінна a приймає значення на множині дійсних чисел, то, замість цих ірраціональних виразів, можна записати степеневі вирази $a^{\frac{1}{3}}$ та $a^{\frac{1}{2}}$, це буде абсолютним тотожним перетворенням. Якщо ж заданий вираз містить лише ірраціональні підвирази виду $\sqrt[3]{a}$, то, відповідно до того, що, згідно означення і властивостей кубічного кореня, змінна a може приймати довільні дійсні значення, для виконання абсолютних тотожних перетворень, можна розглянути два випадки: $a \geq 0$ і $a < 0$. У першому випадку вираз $\sqrt[3]{a}$ можна замінити на вираз $a^{\frac{1}{3}}$, у другому – на вираз $(-(-a)^{\frac{1}{3}})$, другий варіант заміни важко вважати спрощенням.

По-друге, теорія тотожних перетворень є цілком необхідною для виконання вправ типу «спростити заданий математичний вираз F та обчислити його значення при вказаних значеннях змінних, які він містить». Для розв'язання подібного завдання спочатку треба перекоонатися у тому, що при вказаних значеннях змінних заданий вираз F має зміст. Це означає, що треба визначитися з ОДЗ виразу F і перевірити, чи входять до цього ОДЗ задані значення змінних. Далі, зрозуміло, що у процесі спрощення виразу F можна виконувати його абсолютні тотожні перетворення і такі відносні тотожні перетворення, які не призводять до вилучення з ОДЗ вказаних умовою завдання значень змінних. Отже, для розв'язання вправ подібного типу дослідження питань про зміни ОДЗ на кожному кроці тотожних перетворень є необхідними.

Теорія тотожних перетворень математичних виразів є обов'язковим підґрунтям загальної теорії рівнянь, нерівностей, їх систем та сукупностей. Мають місце наступні фундаментальні теореми.

Теорема 1. Виконання у певній частині рівняння (нерівності) абсолютних тотожних перетворень призводить до рівняння (нерівності), рівносильного (рівносильної) до даного (даної).

Теорема 2. Виконання у певній частині рівняння (нерівності) відносних тотожних перетворень, які не змінюють ОДЗ даного рівняння (даної нерівності) призводить до рівняння (нерівності), рівносильного (рівносильної) до даного (даної).

Теорема 3. Виконання у певній частині рівняння (нерівності) відносних тотожних перетворень, які змінюють ОДЗ даного рівняння (даної нерівності) може привести до рівняння (нерівності) – наслідку, яке (яка) не є рівносильним (рівносильною) до даного (даної). У такому випадку, після розв'язання отриманого рівняння (нерівності), для визначення коренів заданого рівняння (заданої нерівності) необхідною є перевірка.

Щодо останньої теореми, то варто зауважити, що виконання у певній частині рівняння (нерівності) відносних тотожних перетворень, які змінюють ОДЗ даного рівняння (даної нерівності), може також привести до такого рівняння (такої нерівності), наслідком якого (якої), навпаки, є задане рівняння (задана нерівність). Тобто, можливим є звуження ОДЗ заданого рівняння (нерівності). У цьому випадку корені заданого рівняння (заданої нерівності) треба шукати ще й серед елементів тієї числової множини, на яку відбулося звуження.

ОБГОВОРЕННЯ

Виходячи з концепції практико-орієнтованої системи навчання можна впевнено стверджувати, що для курсів математики закладів загальної середньої освіти виконання тотожних перетворень математичних виразів не повинне представлятися самоціллю (Powel, 2012). Завдання типу «спростити заданий математичний вираз» повинні відігравати головним чином допоміжну, тренувальну роль. Основними напрямками застосування теорії тотожних перетворень

математичних виразів представляються виконання завдань типу «обчислити значення заданого математичного виразу при вказаних значеннях змінних, які він містить; у разі доцільності, попередньо провести спрощення заданого математичного виразу», загальна теорія розв'язання рівнянь, нерівностей, їхніх систем та сукупностей, обчислення певних типів невизначених та визначених інтегралів. Для правильного застосування тотожних перетворень математичних виразів у вказаних основних напрямках необхідним є дослідження для відповідних виразів змін їхніх ОДЗ. Отже, для курсів математики закладів загальної середньої освіти доцільною представляється розробка сучасної теорії абсолютних та відносних тотожних перетворень математичних виразів, теоретичні аспекти якої автори намагалися висвітлити у своїй роботі. Впровадження елементів такої теорії у навчальний процес з математики, безумовно, сприятиме формуванню буденної логіки учнів, що представляється однією з його основних задач (Sinyukova et al., 2021). Зрозуміло, що запропоновані шляхи розв'язання визначених при цьому проблем вимагають ретельного подальшого обговорення.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

У роботі представлено теоретичні основи доцільних з позиції авторів підходів до сучасного висвітлення теорії тотожних перетворень математичних виразів у курсах математики закладів загальної середньої освіти. Автори вважають, що подібні підходи варто впроваджувати незалежно від рівня заглибленості у предмет навчання. Для різних рівнів навчання виключно математичні вирази, що вимагають перетворень, повинні розрізнятися за рівнем своєї складності. Подальшого вдосконалення вимагають і безпосередньо теорія тотожних перетворень математичних виразів, принаймні по відношенню до курсів математики закладів загальної середньої освіти, і концепції застосування таких перетворень під час розв'язання відповідних задач математики і задач математичного змісту інших наук.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Василюгло, І. П., & Синукова, О. М. (2021). Раціональні математичні вирази та їх тотожні перетворення у курсах математики закладів загальної середньої освіти. *Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації»*: збірник наукових праць (С. 244–247). Переяслав, №70. <https://drive.google.com/file/d/1MgQbldCG3N4Oa1y1aqUKhKD5cuhT0rRR/view>
2. Істер, О. С. (2021). *Алгебра: підруч. для 8-го кл. закл. заг. серед. освіти*. К: «Генеза». <https://pidruchnyk.com.ua/797-ister-8-klas-2016-algebra.html>
3. Кравчук, В. Р., Підручна, М. В., & Янченко, Г. М. (2015). *Алгебра: підруч. для 7 кл. загальноосвіт. навч. закл.* Т: «Підручники і посібники». <https://pidruchnyk.com.ua/768-algebra-7klas-kravchuk-pidruchna-2015.html>
4. *Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Математика 5-9 класи*. Затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017 № 804. <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas>
5. *Навчальна програма з математики (алгебри і початків аналізу та геометрії) для учнів 10-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів. Рівень стандарту*. Затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017 № 804. <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>
6. *Навчальна програма з математики для учнів 10-11 класів для загальноосвітніх навчальних закладів (для класів з поглибленим вивченням математики)*. Затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017 № 804. <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>
7. *Навчальна програма з математики для учнів 10-11 класів (початок вивчення на поглибленому рівні з 8 класу) загальноосвітніх навчальних закладів. Профільний рівень*. Затверджена Наказом Міністерства освіти і науки України від 07.06.2017 № 804. <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>
8. Arzarello, F., Bazzini, L., & Chiappini, G. (1993). Cognitive Processes in Algebraic Thinking: towards a Theoretical Framework, *Proceedings of PME-XVII*, 1, 138-145.
9. Arzarello, F., Bazzini, L., & Chiappini, G. (1994). Intensional Semantics as a Tool to Analyze Algebraic Thinking, *Rendiconti dell'Università e del Politecnico di Torino*, 52, 105-125.
10. Bednarz, N., Radford, L., Janvier, B., & Lepage, A. (1992). Arithmetical and Algebraic Thinking in Problem Solving, *Proceedings of PME-XVI*, 1, 65-72.
11. MATHEMATICS Grades Pre-Kindergarten to 12. (2017). Massachusetts Curriculum Framework. <https://www.doe.mass.edu/frameworks/math/2017-06.pdf>
12. Powel, S.R. (2012). Equations and the equal sign in elementary mathematics textbooks. *Elem Sch J. Jun*; 112(4): 627-648. <https://doi.org/10.1086/665009>.
13. Sinyukova, E. N., Drahanyuk, S. V., & Chepok, O. O. (2021). On the Up-to-date Course of Mathematical Logic for the Future Math Teachers, *Mathematics and Statistics*, 9 (3), 335-341.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Vasyliohlo, I. P., & Sinyukova, O. M. (2021). Ratsional'ni matematychni vyrazy ta yikh totozhni peretvorennia u kursakh matematyky zakladiv zahal'noyi seredn'oyi osvity [Rational mathematical expressions and their identical transformations in mathematics courses of general secondary education institutions.] *Materialy Mizhnarodnoyi naukovy-praktychnoyi internet-konferentsiyi «Tendentsiyi ta perspektyvy rozvytku nauky i osvity v umovakh hlobalizatsiyi»*: zbirnyk naukovykh prats' (S. 244–247). Pereyaslav, №70. <https://drive.google.com/file/d/1MgQbldCG3N4Oa1y1aqUKhKD5cuhT0rRR/view> (in Ukrainian).
2. Ister, O. S. (2021). *Alhebra: pidruch. dlya 8-ho kl. zakl. zah. sered. osvity [Algebra: tutorial. for the 8th grade closing general among. Education]*. K: «Heneza». <https://pidruchnyk.com.ua/797-ister-8-klas-2016-algebra.html> (in Ukrainian).
3. Kravchuk, V. R., Pidruchna, M. V., & Yanchenko, H. M. (2015). *Alhebra: pidruch. dlya 7 kl. zahal'noosvit. navch. zakl. [Algebra: tutorial. for 7th grade general education education closing]*. T: «Pidruchnyky i posibnyky». <https://pidruchnyk.com.ua/768-algebra-7klas-kravchuk-pidruchna-2015.html> (in Ukrainian).
4. *Navchal'na prohrama dlya zahal'noosvitnikh navchal'nykh zakladiv. Matematyka 5-9 klasy [Curriculum for general educational institutions. Mathematics 5-9 grades.]* Zatverdzhena Nakazom Ministerstva osvity i nauky Ukrayiny vid 07.06.2017 № 804. <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas>. (in Ukrainian).
5. *Navchal'na prohrama z matematyky (alhebyri i pochatkiv analizu ta heometriyi) dlya uchniv 10-11 klasiv zahal'noosvitnikh navchal'nykh zakladiv. Riven' standartu [The curriculum in mathematics (algebra and the beginnings of analysis and geometry) for students of 10-11 grades*

- of general educational institutions. Standard level.] Zatverdzhena Nakazom Ministerstva osvity i nauky Ukrainy vid 07.06.2017 № 804. <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv> (in Ukrainian).
6. *Navchal'na prohrama z matematyky dlya uchniv 10-11 klasiv dlya zahal'noosvitnikh navchal'nykh zakladiv (dlya klasiv z pohlyblenym vyvchennym matematyky)* [Mathematics curriculum for students of grades 10-11 for general educational institutions (for classes with in-depth study of mathematics).] Zatverdzhena Nakazom Ministerstva osvity i nauky Ukrainy vid 07.06.2017 № 804. <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv> (in Ukrainian).
7. *Navchal'na prohrama z matematyky dlya uchniv 10-11 klasiv (pochatok vyvchennya na pohlyblenomui rivni z 8 klasu) zahal'noosvitnikh navchal'nykh zakladiv. Profil'nyy riven'* [Mathematics curriculum for students of grades 10-11 (beginning of study at an advanced level from grade 8) of general educational institutions. Profile level]. Zatverdzhena Nakazom Ministerstva osvity i nauky Ukrainy vid 07.06.2017 № 804. <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv> (in Ukrainian).
8. Arzarello, F., Bazzini, L., & Chiappini, G. (1993). Cognitive Processes in Algebraic Thinking: towards a Theoretical Framework, *Proceedings of PME-XVII*, 1, 138-145.
9. Arzarello, F., Bazzini, L., & Chiappini, G. (1994). Intensional Semantics as a Tool to Analyze Algebraic Thinking, *Rendiconti dell'Università e del Politecnico di Torino*, 52, 105-125.
10. Bednarz, N., Radford, L., Janvier, B., & Lepage, A. (1992). Arithmetical and Algebraic Thinking in Problem Solving, *Proceedings of PME-XVI*, 1, 65-72.
11. *MATHEMATICS Grades Pre-Kindergarten to 12.* (2017). Massachusetts Curriculum Framework. <https://www.doe.mass.edu/frameworks/math/2017-06.pdf>
12. Powel, S.R. (2012). Equations and the equal sign in elementary mathematics textbooks. *Elem Sch J. Jun*; 112(4): 627-648. <https://doi.org/10.1086/665009>.
13. Sinyukova, E. N., Drahanyuk, S. V., & Chepok, O. O. (2021). On the Up-to-date Course of Mathematical Logic for the Future Math Teachers, *Mathematics and Statistics*, 9 (3), 335-341.



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 10.31110/2413-1571-2022-037-5-003

УДК 378.14

ДІЯЛЬНІСТЬ ВЧИТЕЛЯ ІНФОРМАТИКИ В ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ У ПАРАДИГМІ НОРМАТИВНИХ ВИМОГ ДО ЇЇ РЕАЛІЗАЦІЇ

Антон ВОДА

Сумський державний педагогічний університет
 імені А.С. Макаренка, Україна
antnvod@gmail.com

Артем ЮРЧЕНКО ✉

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

Марія ОСТРОГА

Сумський державний педагогічний університет
 імені А.С. Макаренка, Україна
mariia.ostroha@fizmatsspu.sumy.ua
<https://orcid.org/0000-0003-0044-8801>

ACTIVITY OF A TEACHER OF COMPUTER SCIENCES IN AN INSTITUTION OF GENERAL SECONDARY EDUCATION IN THE PARADIGM OF NORMATIVE REQUIREMENTS FOR ITS IMPLEMENTATION

Anton VODA

Makarenko Sumy State Pedagogical University, Ukraine
antnvod@gmail.com

Artem YURCHENKO ✉

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

Mariia OSTROHA

Makarenko Sumy State Pedagogical University, Ukraine
mariia.ostroha@fizmatsspu.sumy.ua
<https://orcid.org/0000-0003-0044-8801>

АНОТАЦІЯ

У статті розглянуто нормативну базу, за якою здійснюється професійна діяльність вчителів інформатики у закладах загальної середньої освіти.

Постановка проблеми. Реформування освітньої галузі часто призводить до невизначеностей або суперечностей у реалізації освітнього процесу, а тому важливою є нормативна база, на якій ґрунтується діяльність кожного суб'єкта в цьому процесі. З огляду на постійний розвиток інформаційних технологій і засобів та потребу в забезпеченні відповідного рівня підготовки учнів з інформатики окремої уваги потребує нормативна основа діяльності вчителів інформатики в межах ЗЗСО, висвітлення якої стало метою цієї статті.

Матеріали і методи. Нормативна база, в парадигмі якої здійснюється професійна діяльність вчителя інформатики. Аналіз і систематизація для виявлення та опису нормативної бази діяльності вчителя в правовому полі України; аналіз для уточнення вимог до організації роботи кабінету інформатики як місця професійної діяльності вчителя інформатики; зіставлення освітньо-професійних програм та переліку результатів навчання і загальних та спеціальних компетентностей для виявлення результатів підготовленості вчителів інформатики згідно з нормативними документами.

Результати. Систематизовано нормативні документи, якими керуються вчителі інформатики у власній професійній діяльності.

Висновки. Організація навчання інформатики в ЗЗСО ґрунтується на загальній нормативно-правовій базі, офіційній документації кабінету інформатики, санітарно-гігієнічних вимогах, техніці безпеки та охороні праці, навчально-методичному забезпеченні кабінету інформатики. Вимоги до організації роботи кабінету інформатики визначені Наказом МОЗУ "Про затвердження Санітарного регламенту для закладів загальної середньої освіти" та Типовим переліком комп'ютерного обладнання для закладів дошкільної, загальної середньої та професійної (професійно-технічної) освіти (Наказ МОНУ від 02 листопада 2017 року №1440 зі змінами від 27 квітня 2021 року № 458).

КЛЮЧОВІ СЛОВА: вчитель інформатики; діяльність вчителя інформатики; нормативні вимоги; вимоги до підготовленості вчителя інформатики; кабінет інформатики; навчально-методичне забезпечення кабінету інформатики.

ABSTRACT

The article examines the regulatory framework, according to which the professional activity of informatics teachers in institutions of general secondary education is carried out.

Formulation of the problem. Reforming the educational sector often leads to uncertainties or contradictions in the implementation of the educational process, and therefore the regulatory framework on which the activity of each subject in this process is based is important. Given the constant development of information technologies and tools and the need to ensure the appropriate level of training of students in informatics, special attention is needed to the normative basis of the activities of the informatics teacher within the framework of the educational system, the coverage of which became the goal of this article.

Materials and methods. Normative base, in the paradigm of which the professional activity of a computer science teacher is carried out. Analysis and systematization to identify and describe the regulatory framework of teacher activity in the legal field of Ukraine; analysis to clarify the requirements for the organization of the work of the computer science office as a place of professional activity of the computer science teacher; comparison of educational and professional programs and the list of learning outcomes and general and special competencies to identify the results of computer science teachers' training by regulatory documents.

Results. Systematized regulatory documents that guide informatics teachers in their professional activities.

Conclusions. The organization of computer science training in the school is based on the general regulatory and legal basis, official documentation of the computer science office, sanitary and hygienic requirements, safety and occupational health and safety techniques, and educational and methodological support of the computer science office. The requirements for the organization of the work of the computer science office are defined by the Order of the Ministry of Education and Culture "On the Approval of Sanitary Regulations for General Secondary Education Institutions" and the Standard List of Computer Equipment for Preschool, General Secondary and Professional (Vocational-Technical) Education Institutions (Order of the Ministry of Education and Culture of November 2, 2017 No. 1440 as amended from April 27, 2021 No. 458).

KEYWORDS: informatics teacher; the activity of an informatics teacher; regulatory requirements; requirements for the preparation of an informatics teacher; informatics office; educational and methodological support of an informatics office.

Для цитування:

Вода А., Юрченко А., Острога М. Діяльність вчителя інформатики в закладі загальної середньої освіти у парадигмі нормативних вимог до її реалізації. *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 37. № 5. С. 25-30. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-037-5-003

Вода, А., Юрченко, А., & Острога, М. (2022). Діяльність вчителя інформатики в закладі загальної середньої освіти у парадигмі нормативних вимог до її реалізації. *Фізико-математична освіта*, 37(5), 25-30. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-003>

For citation:

Voda, A., Yurchenko, A., & Ostroha, M. (2022). Activity of a teacher of computer sciences in an institution of general secondary education in the paradigm of normative requirements for its implementation. *Physical and Mathematical Education*, 37(5), 25-30. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-003>

Voda, A., Yurchenko, A., & Ostroha, M. (2022). Dіalnist vchytelia informatyky v zakladi zahalnoi serednoi osvity u paradyhmi normatyvnykh vymoh do yii realizatsii [Activity of a teacher of computer sciences in an institution of general secondary education in the paradigm of normative requirements for its implementation]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 37(5), 25-30. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-003>

ВСТУП

Постановка проблеми. Сучасна освіта спирається на вчителя, оскільки школа більше не є надавачем лише знань. Сучасну школу можна порівняти з інноваційною лабораторією, в якій старші та молодші колеги, вчителі та учні, разом вивчають навколишні процеси, займаються творчим та науковим пошуком, відкриваючи спільно нові знання. Особливо це стосується інформатики як навчального предмету, який у сучасному освітньому просторі постійно розвивається та набуває і продовжує набувати нового змісту. Сьогодні урок інформатики не зводиться лише до вивчення того, як працювати на комп'ютері. Інформатика сьогодні поєднує різні галузі (технології, робототехніки та обробки інформації), що спричинює неоднозначність у трактуванні тем чи обсягах їх вивчення в межах шкільного навчання.

Серед визначальних характеристик інформатики в школі слід відзначити не лише динамічність її змісту, а й відсутність загальноприйнятого серед вчителів розуміння інформатики як науки і як навчального предмета, розмаїття орієнтацій в чинних програмах і підручниках, тенденції до зниження віку навчання інформатики, сприйняття комп'ютера як об'єкта вивчення і одночасно як засобу навчання тощо. Усі згадані тренди певним чином можуть бути враховані й упорядковані з використанням наявної нормативної бази. Тому актуальною проблемою, яка потребує свого вирішення, є систематизація нормативних документів, якими варто керуватися вчителю інформатики при здійсненні власної професійної діяльності.

Аналіз актуальних досліджень. Реформування середньої освіти передбачало модернізацію та затвердження низки документів, якими сьогодні керуються всі освітні установи середньої ланки освіти. До таких відносимо: Закон України «Про освіту» (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>), Закон України «Про загальну середню освіту» (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/651-14#Text>), Концепцію Нової української школи (<https://mon.gov.ua/ua/tag/nova-ukrainska-shkola>), низки інших документів, серед яких «Рекомендації Європейського Парламенту та Ради Європи щодо формування ключових компетентностей освіти впродовж життя» (https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_975#Text).

Основні закони та законодавчі акти, які регулюють шкільну освіту та весь процес навчання разом із суб'єктами навчання подані у таблиці 1.

Таблиця 1**Перелік загальної нормативно-правової бази кабінету інформатики**

Назва документу	Посилання
Конституція України	https://www.president.gov.ua/documents/constitution
Закон України Про освіту	https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text
Закон України Про загальну середню освіту	https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/651-14#Text
Державний стандарт базової і повної середньої освіти	https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF#Text
Національна доктрина розвитку освіти	https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/347/2002#Text
Державна програма Вчитель	https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/379-2002-%D0%BF#Text
Конвенція про права дитини	https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_021#Text
Типові правила внутрішнього розпорядку для працівників державних навчально-виховних заходів України	https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0121-94#Text
Загальні правила поведінки учнів під час навчально-виховного процесу у ЗНЗ України	https://vseosvita.ua/library/zagalni-pravila-povedinki-ucniv-pid-cas-navchalno-vihovnogo-procesu-u-zagalnoosvitnih-zakladah-ukraini-152439.html
Про використання мобільних телефонів під час навчального процесу	https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0420290-07#Text

Нами розглянуто й інші нормативні документи, перелік і подальший аналіз яких визначив мету нашого дослідження.

Мета дослідження: схарактеризувати нормативну базу діяльності вчителя інформатики в закладах загальної середньої освіти

Поставлена мета дослідження обумовила вирішення низки завдань:

- 1) описати загальну нормативну базу діяльності вчителя в правовому полі України;
- 2) уточнити вимоги до організації роботи кабінету інформатики як місця професійної діяльності вчителя інформатики;
- 3) схарактеризувати вимоги до підготовленості вчителя інформатики для якісного супроводу процесу навчання інформатики в ЗЗСО;
- 4) визначити цифрові інструменти для супроводу професійної діяльності вчителя інформатики.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення мети використано низку теоретичних методів дослідження: аналіз і систематизація для виявлення та опису нормативної бази діяльності вчителя в правовому полі України; аналіз для уточнення вимог до організації роботи кабінету інформатики як місця професійної діяльності вчителя інформатики; зіставлення освітньо-професійних програм та переліку результатів навчання і загальних та спеціальних компетентностей для виявлення результатів підготовленості вчителів інформатики згідно з нормативними документами; контент-аналіз цифрових інструментів для організації електронного нормативного супроводу навчання інформатики.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Незважаючи на певні зміни в системі шкільної освіти, впровадження концепції Нової Української школи, удосконалення та оновлення змісту освіти тощо для вчителя інформатики одним із головних питань залишається організація роботи свого робочого місця – кабінету інформатики. В першу чергу йдеться про документацію кабінету, розміщення у кабінетах законодавчих документів, дотримання санітарно-гігієнічних вимог та техніку безпеки й охорони праці тощо.

Умовно перелік необхідної документації кабінету інформатики можна поділити на категорії (рис. 1).

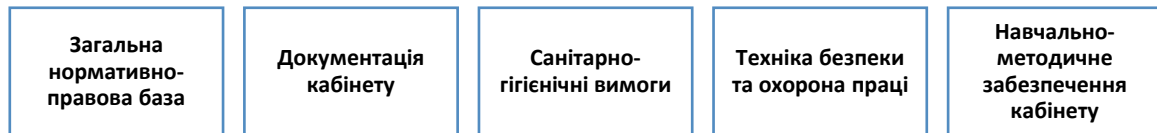


Рис. 1. Перелік категорій документів для організації роботи кабінету інформатики

Розглянемо основні документи по кожній категорії.

1. *Загальна нормативно-правова база* – основні закони та законодавчі акти, які регулюють шкільну освіту та весь процес навчання разом із суб'єктами навчання.

2. *Документація кабінету* – це зібрання різних документів, що стосуються безпосередньо організації роботи кабінету інформатики. До таких належать: паспорт кабінету інформатики, графік роботи кабінету, річний план роботи, книга обліку стану навчально-методичного забезпечення кабінету та ін. (табл. 2).

Таблиця 2

Перелік документів кабінету інформатики

Назва документу	Посилання
Положення про навчальні кабінети	https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1121-04#Text
Положення про кабінет інформатики	https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0730-04#Text
Паспорт кабінету інформатики	https://vseosvita.ua/library/dokumentacia-pasport-kabinetu-informatika-482989.html
Правила користування кабінетом інформатики учнями	https://vseosvita.ua/library/pravila-roboti-ucniv-u-kabineti-informatiki-ta-informacijno-komunikacijnih-tehnologij-171908.html
Графік роботи кабінету	https://vseosvita.ua/library/dokumentacia-grafik-roboti-kabinetu-482990.html
Книга обліку стану навчально-методичного забезпечення кабінету інформатики	Додаток до п. 5.3 розділу Положення про кабінет інформатики https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0730-04#Text
Інвентарна книга матеріальних цінностей	https://vseosvita.ua/library/inventarna-knyha-materialnykh-tsinnostei-v-kabineti-informatyky-584038.html
Перспективний план роботи кабінету інформатики	https://vseosvita.ua/library/perspektivnij-plan-kabinetu-informatika-356050.html
План роботи кабінету на навчальний рік	https://vseosvita.ua/library/plan-roboti-kabinetu-na-potocnij-rik-332934.html
Вимоги до специфікації навчальних комп'ютерних комплексів для оснащення кабінетів інформатики та інформаційно-комунікаційних технологій навчання системи загальної середньої освіти	https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0614290-10#Text
Акт уведення в експлуатацію навчального комп'ютерного комплексу	http://www.schoolchem.ho.ua/ZavKab/NormD/2_8_akt_vvedennia_v_ekspluataciyu.pdf
Про затвердження Типового переліку комп'ютерного обладнання	https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0055-18#Text
Правила використання комп'ютерних програм №903	https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0044-05#Text
Інструкція з інвентаризації матеріальних цінностей	https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1365-14#Text

3. *Санітарно-гігієнічні вимоги* – комплекс документів, спрямованих на забезпечення критеріїв безпеки та нешкідливості для учнів й вчителів і вимоги щодо забезпечення оптимальних чи допустимих умов навчання. До такого комплексу належать наступні документи: санітарні норми для кабінету інформатики, санітарний паспорт кабінету інформатики та ін. (табл. 3).

4. *Техніка безпеки та охорона праці* – комплекс документації щодо організаційних, технічних заходів, які потрібні для створення безпечних умов праці та навчання, і які запобігають нещасні виробничі випадки. До таких належать: правила пожежної безпеки для закладів, установ і організацій системи освіти України, правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів, акт введення в експлуатацію кабінету інформатики, акт-дозвіл на проведення занять у кабінеті інформатики та ін. (табл. 4).

Таблиця 3

Перелік санітарно-гігієнічних вимог до кабінету інформатики

Назва документу	Посилання
Санітарні норми для кабінету інформатики	https://informatik.pp.ua/kabinet/dokumentatsiya/sanitarni-vymogy-2021
Санітарний паспорт кабінету інформатики	http://surl.li/dcqxv
Пам'ятка по перевірці дотримання санітарно-гігієнічних вимог	http://surl.li/dcqxu
Правила користування електричною енергією	http://surl.li/dcqxx

Таблиця 4

Перелік документів з техніки безпеки та охорони праці

Назва документу	Посилання
Правила пожежної безпеки для закладів, установ і організацій системи освіти України	https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1229-16#Text
Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів	https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0093-98#Text
Акт введення в експлуатацію кабінету інформатики	http://pcti-kettrin.blogspot.com/2008/12/blog-post_01.html
Положення про організацію роботи з охорони праці учасників навчально-виховного процесу	https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0100-18#Text
Положення про порядок розслідування нещасних випадків	https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0612-19#Text
Акт про нещасний випадок з учнем	https://vseosvita.ua/library/akt-pro-nesasnij-vipadok-z-ucnem-468691.html
Журнал реєстрації нещасних випадків	https://kozyatyn.ucoz.ua/load/zhurnali_zrazki/12
Правила пожежної безпеки для закладів	https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1229-16#Text
Посадова інструкція учителя	https://vseosvita.ua/library/posadova-instrukcia-vcitela-28117.html
Посадова інструкція вчителя інформатики	http://surl.li/dcqyd
Посадова інструкція лаборанта	https://armonline.pp.ua/informatyka/kabinet/posadova-instruktsiya-laboranta-nkk/
Правила безпеки під час навчання в кабінетах інформатики навчальних закладів системи загальної середньої освіти	https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0620-04#Text
Стенд з охорони праці з розміщенням основних документів	http://surl.li/dcqye

5. *Навчально-методичне забезпечення кабінету* – це матеріали, які мають на меті підтримувати навчальний процес інформатики. До цієї категорії відносяться: методичні рекомендації щодо вивчення предмету, навчальні програми, календарне планування, поурочні плани-конспекти, загальні критерії оцінювання навчальних досягнень, критерії оцінювання навчальних досягнень з предмету тощо.

Відповідно до Наказу Міністерства охорони здоров'я України №2205 від 25 вересня 2020 “Про затвердження Санітарного регламенту для закладів загальної середньої освіти”, який набрав чинності з 01 січня 2021 року, для кабінетів інформатики та шкільних лабораторій, де розміщені комп'ютери та на яких працюють учні, діють певні вимоги.

Окремо є затверджені вимоги до персональних комп'ютерів (ПК), якими комплектуються кабінети інформатики та комп'ютерні класи. Ці вимоги зазначені у Типовому переліку комп'ютерного обладнання для закладів дошкільної, загальної середньої та професійної (професійно-технічної) освіти, затвердженому наказом Міністерства освіти і науки України від 02 листопада 2017 року №1440.

В 2021 році до вищевказаного наказу були внесені зміни, що стосуються вимог до технічної специфікації комп'ютерної техніки – Наказ Міністерства освіти і науки України від 27 квітня 2021 року № 458 «Зміни до Типового переліку комп'ютерного обладнання для закладів дошкільної, загальної середньої та професійної (професійно-технічної) освіти».

В зазначеному переліку визначаються вимоги до комп'ютерної техніки, якою комплектуються навчальні комп'ютерні класи (майстерні або аудиторії) закладів освіти.

Вимоги до рівня підготовленості вчителя загалом визначаються Професійним стандартом вчителя, який затверджений у 2021 році. До загальних компетентностей учителя відносять громадянську, соціальну, культурну, лідерську та підприємницьку. Відповідно до стандарту, вчитель має володіти наступними професійними компетентностями: мовно-комунікативною, предметною, інформаційно-цифровою, психологічною, емоційно-етичною, компетентністю педагогічного партнерства, інклюзивною та здоров'язбережувальною, проєктувальною, прогностичною, організаційною, оцінювальною.

Аналіз освітньо-професійних програм підготовки вчителів інформатики у закладах вищої освіти України показав, що вони орієнтовані на підготовку висококваліфікованих фахівців, які володіють комплексними науковими і практичними знаннями в галузях ІТ, педагогічних наук й методики середньої освіти та практичними навичками навчання інформатики,

здатні до безперервної освіти й самовдосконалення, самостійної педагогічної діяльності в ЗЗСО. Зіставлення цілей освітньо-професійних програм свідчить про їхню орієнтованість на Професійний стандарт вчителя та потреби професійної діяльності вчителя інформатики.

До шкільної документації, яку веде вчитель, відносяться: навчальна програма, календарно-тематичне планування, конспект уроку, класний журнал, учнівські зошити, звіти, документи кабінету, документи методичного об'єднання.

Перехід на електронне ведення документації вже зараз передбачає використання вчителями різних цифрових інструментів, серед яких: Microsoft Word та Excel; Електронний журнал в Google Classroom; Система «Electronic Journal»; Портал «Нові Знання»; Освітній портал «Класна оцінка».

Володіння всіма згаданими інструментами не є обов'язковим, проте сприятиме впровадженню ідеї електронної документації на рівні закладу освіти.

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження засвідчує досягнення мети, вирішення поставлених завдань та уможлиблює такі висновки.

1. Реформування середньої освіти до формату НУШ передбачало модернізацію та затвердження низки документів, якими сьогодні керуються всі освітні установи середньої ланки освіти. До таких відносять: Закон України «Про освіту», Закон України «Про загальну середню освіту», Концепцію Нової української школи, інші документи, серед яких «Рекомендації Європейського Парламенту та Ради Європи щодо формування ключових компетентностей освіти впродовж життя». Організація навчання ґрунтується на загальній нормативно-правовій базі, офіційній документації кабінету інформатики, санітарно-гігієнічних вимогах, техніці безпеки та охороні праці, навчально-методичному забезпеченні кабінету інформатики.

2. Вимоги до організації роботи кабінету інформатики як місця професійної діяльності вчителя інформатики визначені Наказом Міністерства охорони здоров'я України №2205 від 25 вересня 2020 «Про затвердження Санітарного регламенту для закладів загальної середньої освіти» та Типовим переліком комп'ютерного обладнання для закладів дошкільної, загальної середньої та професійної (професійно-технічної) освіти (Наказ МОНУ від 02 листопада 2017 року №1440) зі змінами (Наказ Міністерства освіти і науки України від 27 квітня 2021 року № 458)

3. Вимоги до підготовленості вчителя інформатики для якісного супроводу процесу навчання інформатики в ЗЗСО обумовлені вимогами, які зафіксовані у Професійному стандарті вчителя ЗЗСО та Державному стандарті освіти, який поширюється на учнів.

Проведене дослідження не вичерпує всіх проблем і відкриває перспективи для досліджень у таких напрямках: нормативна підтримка електронного навчання; нормативний супровід дистанційного навчання; нормативна база супроводу інклюзивного навчання інформатики; нормативний супровід неформальної та інформальної освіти в галузі ІТ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про загальну середню освіту». <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/651-14#Text>
2. Закон України «Про освіту». <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>
3. Затверджено профстандарт вчителя початкових класів, вчителя закладу загальної середньої освіти і вчителя з початкової освіти. <https://mon.gov.ua/ua/news/zatverdzheno-profstandart-vchitelya-pochatkovih-klasiv-vchitelya-zakladu-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i-vchitelya-z-pochatkovoyi-osviti>
4. Концепція Нової української школи. <https://mon.gov.ua/ua/tag/nova-ukrainska-shkola>
5. Наказ Міністерства освіти і науки України від 02 листопада 2017 року № 1440 «Про затвердження Типового переліку комп'ютерного обладнання для закладів дошкільної, загальної середньої та професійної (професійно-технічної) освіти». <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0055-18#Text>
6. Наказ Міністерства освіти і науки України від 27 квітня 2021 року № 458 «Зміни до Типового переліку комп'ютерного обладнання для закладів дошкільної, загальної середньої та професійної (професійно-технічної) освіти». <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0644-21#Text>
7. Наказ Міністерства охорони здоров'я України №2205 від 25 вересня 2020 року «Про затвердження Санітарного регламенту для закладів загальної середньої освіти», 2020. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1111-20#Text>
8. Нова українська школа (2016). Концептуальні засади реформування середньої освіти : МОН України. Київ.
9. Рекомендації Європейського Парламенту та Ради Європи щодо формування ключових компетентностей освіти впродовж життя. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_975#Text
10. Спірін, О. М. (2013). Методична система базової підготовки вчителя інформатики за кредитно-модульною технологією : монографія. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. <https://core.ac.uk/download/pdf/19596091.pdf>

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Zakon Ukrainy «Pro zahalnu seredniu osvitu» [Law of Ukraine "On general secondary education"]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/651-14#Text> (in Ukrainian).
2. Zakon Ukrainy «Pro osvitu» [Law of Ukraine "On Education"]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (in Ukrainian).
3. Zatverdzheno profstandart vchytelia pochatkovykh klasiv, vchytelia zakladu zahalnoi serednoi osvity i vchytelia z pochatkovoi osvity [The professional standard for primary school teachers, general secondary education teachers and primary education teachers has been approved]. <https://mon.gov.ua/ua/news/zatverdzheno-profstandart-vchitelya-pochatkovih-klasiv-vchitelya-zakladu-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i-vchitelya-z-pochatkovoyi-osviti> (in Ukrainian).
4. Kontseptsiiia Novoi ukrainskoi shkoly [Concept of the New Ukrainian School]. <https://mon.gov.ua/ua/tag/nova-ukrainska-shkola> (in Ukrainian).
5. Nakaz Ministerstva osvity i nauky Ukrainy vid 02 lystopada 2017 roku № 1440 «Pro zatverdzhennia Typovoho pereliku kompiuternoho obladdannia dlia zakladiv doshkilnoi, zahalnoi serednoi ta profesiinoi (profesiino-tekhnichnoi) osvity» [Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated November 2, 2017 No. 1440 "On Approval of the Standard List of Computer Equipment for Preschool, General

- Secondary, and Professional (Vocational-Technical) Education Institutions.*"]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0055-18#Text> (in Ukrainian).
6. *Nakaz Ministerstva osvity i nauky Ukrainy vid 27 kvitnia 2021 roku № 458 «Zminy do Typovoho pereliku kompiuternoho obladdnannia dlia zakladiv doshkilnoi, zahalnoi serednoi ta profesiinoi (profesiino-tekhnichnoi) osvity»* [Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated April 27, 2021 No. 458 "Amendments to the Standard List of Computer Equipment for Preschool, General Secondary and Professional (Vocational-Technical) Education Institutions."]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0644-21#Text> (in Ukrainian).
 7. *Nakaz Ministerstva okhorony zdorovia Ukrainy №2205 vid 25 veresnia 2020 roku «Pro zatverdzhennia Sanitarnoho rehlamentu dlia zakladiv zahalnoi serednoi osvity»* [Order of the Ministry of Health of Ukraine No. 2205 dated September 25, 2020 "On approval of the Sanitary Regulations for general secondary education institutions"]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1111-20#Text> (in Ukrainian).
 8. *Nova ukrainska shkola* [New Ukrainian School] (2016). *Kontseptualni zasady reformuvannia serednoi osvity – Conceptual principles of secondary education reform*. MON Ukrainy. Kyiv. (in Ukrainian).
 9. *Rekomendatsii Yevropeiskoho Parlamentu ta Rady Yevropy shchodo formuvannia kluchovykh kompetentnostei osvity vprodovzh zhyttia* [Recommendations of the European Parliament and the Council of Europe regarding the formation of key competences of lifelong education]. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_975#Text (in Ukrainian).
 10. Spirin, O. M. (2013). *Metodychna systema bazovoi pidhotovky vchytelia informatyky za kredytno-modulnoi tekhnolohiiei* [Methodical system of basic training of informatics teachers using credit-module technology]. Zhytomyr : Vyd-vo ZhDU im. I. Franka. <https://core.ac.uk/download/pdf/19596091.pdf> (in Ukrainian).



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 10.31110/2413-1571-2022-037-5-004

УДК 378.016,091+004

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКА РОБОТА У ПРАКТИЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ІНФОРМАТИКИ

Олена КОБИЛЬСЬКА ✉

Кременчуцький національний університет
 імені Михайла Остроградського, Україна
 kobilskaya1983@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4210-1534>

Тетяна НАБОК

Кременчуцький національний університет
 імені Михайла Остроградського, Україна
 tetiana.nabok@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1501-9009>

Ольга ДЕМ'ЯНЧЕНКО

Азовський морський інститут Національного університету
 «Одеська морська академія», Україна
 olgademianchenko@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4693-0364>

Віктор ЛЯШЕНКО

Кременчуцький національний університет
 імені Михайла Остроградського, Україна
 viklyash2903@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4538-631X>

Тетяна БРИЛЬ

Кременчуцький національний університет
 імені Михайла Остроградського, Україна
 bryltanij@gmail.com

SCIENTIFIC AND RESEARCH WORK IN THE PRACTICAL TRAINING OF THE FUTURE COMPUTER SCIENCE TEACHER

Elena KOBILSKAYA ✉

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy
 National University, Ukraine
 kobilskaya1983@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4210-1534>

Tetiana NABOK

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy
 National University, Ukraine
 tetiana.nabok@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-1501-9009>

Olga DEMYANCHENKO

Azov maritime institute of National university
 "Odessa maritime academy", Ukraine
 olgademianchenko@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4693-0364>

Viktor LYASHENKO

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy
 National University, Ukraine
 viklyash2903@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4538-631X>

Tetiana BRYL

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy
 National University, Ukraine
 bryltanij@gmail.com

АНОТАЦІЯ

Показано взаємозв'язок практичної і науково-дослідницької підготовки здобувачів вищої освіти за спеціальністю «Середня освіта(Інформатика)» та їх вплив на формування професійної компетентності майбутнього вчителя інформатики. Зроблено аналіз науково-дослідницької роботи під час проходження педагогічної практики здобувачами спеціальності «Середня освіта(Інформатика)» в ЗЗСО як частини професійної підготовки.

Формулювання проблеми. Науково-дослідницька компетентність є частиною професійної компетентності майбутнього вчителя інформатики і запорукою формування його світогляду протягом усього життя. Взаємозв'язок практичної та науково-дослідницької підготовки майбутніх вчителів інформатики – основа формування професійної компетентності. Для розуміння важливості такого взаємозв'язку слід шукати «точки дотику» науково-дослідницької і практичної підготовки, зокрема під час виробничої практики.

Матеріали і методи. У процесі дослідження використовувалися наступні методи: теоретичні (аналіз науково-методичної літератури за темою дослідження); емпіричні (спостереження та аналіз звітів студентів КрНУ про проходження виробничої (педагогічної) практики у старшій школі ЗЗСО).

Результати. Запропоновані завдання стосовно науково-дослідницької роботи, які потрібно виконати в рамках практичної підготовки здобувачами спеціальності «Середня освіта(Інформатика)», зокрема під час проходження виробничої (педагогічної) практики у старшій школі ЗЗСО.

ABSTRACT

The interrelationship between practical and research training of students of higher education specialty "Secondary Education (Informatics)" and their influence on the formation of the components of the professional competence of the future teacher is shown. The scientific and research work during the pedagogical practice in the educational process of training students of the "Secondary Education (Informatics)" specialty as part of their professional training was analyzed.

Formulation of the problem. Scientific and research competence is part of the professional competence of the future computer science teacher and the key to the formation of his worldview during his life. The relationship between practical and research training of future computer science teachers is the basis of forming the professional competence of a computer science teacher. To understand the importance of such a relationship, one should look for "points of contact" between research and practical training, in particular during production practice.

Materials and methods. The following methods were used in the research process: theoretical (analysis of scientific and methodological literature on the research topic); empirical (observation and analysis of KrNU students' reports on industrial (pedagogical) practice in high school of general secondary education institutions).

Results. Proposed tasks related to research work, which must be completed as part of practical training by students of the "Secondary Education (Informatics)" specialty, in particular, during industrial (pedagogical) practice in high school or general secondary education institutions.

Для цитування:

Кобильська О., Набок Т., Дем'яненко О., Ляшенко В., Брилль Т. Науково-дослідницька робота у практичній підготовці майбутнього вчителя інформатики. *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 37. № 5. С. 31-36. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-037-5-004

For citation:

Kobilskaya, E., Nabok, T., Demyanchenko, O., Lyashenko, V., & Bryl, T. (2022). SCIENTIFIC AND RESEARCH WORK IN THE PRACTICAL TRAINING OF THE FUTURE COMPUTER SCIENCE TEACHER. *Physical and Mathematical Education*, 37(5), 31-36. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-004>

Висновки. Показано, що науково-дослідницька компетентність є запорукою формування готовності майбутніх вчителів інформатики до організації дослідницької роботи у ЗЗСО, під час аудиторної роботи і факультативних занять з метою підготовки талановитої учнівської молоді до участі у наукових конкурсах МАН і олімпіадах. Висунута ідея формування у майбутніх вчителів інформатики науково-дослідницької компетентності тісно пов'язаною із практичною діяльністю, яка сприятиме вихованню сучасного конкурентоспроможного вчителя інформатики, що прагне навчатись і удосконалюватись постійно. Зроблено висновок про те, що виробнича (педагогічна) практика поєднана із дослідницькою діяльністю сприяє формуванню у студентів творчого, дослідницького підходу до організації педагогічної діяльності, набуття ними вмінь здійснювати наукові дослідження з використанням ефективних методів і методик педагогічних досліджень, а також вмінь здійснювати самоконтроль, самоаналіз.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: науково-дослідницька робота; практична підготовка вчителя; магістерська робота; науково-дослідницька компетентність; професійна компетентність.

Conclusions. It is shown that research competence is the key to the formation the readiness of future informatics teachers to organize research work in institutions of general secondary education, during classroom work and optional classes in order to prepare talented students to participate in scientific competitions of the National Academy of Sciences and Olympiads. The idea put forward in the work on the formation of scientific and research competence in future teachers in close connection with practical activities will contribute to the education of a modern competitive teacher who strives to learn and improve constantly. It was concluded that pedagogical practice combined with research activity contributes to students' formation of a creative, research approach to the organization of pedagogical activity, their acquisition of the skills to conduct scientific research using effective methods and methods of pedagogical research, as well as the ability to self-monitor and self-analyze.

KEYWORDS: research work; practical teacher training; master's thesis; research competence; professional competence.

ВСТУП

Постановка проблеми. Потребу у підготовці педагогічних працівників нової генерації, забезпеченні умов для становлення й розвитку сучасних альтернативних моделей безперервного професійного та особистісного розвитку педагогів, зокрема вчителів інформатики, зумовила прийняття Концепція розвитку педагогічної освіти в Україні. Ця Концепція передбачає проведення «комплексної реформи системи педагогічної освіти, безперервного професійного та особистісного розвитку педагогічних працівників, включаючи структуру, зміст, організацію та методики (технології) навчання, збільшення в освітніх програмах питомої ваги практичної підготовки» (Наказ Міністерства освіти і науки України № 776 від 16.07.2018 «Про затвердження Концепції розвитку педагогічної освіти», 2018).

Концепція передбачає інтеграцію освітнього процесу України в Європейський освітній простір, підготовку педагогічних працівників нової генерації, підвищення їх професіоналізму, національної свідомості, готовності до творчої діяльності.

Педагогічна Конституція Європи (2013) визначає педагогічну практику як один із філософсько-методологічних принципів та основу ефективності педагогічного процесу підготовки вчителів. В цьому документі педагогічній практиці присвячений окремий розділ, у якому відзначено практичну спрямованість щодо набуття педагогічного та соціального досвіду, поза якою неможлива підготовка майбутніх педагогів. Кожен розділ Конституції підкреслює важливість як практичної, так і науково-дослідницької діяльності майбутнього вчителя.

На основі власного педагогічного досвіду та узагальнення магістерських робіт здобувачів спеціальності «Середня освіта (Інформатика)» Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, аналізу освітніх програм, навчальних планів, 2017-2021 н.р. авторами відмічено, що науково-дослідницька підготовка майбутніх вчителів інформатики у КрНУ до роботи в учнівських колективах ЗЗСО є недостатньою. Зв'язок навчальних дисциплін інформатичного та психолого-педагогічного спрямування з науково-дослідницькою роботою студентів як під час навчального процесу, так і під час педагогічної практики потрібно посилювати. На практичних заняттях з дисципліни «Основи наукових досліджень та інтелектуальна власність» потрібно приділяти значно більше уваги чіткому розумінню студентами важливості дослідницької складової в роботі вчителя інформатики з учнівськими колективами.

Це визначило одну із проблем дослідження – удосконалення підготовки майбутнього вчителя інформатики за рахунок поєднання практичної із науково-дослідницькою діяльністю у системі фахової підготовки. З цією метою у 2021-2022 н.р. було збільшено кількість педагогічних практик та годин, що на них відводяться, їх тематичну наповненість.

Одним із головних завдань статті є висвітлення місця науково-дослідницької роботи під час практичної підготовки, їх впливу на формування професійної компетентності вчителя інформатики (рис.1). Це потребує, в свою чергу, аналізу ключових понять, таких, як «науково-дослідницька робота майбутнього вчителя інформатики», «практична підготовка вчителя інформатики», «Професійна компетентність майбутнього вчителя інформатики».

Аналіз актуальних досліджень. Питання професійної компетентності та її формування в майбутнього вчителя розглядалися багатьма науковцями (Зязюн, 2005; Галузяк, 2017; Павлова, 2019; та ін.). В дослідженнях (Зязюн, 2005) зазначається, що компетентність – це здатність вирішувати професійні задачі певного визначеного класу, вона виявляється у практиці професійної діяльності як системна характеристика і має чітко визначену структуру. У роботі (Галузяк, 2017) проаналізовані кілька підходів до розуміння сутності педагогічної компетентності. Вона розглядається як інтегральна властивість особистості педагога, що набувається у процесі навчання та ґрунтується на знаннях, уміннях і навичках і яка є запорукою успішного виконання завдань педагогічної діяльності. В роботі (Павлова, 2019) у структурі професійної компетентності майбутнього вчителя інформатики автор виділяє когнітивно-діяльнісний компонент, що в свою чергу включає у себе науково-дослідницьку, предметну, психолого-педагогічну, методичну, інформаційно-технологічну, організаційну компетентності, які є передумовою успішної педагогічної діяльності. Щодо важливості науково-дослідницької роботи для формування професійної компетентності слід відзначити роботу (Радюк., 2022), у якій підкреслюється, що однією з причин слабого розвитку науково-дослідницької діяльності студентів є те, що така робота в закладах вищої освіти продовжує залишатися своєрідним додатком до основної навчальної діяльності. У роботі (Udomprong et al., 2014) відзначено, що дослідницька компетентність є важливою якістю особистості, яка є необхідною для всіх фахівців.

Слід відзначити, що у наукових дослідженнях розкриваються різноманітні описи структури професійної компетентності вчителя та її складових, зокрема і її науково-дослідницької компоненти. Проте залишається ряд питань, що потребують подальшого дослідження, зокрема «зв'язок практичної та науково-дослідницької підготовки вчителів

інформатики». Це пов'язано в першу чергу із тим, що структура і зміст шкільного курсу «Інформатики» повинні відповідати тенденціям розвитку інформатики як науки, а, отже, потребують від вчителя інформатики постійного самонавчання, дослідження та пошуку, а також впровадження результатів свого дослідження в педагогічну практику.

Мета статті. Висвітлити взаємозв'язок практичної та науково-дослідницької підготовки майбутніх вчителів інформатики як основи формування професійної компетентності майбутнього вчителя інформатики.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В роботі використовувались наступні методи: теоретичні (аналіз науково-методичної літератури для виявлення стану розробленості проблеми взаємозв'язку науково-дослідницької і практичної підготовки майбутніх учителів інформатики; емпіричні (спостереження, аналіз та систематизація).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Професійна компетентність майбутніх учителів інформатики є досить складною, багатогранною та динамічною в контексті діяльності і включає у себе різні компетентності, зокрема і дослідницько-аналітичну (Галузяк, 2017; Павлова, 2019). Професійна компетентність складається з різних компонентів – компетенцій, які визначають готовність і здатність майбутнього вчителя до успішного виконання професійно-педагогічної діяльності. На рис. 1 показано, що в центрі когнітивно-діяльнісної компетентності, всі інші компетентності формуються під час практичної підготовки вчителя інформатики (Ляшенко та ін., 2021; Wolterinck et al., 2022).

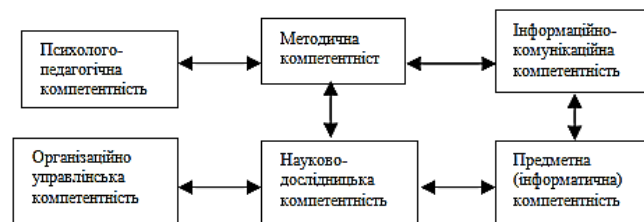


Рис. 1. Когнітивно-діяльнісний компонент професійної компетентності вчителя інформатики

Науково-дослідницька робота спрямована на всебічну фахову підготовку майбутніх учителів інформатики, яка має велике значення, оскільки враховує інтереси здобувачів під час вибору напрямку наукового дослідження при написанні, курсової, магістерської роботи, статей, участі у конкурсах наукових робіт. Саме під час такої роботи і формується науково-дослідницька компетентність.

Учитель інформатики у своїй діяльності займається не тільки навчанням, а й систематично розробляє нові методики та технології навчання, впроваджує їх у навчальний процес, спостерігає за учнями під час уроків, робить висновки, тобто фактично здійснює науково-дослідницьку роботу (Burns et al., 2022). Творчий учитель завжди прагне впровадити щось нове, перевірити його на практиці, тобто володіє певною дослідницькою сміливістю (Kavanagh et al., 2022).

Практична підготовка вчителя, як обов'язкова складова освітнього процесу, повинна забезпечуватися неперервною педагогічною практикою студентів. Розкриємо суть практичної підготовки майбутнього вчителя інформатики.

Важливим етапом підготовки висококваліфікованих кадрів, компетентних вчителів з інформатики, до роботи у школі є виробнича (педагогічна) практика. Її можна розглядати як найважливішу форму поєднання теоретичної підготовки майбутніх педагогів із практичною діяльністю вчителів (викладачів) інформатики у закладах освіти різних типів. Майбутній вчитель під час проходження педагогічної практики диференційовано вивчає освітній процес, здійснює рефлексію та аналіз поточних занять, що максимально наближує майбутніх вчителів інформатики до професійної діяльності. Критичне ставлення майбутнього педагога до своєї професійної діяльності, дозволяє аналізувати її і при цьому діяти активно, корегуючи процес.

Важливим і не зовсім явним аспектом практичної підготовки магістрів є наукова діяльність, що включає в себе проведення педагогічного експерименту в рамках написання магістерської роботи, підготовку статей за результатами експериментальних досліджень, доповідей на конференцію, поглиблення і розширення теоретичних знань зі спеціальних і психолого-педагогічних дисциплін, застосування їх у вирішенні педагогічних завдань під час проходження практики, формування творчого стилю педагогічної діяльності, розробка методики дослідження магістерської роботи.

Виробнича (педагогічна) практика є одним із способів вивчення освітнього процесу у закладах освіти на основі безпосередньої участі в ньому практикантів. І саме під час практики відбувається інтеграційний етап формування науково-дослідницької компетентності, коли студенти набувають дослідницький досвід через «занурення» в професійне середовище, а далі важливим етапом є дослідне проєктування (написання тез доповіді, статті, магістерської роботи).

Виробнича (педагогічна) практика магістрів 1 курсу підготовки проходить на базах практики, де функціонують кафедри (циклові комісії) інформатики (інформаційних технологій): педагогічні коледжі, технікуми, училища, ЗЗСО. Вона спирається на досвід отриманий в процесі навчання за освітньо-професійною програмою підготовки *бакалавра*.

Основним завданням практики є проведення навчальної та виховної роботи, наукових досліджень, стосовно розділів випускної роботи магістрів. Здобувач повинен проводити заняття з інформатики у закріпленому за ним класі, а при потребі – у інших класах, здійснювати взаємовідвідування занять, організовувати і проводити виховні заходи, брати участь у повсякденній роботі колективу закладу освіти.

Під час виробничої (педагогічної) практики здобувач також працює над виконанням індивідуальних завдань, які він отримав від керівника магістерської роботи перед початком виробничої практики (Hryhorova & Moskalenko, 2022). Виробнича (педагогічна) практика проводиться під безпосереднім керівництвом як керівників практики від ЗЗСО та університету, так і керівника майбутньої магістерської роботи, провідних викладачів (вчителів) закладу освіти, які залучають студентів до виконання різних видів навчально-методичної та виховної роботи. Здобувачі повинні допомагати викладачам (вчителям) у підготовці навчальних посібників, методичних розробок, розділів ЕНМК інформатики, дидактичного, роздаткового матеріалу, в розробці програмних засобів для методично-технічного забезпечення. Слід відзначити, що педагогічна практика включає у себе навчальний і дослідницький блок.

Дослідницький блок передбачає діяльність спрямовану на формування науково-дослідницької компетентності:

- виконання завдання з розроблення наукової проблеми, що визначена студентом для написання магістерської роботи або складання державних іспитів;
- дослідження індивідуальних особливостей учнів, спостереження за учнівським колективом і узагальнення їх у психолого-педагогічну характеристику;
- виконання групового або індивідуального науково-педагогічного дослідження і т.ін.

Групові та індивідуальні завдання дослідницького блоку виробничої (педагогічної) практики визначаються для студентів з урахуванням специфіки їх фахової підготовки, наприклад:

- вивчити і узагальнити продуктивний педагогічний досвід роботи педагога;
- ознайомитися з сайтом ЗЗСО та внести пропозиції щодо його удосконалення (оформити письмово).

Зміст індивідуальних завдань конкретизується і уточнюється на початку виробничої (педагогічної) практики керівниками практики від університету. Матеріали, отримані студентом під час виконання індивідуального завдання, можуть надалі бути використані для виконання науково-дослідницької роботи, підготовки доповіді, наукової статті тощо.

Під час проведення експериментальної роботи з учнями майбутній вчитель може використовувати такі методи: анкетування та бесіди; спостереження та аналіз методики навчання під час відвідування занять; лабораторний експеримент; експериментальне навчання. Для діагностики рівнів підготовки – усне опитування, контрольні роботи, тести, екзаменаційні білети, при складанні яких виділялись елементи знань, рівні їх засвоєння і добиралась завдання для перевірки стану сформованості компетенцій і переконань.

Як приклад взаємозв'язку практичної і науково-дослідницької діяльності, розглянемо завдання з практики магістра 5-го курсу спеціальності «Середня освіта(Інформатика)».

Завдання поставлене керівником практики: дослідження засобів підвищення ефективності використання методу проєкту в умовах дистанційного навчання за рахунок залучення он-лайн ресурсів, цифрових технологій, таких як електронні дошки. Особливу увагу слід приділити інтерактивним он-лайн дошкам і їх можливостям під час використання методу проєктів на уроках інформатики. Слід зауважити, що тема магістерської роботи тісно пов'язана із завданням. Дослідження проведені на уроках інформатики для учнів 9-10 класів наукового ліцею «Політ» при Кременчуцькому Педагогічному коледжі імені А.С. Макаренка.

Здобувач виконав наступні роботи.

1. Ознайомився із організацією навчання з використанням он-лайн технологій в школі.
2. Ознайомився і провів порівняльний аналіз існуючих на даний час он-лайн дошок. Дослідив їх можливості і характеристики.
3. Розробив конспект уроків за темою «Поняття та призначення баз даних» із використанням проєктної технології і залученням он-лайн дошки Google Jamboard для проведення дистанційних уроків за допомогою Google Meet.
4. Провів для учнів 9-10 класів он-лайн заняття з теми «Поняття та призначення баз даних. Поняття таблиці, поля, запису, ключа таблиці», проаналізував особливості використання он-лайн дошок під час дистанційного навчання та переваги їх використання. Результати аналізу зведені в таблицю.
5. Провів педагогічний експеримент щодо ефективності засвоєння матеріалу під час використання проєктної технології із застосуванням Google Jamboard.
6. За результатами роботи написані тези доповідей на науково-практичну конференцію студентів.

Слід зазначити, що одним із основних видів науково-дослідницької діяльності майбутніх учителів інформатики є наукове спілкування, що включає в себе участь здобувачів у наукових конференціях і представлення результатів своєї науково-дослідницької роботи.

ОБГОВОРЕННЯ

Учитель нової генерації інформаційного суспільства зорієнтований на професійне й особистісне зростання протягом усього життя, готовий до імпровізації та експериментування, дослідження, пошуку інноваційних форм і методів навчання. Він втрачає статус наставника та єдиного джерела знань, перетворюється на фасилітатора, тренера, менеджера, консультанта, дослідника, агента змін, модератора індивідуальної освітньої траєкторії. Ці зміни висувають нові вимоги до практичної підготовки майбутнього педагога, актуалізують питання щодо місця, функцій і принципів організації педагогічної практики у формуванні професійної майстерності й педагогічної компетентності вчителя в умовах реформування освіти. Отже науково-дослідницька робота не є додатком до основної навчальної діяльності здобувача, а тісно пов'язана із практичною і теоретичною підготовкою. Тільки тоді здобувачі усвідомлюють, де можуть бути використані в практичній діяльності знання або наукові положення, необхідність науково-дослідницької роботи для власного розвитку в майбутній професії, для щоденної роботи вчителя, а також для наукової роботи з учнями.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Показано, що науково-дослідницька компетентність є запорукою формування готовності майбутніх учителів інформатики до організації дослідницької роботи у ЗЗСО, під час аудиторної роботи і факультативних занять з метою

підготовки талановитої учнівської молоді до участі у наукових конкурсах МАН і олімпіадах. Формування у майбутніх вчителів інформатики *науково-дослідницької компетентності* тісно пов'язаної із практичною діяльністю сприятиме вихованню сучасного конкурентоспроможного вчителя інформатики, що прагне навчатись і удосконалюватись постійно. Виробнича (педагогічна) практика поєднана із дослідницькою діяльністю сприяє формуванню у студентів творчого, дослідницького підходу до організації педагогічної діяльності, набуття ними вмінь здійснювати наукові дослідження з використанням ефективних методів і методик педагогічних досліджень, а також вмінь здійснювати самоконтроль, самоаналіз.

У процесі виробничої (педагогічної) практики здобувачі повинні набути такі уміння:

- планувати власну діяльність як вчитель інформатики та навчальну діяльність школярів на уроці інформатики та у позаурочний час;
- правильно визначати тип та зміст уроку інформатики;
- визначати цілі уроку та здійснювати раціональний підбір форм, методів, засобів навчання;
- стимулювати навчально-пізнавальну діяльність учнів під час уроків інформатики, розвивати творчі здібності школярів, в тому числі і з використанням ІКТ;
- встановлювати відносини співпраці з учнями на уроці інформатики та у позаурочний час;
- проводити самоаналіз та аналіз діяльності учнів під час уроку інформатики та адекватно оцінювати результати їхньої діяльності;
- оформляти план-конспект уроку та звітну документацію з проходження педагогічної практики відповідно до встановлених вимог

Крім того, під час проходження виробничої (педагогічної) практики студенти повинні залучатися до науково-дослідницької роботи з дисциплін інформатичного та психолого-педагогічного спрямування. Для цього їм дається орієнтовна тематика науково-методичних досліджень, вони проводять також дослідження, пов'язані з темами курсових і магістерських робіт. Результати цих досліджень повідомляються на підсумковій конференції з практики, на наукових студентських конференціях.

Отже, практична та науково-дослідницька підготовка майбутніх вчителів інформатики, що знаходяться у тісному взаємозв'язку є основою формування професійної компетентності майбутнього вчителя інформатики.

Наші подальші дослідження спрямовані на розробку дослідницьких завдань з метою час проходження виробничої (педагогічної) практики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Галузяк, В.М. (2017). Поняття компетентності в контексті визначення професійних вимог до особистості педагога. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені М. Коцюбинського. Серія педагогіка і психологія*, 50, 59-68.
2. Зязюн, І. А. (2005). Філософія педагогічної якості в системі неперервної освіти. *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка*, 25, 13-18.
3. Ляшенко, В.П., Почтовіюк, С.І., & Шевчук, Л.Д. (2021). Технологія формування методичної компетентності майбутнього вчителя інформатики засобами курсу «Методика навчання інформатики». *Науковий збірник «Актуальні питання гуманітарних наук: міжвузівський збірник наукових праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка»*, 41(2). 208-214.
4. Наказ Міністерства освіти і науки України № 776 від 16.07.2018 «Про затвердження Концепції розвитку педагогічної освіти». <https://mon.gov.ua/ua/pro-zatverdzhennya-koncepciyi-rozvitku-pedagogichnoyi-osviti>.
5. Павлова, Н. С. (2019). Професійна компетентність майбутнього вчителя інформатики як основа підготовки до діяльності у закладах загальної середньої освіти. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*, 67(2), 100–106. <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2019.67-2.20>
6. Педагогічна Конституція Європи (2013). *Вища освіта України*, 3, 111-116.
7. Радюк, І. (2022). Науково-дослідницька робота як складова професійної підготовки майбутнього вчителя початкових класів. *Молодь і ринок*, 1(199), 123-127. <https://doi.org/10.24919/2308-4634.2022.252361>
8. Burns, E., Martin, A., Kennett, R., Pearson, J., & Munro-Smith, V. (2022). High school students' out-of-school science participation: A latent class analysis and unique associations with science aspirations and achievement. *J Res Sci Teach*, 1–33, <https://doi.org/10.1002/tea.21806>
9. Hryhorova, T., & Moskalenko, O. (2022). Intelligent search for scientific information in e-learning systems. *AIP Conference Proceedings*, 2522, 040001. <https://doi.org/10.1063/5.0102606>
10. Kavanagh, S. Sch., Danielson, K. A., & Gotwalt, E. Sch. (2022). Preparing in Advance to Respond in-the-Moment: Investigating Parallel Changes in Planning and Enactment in Teacher Professional Development. *Journal of Teacher Education*, <https://doi.org/10.1177/00224871221121767>
11. Udompong, L., Traiwitikhun, D. & Wongwanich, S. (2014). Causal model of research competency via scientific literacy of teacher and student. *Procedia-Social and Behavioral Science*, 116, 1581-1586.
12. Wolterinck, Ch., Poortman, C., Schildkamp, K., & Visscher, A. (2022). Assessment for Learning: developing the required teacher competencies. *European Journal of Teacher Education*, 1-19. <https://doi.org/10.1080/02619768.2022.2124912>

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Haluziak, V. M. (2017). Ponyattya kompetentnosti v konteksti vyznachennya profesiynykh vymoh do osobystosti pedahoha [Concept of competence in the context of determination of the professional requirements to teacher's personality]. *Naukovi zapysky Vinnyts'koho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. Kotsyubyns'koho. Seriya pedahohika i psykholohiya – The Scientific Issues of Vinnytsia State M. Kotsyubynskyi Pedagogical University. Section: Pedagogics and Psychology*, 50, 59-68. (in Ukrainian).
2. Zyazyon I.A. (2005). Filosofiya pedahohichnoyi yakosti v systemi neperervnoyi osvity [The Philosophy of Pedagogical Quality in the System of Continuous Education]. *Visnyk Zhytomyrs'koho derzhavnoho universytetu imeni Ivana Franka – Zhytomyr Ivan Franko State University Journal*, 25, 13-18. (in Ukrainian).
3. Lyashenko, V.P., Pochtovyuk, S.I., & Shchevchuk L.D. (2021). Tekhnolohiya formuvannya metodychnoyi kompetentnosti maybutn'oho vchytelya informatyky zasobamy kursu «Metodyka navchannya informatyky» [The technology of forming the methodical competence of the future computer science teacher by means of the course "Methodology of teaching computer science"]. *Naukovyy zbirnyk «Aktual'ni*

- pytannya humanitarnykh nauk: mizhvuzivs'kyi zbirnyk naukovykh prats' molodykh vchenykh Drohobys'koho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Ivana Franka* – *Topical issues of the humanities: an intercollegiate collection of researchers working with young people with Drohobych workers at Ivan Franko University*, 41(2), 208 - 214. (in Ukrainian).
4. Nakaz Ministerstva osvity i nauky Ukrainy №776 vid 16.07.2018 roku «Pro zatverdzhennya Kontseptsii rozvytku pedahohichnoyi osvity» [Order «On approval of the concept of development of pedagogical education» № 776 dated July 7, 2018]. <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennyakoncepcii-rozvitku-pedagogichnoyi-osviti>. (in Ukrainian).
 5. Pavlova, N. S. (2019). Profesijna kompetentnist' maybutn'oho vchytelya informatyky yak osnova pidhotovky do diyal'nosti u zakladakh zahal'noyi seredn'oyi osvity [Professional competence of the future computer science teacher as a basis for preparation for activities in institutions of general secondary education]. *Pedahohika formuvannya tvorchoyi osobystosti u vyshchii i zahal'noosvitniy shkolakh – Pedagogy of creative personality formation in higher and secondary schools*, 67(2), 100–106. <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2019.67-2.20> (in Ukrainian).
 6. Pedahohichna Konstytutsiya Yevropy [Pedagogical Constitution of Europe] (2013). *Vyshcha osvita Ukrainy – Higher education of Ukraine*, 3, 111-116. (in Ukrainian).
 7. Radyuk, I. (2022). Naukovo-doslidnyts'ka robota yak skladova profesijnoyi pidhotovky maybutn'oho vchytelya pochatkovykh klasiv [Scientific research work as a component of professional training of the future primary school teacher]. *Molod' i rynek – Youth & market*, 1(199), 123-127. <https://doi.org/10.24919/2308-4634.2022.252361> (in Ukrainian).
 8. Burns, E., Martin, A., Kennett, R., Pearson, J., & Munro-Smith, V. (2022). High school students' out-of-school science participation: A latent class analysis and unique associations with science aspirations and achievement. *J Res Sci Teach*, 1–33, <https://doi.org/10.1002/tea.21806>
 9. Hryhorova, T., & Moskalenko, O. (2022). Intelligent search for scientific information in e-learning systems. *AIP Conference Proceedings*, 2522, 040001. <https://doi.org/10.1063/5.0102606>
 10. Kavanagh, S. Sch., Danielson, K. A., & Gotwalt, E. Sch. (2022). Preparing in Advance to Respond in-the-Moment: Investigating Parallel Changes in Planning and Enactment in Teacher Professional Development. *Journal of Teacher Education*, <https://doi.org/10.1177/00224871221121767>
 11. Udompong, L., Traiwicithkun, D. & Wongwanich, S. (2014). Causal model of research competency via scientific literacy of teacher and student. *Procedia-Sosial and Behavioral Science*, 116, 1581-1586.
 12. Wolterinck, Ch., Poortman, C., Schildkamp, K., & Visscher, A. (2022). Assessment for Learning: developing the required teacher competencies. *European Journal of Teacher Education*, 1-19. <https://doi.org/10.1080/02619768.2022.2124912>



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 10.31110/2413-1571-2022-037-5-005

УДК [52+53]–378

ПОВНА ГРУПА ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ КОНСТАНТ ФІЗИКИ

Сергій КУЗЬМЕНКОВ ✉

Херсонський державний університет, Україна
 ksg3.14159@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5257-9523>

THE COMPLETE GROUP OF FUNDAMENTAL CONSTANTS OF PHYSICS

Serhii KUZMENKOV ✉

Kherson State University, Ukraine
 ksg3.14159@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5257-9523>

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. У статті обговорюється проблема повноти групи фундаментальних констант фізики. Аналіз існуючих списків різних авторів дав змогу дійти висновку, що жоден з них не вирішує проблему. Різні автори обґрунтовують різні списки через відсутність: 1) чітких критеріїв фундаментальності констант і 2) консенсусу щодо поняття повноти групи фундаментальних констант. Тому дослідження цієї проблеми є актуальним.

Матеріали і методи. Проведене дослідження спиралося на праці таких авторів як Й.Л. Розенталь (1984), П. Девіс (1982/1985), Л.Б. Окунь (1991), К.А. Томлін (2006), О.П. Спірідонов (2015) і здійснювалось шляхом систематизації, порівняльного аналізу, теоретичного осмислення наукових публікацій і навчальної літератури, узагальнення й уточнення ідей науковців.

Результати. 1. На нашу думку, групу констант можна вважати повною, якщо її члени є необхідними і достатніми для повної характеристики нашого Всесвіту. 2. До групи розмірних констант обґрунтовано введення космологічної сталої Λ як константи, що характеризує темну енергію, яка домінує у нашому Всесвіті. 3. Обґрунтовано введення принципу відповідності між групами розмірних і безрозмірних фундаментальних констант, який би давав змогу однозначно переходити від однієї групи до іншої. 4. Згідно з принципом відповідності до групи безрозмірних фундаментальних констант введено безрозмірну космологічну сталу α_Λ . 5. Послідовне застосування принципу відповідності дало змогу уточнити і доповнити групу безрозмірних констант, зокрема, додати дві константи α_c і α_h , яким можна поставити у відповідність розмірні константи c (швидкість світла) та h (стала Планка). 6. Щоб забезпечити повну відповідність між групами розмірних і безрозмірних констант щодо слабкої і сильної взаємодії, обґрунтовано введення до групи розмірних констант сталої Фермі G_F і величини кольорового заряду g_{col} . 7. Уточнено зміст безрозмірної сталої Габбла (Кузьменков, 2022).

Висновки. Отже, нами сформовано дві повні (на сьогодні) групи фундаментальних констант фізики (розмірних і безрозмірних) по 12 членів у кожній і систему рівнянь, які однозначно описують перехід від однієї групи констант до іншої.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: розмірна/безрозмірна фундаментальна константа; повна група фундаментальних констант; принцип відповідності; стала Габбла; космологічна стала; космологічний горизонт.

ABSTRACT

Formulation of the problem. The article discusses the problem of completeness of the group of fundamental constants of physics. The analysis of the existing lists of different authors made it possible to conclude that none of them solves the problem. Different authors justify different lists due to the lack of 1) clear criteria for the fundamentality of constants and 2) consensus regarding the concept of the completeness of the group of fundamental constants. Therefore, the study of this problem is relevant.

Materials and methods. The conducted research was based on the works of such authors as Y.L. Rosenthal (1984), P. Davis (1982/1985), L.B. Okun (1991), K.A. Tomlin (2006), O.P. Spiridonov (2015) and was carried out through systematization, comparative analysis, theoretical understanding of scientific publications and educational literature, generalization and clarification of ideas of scientists.

The results. 1. In our opinion, a group of constants can be considered complete if its members are necessary and sufficient for a complete description of our Universe. 2. The introduction of the cosmological constant Λ as a constant characterizing the dark energy that dominates our Universe is justified to the group of dimensional constants. 3. The introduction of the principle of correspondence between groups of dimensional and dimensionless fundamental constants, which would make it possible to unambiguously move from one group to another, is substantiated. 4. According to the principle of correspondence to the group of dimensionless fundamental constants, a dimensionless cosmological constant α_Λ was introduced. 5. The consistent application of the correspondence principle made it possible to clarify and supplement the group of dimensionless constants, in particular, to add two constants α_c and α_h , with which the dimensional constants c (speed of light) and h (Planck's constant) can be matched. 6. In order to ensure complete correspondence between the groups of dimensional and dimensionless constants regarding weak and strong interaction, the introduction of the Fermi constant G_F and the value of the color charge g_{col} to the group of dimensional constants is justified. 7. The meaning of the dimensionless Hubble constant has been clarified (Kuzmenkov, 2022).

Conclusions. So, we have formed two complete (to date) groups of fundamental constants of physics (dimensional and dimensionless) with 12 members in each and a system of equations that unambiguously describe the transition from one group of constants to another.

KEYWORDS: dimensional/dimensionless fundamental constant; a complete group of fundamental constants; principle of correspondence; Hubble constant; cosmological constant; cosmological horizon.

ВСТУП

Постановка проблеми. Нещодавно нами було надруковано статті: «Які фізичні константи можна вважати фундаментальними?» (Кузьменков, 2021b) і «Безрозмірні фундаментальні константи фізики: визначення і аналіз» (Кузьменков, 2022). Ми запропонували нові критерії фундаментальності фізичних констант (Кузьменков, 2021a, 2021b). Фундаментальними, на нашу думку, слід вважати константи, які, по-перше, не можна виразити через інші константи (незалежність – для розмірних констант); а, по-друге, варіації (уявні) числових значень цих констант спричиняють кардинальні зміни у нашому Всесвіті.

Згідно з цим визначенням нами було сформовано свої списки фундаментальних констант фізики, як розмірних, так і безрозмірних, які дещо відрізняються від списків, запропонованих іншими авторами (Розенталь, 1984; Девіс, 1982/1985; Окунь, 1991; Томлін, 2006; Спірідонов, 2015).

Для цитування:

Кузьменков С. Повна група фундаментальних констант фізики. *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 37, № 5. С. 37–42. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-037-5-005
 Кузьменков, С. (2022). Повна група фундаментальних констант фізики. *Фізико-математична освіта*, 37(5), 37–42. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-005>

For citation:

Kuzmenkov, S. (2022). The complete group of fundamental constants of physics. *Physical and Mathematical Education*, 37(5), 37–42. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-005>
 Kuzmenkov, S. (2022). Povna hrupa fundamentalnykh konstant fizyky [The complete group of fundamental constants of physics]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 37(5), 37–42. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-005>

Проте відкритим залишалось питання повноти групи фундаментальних фізичних констант, які є необхідними і достатніми для характеристики нашого Всесвіту.

Аналіз актуальних досліджень. Найбільш ґрунтовно проблемою фундаментальних констант фізики займалися Й.Л. Розенталь (1984), П. Девіс (1982/1985) О.П. Спірідонов (2015), К.А. Томілін (2006). Також Л.Б. Окунь (1991) в одній із статей коментував ситуацію, що склалася на той час з фундаментальними константами фізики.

Ми для зручності звели в одну таблицю пропозиції чотирьох зазначених авторів щодо переліку фундаментальних констант (табл. 1).

Таблиця 1

Пропозиції різних авторів щодо переліку фундаментальних констант фізики

Автор	Фундаментальні константи фізики
Й. Розенталь (1984)	Безрозмірні константи фундаментальних взаємодій: α_s (сильної), α_e (електромагнітної), α_w (слабкої), α_g (гравітаційної); N (розмірність простору), m_e/m_p (відношення мас електрона і протона), $(m_n - m_p)/m_p$ (відношення різниці мас нейтрона і протона до маси протона)
П. Девіс (1982/1985)	c (швидкість світла у вакуумі), G (гравітаційна стала), $\hbar$ (стала Планка), e (заряд електрона), m_e (маса електрона), m_p (маса протона), G_F (стала Фермі), α_s (стала сильної взаємодії) k (стала Больцмана), H_0 (стала Габбла), Λ (космологічна стала), n_γ/n_p (відношення концентрацій фотонів і протонів у Всесвіті)
О. Спірідонов (2015)	Розмірні: $G, c, \hbar, e, k, m_e, m_p, m_n$, (маса нейтрона), N_A (стала Авогадро), $st = \hbar^2 G^2 / c^7$ (квант простору-часу). Безрозмірні: $\alpha_s, \alpha_e, \alpha_w, \alpha_g, m_e/m_p, 2(m_n - m_p)/(m_n + m_p)$ (у знаменнику стоїть усереднена маса нуклона).
К. Томілін (2006)	Абсолютні міри: $c, \hbar, e, k$ (плюс квант магнітного потоку $\hbar/2e$ (? – знаки питання наші), стала Джозефсона $2e/h$ (?) та інші). Константи взаємодій: G, G_F , (стала Фермі) або $\alpha_w, \alpha_e, \alpha_s$. Основні масштаби мас (енергій): m_p , (планківська маса), m_p і m_e

З табл. 1 видно, що Й. Розенталь (1984) розглядає переважно безрозмірні константи і надає їх найкоротший список. На нашу думку, всього два співвідношення для мас мікрочастинок, не відображають адекватно властивості нашого Всесвіту (див. Кузьменков, 2022).

П. Девіс (1982/1985) не вважає масу нейтрона фундаментальною константою, проте вважає такою сталу Больцмана, на недоцільність чого нами було вказано раніше (Кузьменков, 2021b). Сумнівною є також поява в цьому списку відношення концентрацій фотонів і протонів у Всесвіті (надлишок фотонів над баріонами). Значення цього відношення 10^9 навряд чи є критичним для нашого Всесвіту і тому не задовольняє запропонованому нами критерію фундаментальності констант (Кузьменков, 2021a, 2021b).

О. Спірідонов (2015) наводить групу розмірних констант, яка далека від повноти, однак включає до нього k і N_A , на недоцільність чого ми вже звертали увагу (Кузьменков, 2021a, 2021b). Щодо безрозмірних констант, то Спірідонов наводить фактично той самий список, що і Розенталь. Проте, по-перше, цей список не можна вважати повним, по-друге, тут порушується принцип відповідності (див. далі) між розмірними і безрозмірними константами. Слід також зазначити, що у другому виданні своєї книги Спірідонов (2015) прибирає як фундаментальну константу розмірність простору, мабуть, вважаючи, що кванта простору-часу st , буде цілком достатньо для представлення нашого Всесвіту.

К. Томілін (2006) розділяє фундаментальні константи на три групи і в кожену групу, крім очевидних, включає не достатньо обґрунтовані, з погляду фундаментальності, константи (як от квант магнітного потоку або стала Джозефсона – в табл. 1 ми внесли не всі). До того ж деякі з них виражаються через інші розмірні фундаментальні константи, що, на нашу думку, є неприпустимим. Урешті-решт, повну групу фундаментальних фізичних констант за Томіліним уявити складно.

Отже, **метою статті** є визначення і обґрунтування повної групи як розмірних, так і безрозмірних фундаментальних констант фізики, які є необхідними й достатніми для характеристики нашого Всесвіту.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Систематизація, порівняльний аналіз і теоретичне осмислення наукових публікацій, аналіз наукової і навчальної літератури, розкриття основних дефініцій досліджуваної проблеми, узагальнення й уточнення ідей науковців.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

На нашу думку, вже визначену нами групу розмірних фундаментальних констант (Кузьменков, 2021a, 2021b). необхідно доповнити космологічною сталою Λ . Ця стала характеризує властивості фізичного вакууму (як найнижчого енергетичного стану будь-яких фізичних полів), метрику простору часу. Нині вона входить до основних рівнянь загальної теорії відносності А. Ейнштейна:

$$R_{ik} - \frac{1}{2} g_{ik} (R - 2\Lambda) = \frac{8\pi G}{c^4} T_{ik}, \quad (1)$$

де g_{ik} – компоненти фундаментального метричного тензора, R_{ik} – компоненти тензора Річчі, що є комбінаціями g_{ik} та їх першої і другої похідних, R – інваріант кривизни – комбінація складових обох згаданих тут тензорів (їх добутків), T_{ik} –

тензор енергії-імпульсу, складений із компонентів швидкостей речовини у 4-просторі, тиску P і густини енергії $\varepsilon = \rho c^2$ (Андрієвський та ін., 2019).

На підставі заданої форми для інтервалу у метриці Фрідмана–Леметра–Робертсона–Вокера (Засов & Постнов, 2006) та обчислених компонентів тензора Річчі рівняння Ейнштейна (1) зводять до системи двох диференціальних рівнянь, які пов'язують між собою швидкість і прискорення зміни масштабного фактору $a(t)$ залежно від інших параметрів моделі. Справа в тому, що у космології фізичну відстань між будь-якими двома близькими точками, що перебувають у стані спокою у супутній системі координат, записують через масштабний фактор (Засов & Постнов, 2006):

$$dl = a(t) dr, \quad (2)$$

де $dr = \text{const}$ – елемент безрозмірної відстані. Отже, згадані диференціальні рівняння виглядають так (Засов & Постнов, 2006):

$$\left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2 = \frac{8\pi G\rho}{3} - \frac{kc^2}{a^2} + \frac{1}{3}\Lambda c^2, \quad (3)$$

$$\frac{\ddot{a}}{a} = -\frac{4\pi G}{3}\left(\rho + \frac{3P}{c^2}\right) + \frac{\Lambda c^2}{3}, \quad (4)$$

де параметр $k = 0$ для плоского (евклідового) простору з нульовою кривизною, $k = +1$ для однорідного простору з додатною кривизною та $k = -1$ для однорідного простору з від'ємною кривизною. Це рівняння Фрідмана із урахуванням Λ . Перше рівняння зазвичай називають *рівнянням енергії*, друге – *рівнянням руху*.

Перенесення в рівнянні (1) Ейнштейна космологічної сталої в праву частину, тобто формальне її включення у тензор енергії-імпульсу, можна трактувати так, що за $\Lambda \neq 0$ порожній простір створює гравітаційне поле (тобто кривизну простору-часу, що якраз описується лівою частиною рівняння). Причому в цьому разі гравітаційне поле має бути таким, якби в ньому була присутня матерія з густиною маси $\rho_\Lambda = \frac{\Lambda c^2}{8\pi G}$, густиною енергії $\varepsilon_\Lambda = \frac{\Lambda c^4}{8\pi G}$ і незвичним тиском $P_\Lambda = -\varepsilon_\Lambda$. У

цьому сенсі говорять про густина енергії вакууму і тиск вакууму. Отже, наявність в рівняннях Ейнштейна космологічної сталої еквівалентно врахуванню густини енергії фізичного вакууму. Як з'ясувалось наприкінці ХХ ст., ця стала характеризує так звану «темну енергію», яка відповідає за прискорене розширення Всесвіту (Андрієвський та ін., 2019).

Числове значення космологічної сталої, що було отримано нещодавно в результаті спостережень для стандартної моделі ΛCDM (скорочення від Λ -Cold Dark Matter) – сучасної космологічної моделі, в якій просторово-плаский Всесвіт заповнений, окрім звичайної баріонної матерії, темною енергією (що якраз і описується космологічною сталою Λ у рівняннях Ейнштейна) та холодною темною матерією, становить $\Lambda = 1,0905 \cdot 10^{-52} \text{ м}^{-2}$ (Aghanim N. et al., 2020).

Цьому відповідає густина енергії вакууму $\varepsilon_\Lambda = 5,25 \cdot 10^{-10} \text{ Дж/м}^3$.

При цьому слід зазначити, що існує одна проблема, яка полягає у надзвичайній малості спостережуваного значення ε_Λ порівняно з теоретично очікуваним значенням, яке має бути на багато порядків більше (Засов & Постнов, 2006). Ця проблема відома в астрофізиці як «проблема космологічної сталої» і поки що не розв'язана.

Введемо безрозмірну константу, яка визначалась би через космологічну сталу. Оскільки Λ пов'язана з прискоренням розширенням Всесвіту, то шукану константу логічно визначити як відношення густини темної енергії до густини енергії спокою Всесвіту:

$$\alpha_\Lambda = \frac{\Lambda c^4 / 8\pi G}{\rho_{\text{кр}} c^2} = \frac{\Lambda c^2}{8\pi G \rho_{\text{кр}}}, \quad (5)$$

де $\rho_{\text{кр}} \approx 10^{-26} \text{ кг/м}^3$ – критична густина Всесвіту. Як середню густина Всесвіту було взято критичну густина, оскільки саме значення критичної густини (згідно зі спостережними даними) враховує не тільки видиму матерію, а й темну матерію, і темну енергію.

Підставляючи числові дані у формулу (5), дістаємо $\alpha_\Lambda \approx 0,7$.

Важливо зазначити, що системне дослідження проблеми фундаментальних констант фізики дало змогу сформулювати наступну пропозицію. Оскільки як розмірні, так і безрозмірні фундаментальні константи мають відображати один і той самий Всесвіт, то потрібно встановити *принцип відповідності* між цими групами констант, який би давав змогу однозначно переходити від однієї групи до іншої.

У групі безрозмірних фундаментальних констант є важлива підгрупа, яка пов'язана з усіма фундаментальними взаємодіями (Кузьменков, 2022). Проте, як з'ясувалось, за допомогою цієї підгрупи та навіть у поєднанні з іншими безрозмірними константами не можна задовольнити принцип відповідності. Зокрема, це стосується таких розмірних фундаментальних констант як c та $\hbar$.

Тому, на нашу думку, необхідно до групи безрозмірних констант додати дві константи, яким можна поставити у відповідність ці розмірні константи c та $\hbar$.

Наприклад, константі c можна поставити у відповідність безрозмірну константу, яку можна визначити як відношення планківської маси m_{Pl} (Андрієвський та ін., 2019) до маси електрона m_e :

$$\alpha_c = \frac{m_{\text{Pl}}}{m_e} = \frac{1}{m_e} \sqrt{\frac{\hbar c}{G}} = 2,4 \cdot 10^{22}. \quad (6)$$

Слід зазначити, що формула (6) не є очевидною. Проведений аналіз показав, що «безрозмірну швидкість світла», яка відповідає граничній швидкості поширення взаємодій (сигналів) у нашому Всесвіті, визначити не так просто. Тому формулу (6) ми схильні розглядати як додаткове, але необхідне рівняння, яке пов'язує фундаментальні фізичні константи c , G , $\hbar$, m_e , і допомагає сформувати повну групу безрозмірних констант.

Ще одну безрозмірну константу, яка співвідноситься вже зі сталою Планка, можна ввести як відношення енергії переходу під час утворення спектральної лінії $H\alpha$ ($\lambda_{H\alpha} = 656,3$ нм у серії Бальмера) до енергії спокою електрона:

$$\alpha_h = \frac{\hbar\omega}{m_e c^2} = \frac{2\pi\hbar}{m_e c \lambda_{H\alpha}} = \frac{\lambda_e}{\lambda_{H\alpha}}, \quad (7)$$

де λ_e – комптонівська довжина хвилі електрона. За розрахунками $\alpha_h = 3,7 \cdot 10^{-6}$.

З іншого боку, послідовне застосування принципу відповідності дає змогу уточнити склад груп як розмірних, так і безрозмірних констант. Наприклад, серед запропонованих нами (Кузьменков, 2021а, 2021b, 2022) списків констант є відповідності: $e \leftrightarrow \alpha_e$ (заряд електрона $\leftrightarrow$ безрозмірна константа електромагнітної взаємодії) і $G \leftrightarrow \alpha_g$ (гравітаційна стала $\leftrightarrow$ безрозмірна константа гравітаційної взаємодії). Але така відповідність відсутня для слабкої і сильної взаємодій, оскільки безрозмірні константи є (Кузьменков, 2022), а відповідних розмірних констант у запропонованому списку (Кузьменков, 2021а, 2021b) немає.

Тому ми пропонуємо згідно з принципом відповідності додати до групи розмірних фундаментальних констант сталу Фермі G_F і величину кольорового заряду g_{qq} .

Ми також хочемо уточнити визначення безрозмірної сталої Габбла. Раніше (Кузьменков, 2022) ми її визначили так:

$$\alpha_H = \frac{1}{2} \left(\frac{H_0 R_{bc}}{c} \right)^2, \quad (8)$$

де під R_{bc} ми розуміли радіус спостережуваного Всесвіту. Проте тут присутня деяка невизначеність, оскільки величина цього радіусу залежить від способу його визначення. Тому ми пропонуємо під R_{bc} розуміти радіус так званого *космологічного горизонту* (інакше, *горизонту частинок*) (B. Margalef-Bentabol, J. Margalef-Bentabol, Сера, 2012).

Космологічний горизонт – це межа між спостережуваними і ще не спостережуваними областями Всесвіту, який весь час розширюється. Через розширення Всесвіту цей розмір не можна визначити як добуток швидкості світла на вік Всесвіту (згідно з Λ CDM-моделлю вік Всесвіту $t_{bc} = 13,8$ млрд років (Planck Coll., 2013)). Проте його можна визначити як добуток швидкості світла на так званий *конформний час* τ : $R_{kr} = c\tau_0$, де індекс 0 означає сучасну епоху. Конформний час визначають так:

$$\tau = \int_0^t \frac{dt'}{a(t')}, \quad (9)$$

де $a(t)$ – безрозмірний масштабний фактор, t означає поточний час, а $t = 0$ відповідає моменту Великого вибуху. У метриці Фрідмана–Леметра–Робертсона–Вокера $\tau_0 = 1,48 \cdot 10^{18}$ с (46,9 млрд років), а радіус космологічного горизонту становить $R_{kr} = 4,44 \cdot 10^{26}$ м.

Отже, у формулі (8) ми пропонуємо замінити R_{bc} на більш конкретну величину R_{kr} . І тоді матимемо:

$$\alpha_H = \frac{1}{2} \left(\frac{H_0 R_{kr}}{c} \right)^2 = 5,3. \quad (10)$$

Врешті-решт, остаточно повні (на сьогодні) групи розмірних і безрозмірних фундаментальних констант виглядають, на нашу думку, так (табл. 2 і 3):

Таблиця 2

Повна група розмірних констант фізики

№	Позначення	Назва	Зміст	Числове значення
1	c	швидкість світла у вакуумі	максимальна швидкість взаємодій у нашому Всесвіті	299792458 м/с
2	G	гравітаційна стала	характеристика інтенсивності гравітаційної взаємодії	$6,673 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 / (\text{кг} \cdot \text{с}^2)$
3	$\hbar$	стала Планка	мінімальний квант дії, квант кутового моменту	$1,055 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
4	e	заряд електрона	характеристика інтенсивності електромагнітної взаємодії	$1,602 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
5	m_p	маса протона	маса частинки, з яких складається речовина Всесвіту (видима матерія)	$1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
6	m_n	маса нейтрона	маса частинки, з яких складається речовина Всесвіту (видима матерія)	$1,6749 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
7	m_e	маса електрона	маса частинки, з яких складається речовина Всесвіту (видима матерія)	$9,109 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
8	G_F	стала Фермі	характеристика інтенсивності слабкої взаємодії	$1,43 \cdot 10^{-62} \text{ Дж} \cdot \text{м}^3$
9	g_{qq}	кольоровий заряд	характеристика інтенсивності сильної взаємодії	$6,14 \cdot 10^{-13} (\text{Дж} \cdot \text{м})^{\frac{1}{2}}$
10	H_0	стала Габбла	характеристика швидкості розширення Всесвіту в сучасну епоху	$(67,8 \pm 1,3) \text{ км}/(\text{с} \cdot \text{Мпк})$
11	Λ	космологічна стала	характеристика темної енергії Всесвіту	$1,0905 \cdot 10^{-52} \text{ м}^{-2}$
12	N	розмірність простору	метрична і топологічна характеристики	3

Таблиця 3

Повна група безрозмірних констант фізики

№	Визначення і позначення	Назва	Числове значення
1	$\alpha_c = \frac{1}{m_e} \sqrt{\frac{\hbar c}{G}}$	безрозмірна «швидкість світла»	$2,4 \cdot 10^{22}$
2	$\alpha_g = \frac{G m_p^2}{\hbar c}$	безрозмірна фундаментальна константа гравітаційної взаємодії	$5,9 \cdot 10^{-39}$
3	$\alpha_h = \frac{\lambda_e}{\lambda_{\text{Hа}}}$	безрозмірна стала Планка	$3,7 \cdot 10^{-6}$
4	$\alpha_e = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 \hbar c}$	безрозмірна фундаментальна константа електромагнітної взаємодії	$\frac{1}{137,04}$
5	$\frac{m_n}{m_p}$	відношення мас нейтрона і протона	1,0014
6	$\frac{2(m_n - m_p)}{(m_n + m_p)}$	відношення різниці мас нейтрона і протона до середньої маси нуклона	0,0014
7	$\frac{m_p}{m_e}$	відношення мас протона і електрона	1836
8	$\alpha_w = \frac{\sqrt{2}}{\pi \hbar c} \left(\frac{m_p c^2}{\hbar c} \right)^2 G_F$	безрозмірна фундаментальна константа слабкої взаємодії	10^{-5}
9	$\alpha_s = \frac{g_{qg}^2}{4\pi \hbar c}$	безрозмірна фундаментальна константа сильної взаємодії;	~ 1 (для звичайних відносних відстаней ≈ 1 Фм)
10	$\alpha_H = \frac{1}{2} \left(\frac{H_0 R_{\text{кр}}}{c} \right)^2$	безрозмірна стала Габбла	5,3
11	$\alpha_\Lambda = \frac{\Lambda c^2}{8\pi G \rho_{\text{кр}}}$	безрозмірна космологічна стала	0,7
12	N	розмірність простору	3

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

1. Групу розмірних фундаментальних констант фізики слід доповнити космологічною сталою Λ , яка є неодмінною складовою сучасних космологічних моделей, визначає густину енергії фізичного вакууму, характеризує «темну енергію» і відповідає за прискорення розширення нашого Всесвіту. Ця константа цілком задовольняє запропонованим нами критеріям щодо фундаментальності констант, оскільки її числове значення визначає динаміку розширення нашого Всесвіту.

2. Розмірній фундаментальній константі Λ можна поставити у відповідність безрозмірну фундаментальну константу α_Λ , яку, на нашу думку, можна визначити формулою (5).

3. Оскільки як розмірні, так і безрозмірні фундаментальні константи мають відображати один і той самий Всесвіт, то ми пропонуємо встановити *принцип відповідності* між цими групами констант, який би давав змогу однозначно переходити від однієї групи до іншої.

4. Використання принципу відповідності дало змогу уточнити і доповнити склад груп розмірних і безрозмірних фундаментальних констант фізики відповідно. Отже, ми доповнили групу розмірних констант ще двома (крім Λ), а саме: сталою Фермі G_F і величиною кольорового заряду g_{qg} , а групу безрозмірних констант – константами α_c і α_h , які відповідають розмірним константам c і $\hbar$.

5. Врешті-решт сформовано дві повні (на сьогодні) групи фундаментальних констант фізики (розмірних і безрозмірних) по 12 членів у кожній і систему рівнянь, яка однозначно описує перехід від однієї групи констант до іншої.

У подальшому на конкретних прикладах продемонструємо вплив варіацій (уявних) числових значень нових введених констант (як розмірних, так і безрозмірних) на властивості нашого Всесвіту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Aghanim N. et al. (Planck Collaboration) (2020). Planck 2018 results. VI. Cosmological parameters. *Astronomy & Astrophysics*, 641, A6. <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201833910>.
- Margalef-Bentabol, B., Margalef-Bentabol, J., Cepa, J. (2012). Evolution of the cosmological horizons in a concordance universe. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*. 12:035.
- Planck Collaboration (2016). Planck 2015 results. XIII. Cosmological parameters. *Astronomy & Astrophysics*, 594, A13.
- Андрієвський, С.М., Кузьменков, С.Г., Захожай, В.А., & Климишин, І.А. (2019). *Загальна астрономія*. ПромАрт.
- Девис, П. (1985). *Случайная Вселенная* (В. Чертопруд, Пер.). Мир. (Оригінал опубліковано 1982).
- Засов, А.В., & Постнов, К.А. (2006). *Общая астрофизика*. Фрязино.
- Кузьменков, С. (2022). Безрозмірні фундаментальні константи фізики: визначення і аналіз. *Фізико-математична освіта*, 36(4), 46-50. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-036-4-0066>.

8. Кузьменков, С.Г. (2021a). *Фундаментальні фізичні та математичні константи: Задачі з розв'язаннями*. Херсон.
9. Кузьменков, С.Г. (2021b). Які фізичні константи можна вважати фундаментальними? *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*, 198, 40–44. <https://pednauk.cuspu.edu.ua/index.php/pednauk/issue/view/25>.
10. Окунь, Л.Б. (1991). Фундаментальные константы физики. *УФН*, 161(9), 177–194.
11. Розенталь, И.Л. (1984). *Элементарные частицы и структура Вселенной*. Наука.
12. Спиридонов О.П. (2015). *Фундаментальные физические постоянные: От начал физики до космологии* (2-ге вид.) ЛЕНАНД.
13. Томилин, К.А. (2006). *Фундаментальные физические постоянные в историческом и методологическом аспектах*. ФИЗМАТЛИТ.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Aghanim N. et al. (Planck Collaboration) (2020). Planck 2018 results. VI. Cosmological parameters. *Astronomy & Astrophysics*, 641, A6. <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201833910>.
2. Margalef-Bentabol, B., Margalef-Bentabol, J., Cepa, J. (2012). Evolution of the cosmological horizons in a concordance universe. *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*. 12:035.
3. Planck Collaboration (2016). Planck 2015 results. XIII. Cosmological parameters. *Astronomy & Astrophysics*, 594, A13.
4. Andriievskiy, S.M., Kuzmenkov, S.H., Zakhozai, V.A., & Klymyshyn, I.A. (2019). *Zahalna astronomiia [General Astronomy]*. PromArt. (in Ukrainian).
5. Davis, P. (1985). The Accidental Univers [Sluchaynaya Vseleennaya] (V. Chertoprud, Per.). Myr. (Oryhinal opublikovano 1982). (in Russian).
6. Zasov, A.V., & Postnov, K.A. (2006). *Obshhaya astrofizika [General Astrophysics]*. Frjazino. (in Russian).
7. Kuzmenkov, S. (2022). Bezrozmirni fundamentalni konstanty fizyky: vyznachennia i analiz [Dimensionless fundamental constants of physics: definition and analysis]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 36(4), 46-50. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-036-4-006>
8. Kuzmenkov, S.H. (2021a). *Fundamentalni fizychni ta matematychni konstanty: Zadachi z rozv'iazanniamy [Fundamental Physical and Mathematical Constants: Problems with Solutions]*. Kherson. (in Ukrainian).
9. Kuzmenkov, S.H. (2021b). Yaki fizychni konstanty mozna vvazhaty fundamentalnymy? [Which Physical Constants Can Be Considered Fundamental?]. *Naukovi zapysky. Seriya: Pedagogichni nauky – Proceedings. Series: Pedagogical sciences*, 198, 40–44. <https://pednauk.cuspu.edu.ua/index.php/pednauk/issue/view/25>. (in Ukrainian).
10. Okun', L.B. (1991). Fundamental'nye konstanty fiziki [Fundamental Constants of Physics]. *UFN*, 161(9), 177–194. (in Russian).
11. Rozental, I.L. (1984). *Jelementarnye chasticy i struktura Vselennoj [Elementary Particles and Structure of Univers]*. Nauka. (in Russian).
12. Spiridonov, O.P. (2015). *Fundamental'nye fizicheskie postojannye: Ot nachal fiziki do kosmologii [Fundamental Physical Constants: From the Beginnings of Physics to Cosmology]*. LENAND. (in Russian).
13. Tomilin, K.A. (2006). *Fundamental'nye fizicheskie postojannye v istoricheskom i metodologicheskom aspektah [Fundamental Physical Constants in historical and methodological aspects]*. FIZMATLIT. (in Russian).



This work is licensed under Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

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 10.31110/2413-1571-2022-037-5-006

УДК 373.5.091.26

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ВПРОВАДЖЕННЯ ФОРМУВАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

Любов МИХАЙЛЕНКО ✉

Вінницький державний педагогічний університет
імені Михайла Коцюбинського, Україна
mikhailenkolf@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5051-5561>

MODERN APPROACHES TO THE IMPLEMENTATION OF FORMATIVE ASSESSMENT IN MATHEMATICS LESSONS

Liubov MYKHAILENKO ✉

Vinnitsia Mykhailo Kotsiubynskyi
State Pedagogical University, Ukraine
mikhailenkolf@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5051-5561>

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. У сучасній освіті важливу роль відіграють формувальне оцінювання. Дослідження свідчать, що застосування формувального оцінювання на уроках може сприяти покращенню успішності учнів. Впровадження формувального оцінювання на уроках математики потребує виваженого осмислення наявних та розробки нових методичних засад організації формувального оцінювання.

Матеріали і методи. Аналіз, узагальнення, систематизація та класифікація при опрацюванні науково-методичної літератури з метою з'ясування стану розробленості досліджуваної проблеми та аналізу різних підходів впровадження формувального оцінювання на уроках математики.

Результати. У більшості економічно розвинених країн, на рівні держави, докладено багато зусиль для реформування системи оцінювання, зокрема для впровадження формувального оцінювання навчальних досягнень учнів. Проте, не всі вчителі у цих країнах практикують формувальне оцінювання. До основних напрямів підвищення ефективності впровадження формувального оцінювання відносять: забезпечення професійного розвитку вчителів; створення ресурсів для підтримки практик формувального оцінювання. Актуальними є: відбір прийомів і засобів для формувального оцінювання; особливості використання різних технологій формувального оцінювання, наприклад, надання зворотного зв'язку, проведення бесіди у класі, організація самооцінювання учнів; розробка інструментів оцінювання для різних форм навчання (онлайн, змішаного навчання); практики в освіті та професійному розвитку вчителів, які стосуються питань оцінювання для навчання та викладання математики.

Висновки. Протягом кількох десятиліть у багатьох країнах світу заохочується та підтримується спільна діяльність адміністрації школи, вчителів та науковців для впровадження формувального оцінювання в освітній процес: з'ясовується роль вчителя та учнів на уроках формувального оцінювання; створюються умови для розширення знань і вмінь вчителів використовувати конкретні технології, прийоми та засоби формувального оцінювання; вивчаються можливості для поєднання і використання перспективного досвіду формувального оцінювання, які можна впроваджувати для навчання математики.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: формувальне оцінювання; інструментарій оцінювання; навчальні досягнення учнів з математики.

ABSTRACT

Formulation of the problem. Formative assessment plays an important role in modern education. Research shows that the use of formative assessment in the classroom can help improve student performance. The implementation of formative assessment in mathematics lessons requires a balanced understanding of the existing and development of new methodological principles for the organization of formative assessment.

Materials and methods. Analysis, generalization, systematization, and classification in the study of scientific and methodical literature with the aim of clarifying the state of development of the researched problem and analyzing different approaches to the implementation of formative assessment in mathematics lessons.

Results. In most economically developed countries, at the state level, many efforts have been made to reform the evaluation system, in particular, to introduce formative evaluation of students' educational achievements. However, not all teachers in these countries practice formative assessment. The main directions of increasing the effectiveness of the implementation of formative assessment include: ensuring the professional development of teachers; creating resources to support formative assessment practices. The following are relevant: selection of techniques and means for formative assessment; peculiarities of using various technologies of formative assessment, for example, providing feedback, holding a conversation in the classroom, organizing student self-assessment; development of assessment tools for various forms of education (online, blended learning); practices in teacher education and professional development that address issues of assessment for mathematics learning and teaching.

Conclusions. For several decades, in many countries of the world, joint activities of school administration, teachers, and scientists have been encouraged and supported to introduce formative assessment into the educational process: the role of the teacher and students in formative assessment lessons is clarified; conditions are created for expanding the knowledge and skills of teachers to use specific technologies, techniques, and means of formative assessment; opportunities for combining and using the prospective experience of formative assessment, which can be implemented for teaching mathematics, are studied.

KEYWORDS: formative assessment; assessment tools; educational achievements of students in mathematics.

ВСТУП

Постановка проблеми. Протягом останніх 20 років було проведено значну кількість педагогічних досліджень щодо впровадження формувального оцінювання в освітній процес. Дослідження показали, що застосування формувального оцінювання на уроках може сприяти покращенню успішності учнів (Black and Wiliam, 1998). Важлива роль формувальному оцінюванню відводиться й сьогодні для організації освітнього процесу після дистанційного навчання у 2020 та 2021 роках під час пандемії COVID-19 (OECD, 2021). Впровадження формувального оцінювання на уроках

Для цитування:

Михайленко Л. Сучасні підходи до впровадження формувального оцінювання на уроках математики. *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 37. № 5. С. 43-49. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-037-5-006
Михайленко, Л. (2022). Сучасні підходи до впровадження формувального оцінювання на уроках математики. *Фізико-математична освіта*, 37(5), 43-49. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-006>

For citation:

Mykhailenko, L. (2022). Modern approaches to the implementation of formative assessment in mathematics lessons. *Physical and Mathematical Education*, 37(5), 43-49. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-006>
Mykhailenko, L. (2022). Suchasni pidkhody do vprovadzhennia formuval'nogo otsiniuvannia na urokakh matematyky [Modern approaches to the implementation of formative assessment in mathematics lessons]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 37(5), 43-49. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-006>

математики потребує вираженого осмислення наявних та розробки нових методичних засад організації формувального оцінювання. Провідні країни світу мають значний досвід застосування формувального оцінювання на уроках математики, який доцільно вивчити для впровадження новітніх ідей у освітній процес України.

Аналіз актуальних досліджень. Відповідно до Закону України «Про повну загальну середню освіту» (2020) основними видами оцінювання результатів навчання учнів є формувальне, поточне, підсумкове (тематичне, семестрове, річне) оцінювання, державна підсумкова атестація, зовнішнє незалежне оцінювання. Формувальне, поточне та підсумкове оцінювання результатів навчання учнів на предмет їх відповідності вимогам навчальної програми, вибір форм, змісту та способу оцінювання здійснюють педагогічні працівники закладу освіти. У рекомендаціях МОН України (2022), зазначено, що в оцінюванні навчальних досягнень учнів 5-х класів НУШ, важливо розрізняти поточне формувальне оцінювання (оцінювання для навчання) та підсумкове оцінювання (семестрове, річне). Поточне формувальне оцінювання здійснюють з метою допомогти учням усвідомити способи досягнення кращих результатів навчання. Підсумкове оцінювання здійснюють з метою отримання даних про рівень досягнення учнями результатів навчання. Освітня програма закладу освіти, розроблена на основі Типової освітньої програми, має містити опис форм організації освітнього процесу та інструментарію оцінювання.

У працях українських науковців Н.В. Морзе, О.В. Барни, В.П. Вембер (2013), О.І.Локшиної (2009), О.В. Онопрієнко (2016), Н.П. Деметієвської (2012), Л.В. Кабан (2017) та ін. розкрито особливості формувального оцінювання навчальних досягнень учнів переважно початкової школи. Зокрема, О.І. Локшина розуміє формувальне оцінювання як інтерактивне оцінювання учнівського прогресу, що дає змогу вчителям визначати потреби учнів, адаптуючи до них процес навчання. Л.В. Кабан (2017) обґрунтовує, що формувальне оцінювання створює можливість учителю відслідковувати процес просування учня до навчальних цілей і вчасно вносити корективи в навчальний процес. Для учня формувальне оцінювання слугує рекомендацією до дії, а не педагогічним вироком. Л.Д. Зеленська (2022) показує, що впровадження формувального оцінювання в практику роботи закладів загальної середньої освіти на рівні базової школи, по-перше, дозволяє забезпечити наступність у видах і методах оцінювання й контролю між початковою й базовою середньою освітою, по-друге – повною мірою реалізувати їх діагностичну, коригувальну, прогностичну, навчальну, розвивальну, виховну, мотивувальну, управлінську функції. Формувальне оцінювання як вид контролю виступає не лише інструментом для вимірювання навчальних досягнень учня, а й засобом для навчання: дозволяє визначити навчальні потреби учня, вчасно виявляти утруднення й запобігати їх нашаруванню, формувати внутрішню мотивацію до навчання, спонукати до самопізнання, саморозвитку, самовдосконалення, саморефлексії, формувати впевненість у собі, запобігати побоюванням помилятися, зміцнювати товариськість і відчуття значимості в колективі. А.В. Гривко та Л.С. Ващенко (2021) доводять, що одним із шляхів модернізації системи оцінювання в базовій та старшій профільній школі є поєднання можливостей традиційного поточного та формувального оцінювання, які є не взаємозамінюваними, а взаємодоповнюваними видами оцінювання.

Мета статті: проаналізувати сучасні підходи до впровадження формувального оцінювання на уроках математики на основі аналізу міжнародного досвіду.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Теорію формувального оцінювання вперше описали та означили Paul Black та Dylan Wiliam. Спочатку формувальне оцінювання вживалось як «оцінювання для навчання». Теоретичних праць щодо запровадження формувального оцінювання у школі є досить багато, причому більшість з них розвивають теоретичні засади формувального оцінювання розроблені вченими Paul Black та Dylan Wiliam (1998) та цитують їх праці. У дослідницькому огляді Р. Black та D. Wiliam (2009) формувальне оцінювання описується як: «... всі ті види діяльності, що здійснюються вчителями та їхніми учнями під час самооцінки, які надають інформацію, яка буде використана як зворотний зв'язок для зміни навчальної діяльності, в якій вони беруть участь. Таке оцінювання стає «формувальним оцінюванням», коли фактичні дані використовуються для адаптації навчальної роботи для задоволення потреб». Р. Black та D. Wiliam (2009) у своїх працях виділили основні принципи впровадження формувального оцінювання: діалог є важливою частиною формувального оцінювання; коментарі для зворотного зв'язку, розроблені індивідуально для учнів, мають бути у письмовій формі; взаємоперевірка та самоперевірка навчання є необхідною частиною формувального оцінювання; під час групової та парної роботи учні мають взаємодіяти у співпраці, а не в конкуренції. Р. Black (2000) запропонував модель організації формувального оцінювання: А. Формулювання цілей; Б. Планування діяльності; В. Реалізація запланованого; Г. Рефлексія; Д. Підведення підсумків. Дослідники звертають увагу, що необхідними є чіткі вказівки для діяльності вчителя при застосуванні формувального оцінювання.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналіз, узагальнення, систематизація та класифікація при опрацюванні науково-методичної літератури з метою з'ясування стану розробленості досліджуваної проблеми та аналізу різних підходів впровадження формувального оцінювання на уроках математики.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У більшості економічно розвинених країн, на рівні держави, докладено багато зусиль для реформування системи оцінювання, зокрема для впровадження формувального оцінювання навчальних досягнень учнів. Наприклад, країни, що входять до організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) звітують за напрямом «оцінка і оцінювання в освіті». У цих звітах, країни описують власну систему оцінювання, визначають покращення, які можна зробити для підвищення якості та ефективності шкільної освіти. У Болгарії, (відповідно до звіту) формувальне оцінювання, ґрунтується на діагностичних тестах на початку року та регулярних оцінках у класі. Багато шкільних вчителів у Болгарії прагнуть зробити оцінювання більш значущим і мотивуючим для учнів, вважаючи, що запровадження практик формувального оцінювання

в класі може позитивно впливати на ефективність навчання всіх учнів. Таким чином, у Болгарських школах спрямовується діяльність: на свідоме розуміння вчителями принципів формувального оцінювання; на розвиток відповідних навичок; надається практична підтримка для впровадження формувального оцінювання в класі. До основних шляхів вирішення даної проблеми відносять: 1) сприяння використанню діагностичних оцінок, щоб допомогти вчителям краще зрозуміти навчальні потреби учнів і адаптуватися до них; 2) забезпечення професійного розвитку вчителів, зокрема, проведення для всіх учителів тренінгів з формувального оцінювання; 3) створення ресурсів для підтримки практик формувального оцінювання (Guthrie et al., 2022a). У Боснії і Герцеговині вироблені спеціальні правила, які стосуються політики оцінювання учнів. Ці правила визначають різні способи вимірювання знань учнів, переважно у класі (наприклад, шляхом усного, письмового, практичного оцінювання), частоту та час проведення оцінювання, а також процедури оцінювання та звітування про зворотний зв'язок учням та їхнім батькам. Багато цих правил містять посилання на ключові принципи оцінювання, такі як важливість використання комбінації числових і описових оцінок, а також проведення «первинних перевірок» або діагностичних тестів на початку навчального року. Однак, більшість з цих правил чітко не пояснюють концепцію формувального оцінювання. Лише у збірнику правил республіки і деякі з правил округу Брчко прямо посилаються на формувальне оцінювання як інструмент для покращення навчання учнів. Також розроблено рекомендації та допоміжні матеріали, на допомогу вчителям, для запровадження формувального оцінювання (Guthrie et al., 2022b). Як і багато інших країн ОЕСР, Грузія доклала значних старань, щоб інтегрувати більш ефективні методи оцінювання у свої класи. Уряд країни взяв участь у проєктах, у партнерстві з міжнародними донорами, для розвитку вчителів у використанні більш ефективних методів оцінювання. У результаті, в рамках Проєкту початкової освіти Грузії (G-PriEd) розроблено 13 інструментів формувального оцінювання, таких як E-Assess, програмне забезпечення онлайн-діагностичного оцінювання. Незважаючи на ці значні зусилля, формувальне оцінювання не є широко зрозумілим вчителям і не практикується в всіх грузинських школах (Li et al., 2019).

Норвезька програма «Оцінювання для навчання» (2010-2018) була розроблена для підтримки шкіл і місцевих органів влади для вдосконалення практик формувального оцінювання в класах по всій країні. Управління освіти та навчання встановило керівні принципи щодо змісту та організації програми, тоді як місцеві органи влади були долучені до їх впровадження на місцевому рівні. Програма базувалася на чотирьох принципах якісного формувального оцінювання, викладених у Законі про освіту Норвегії. Вони полягають у тому, що учні навчаються краще, коли вони: 1) розуміють, що вивчати і що від них очікується; 2) отримують зворотній зв'язок, який надає інформацію про якість їхньої роботи чи виконання; 3) отримують поради щодо того, як покращитися; 4) беруть участь у керуванні власним процесом навчання та самооцінці. Щоб допомогти впровадити програму, дирекція надає муніципалітетам низку основних документів. Зокрема, базовий документ, що: описує цілі програми, спільні керівні принципи, ролі та обов'язки для всіх учасників; пропонує шаблони планування, самооцінювання та звітності для шкіл; опитувальники для учнів, результати яких опрацьовуються, на рівні школи та національному рівні. У результаті впровадження цієї програми сформувалась культура оцінювання, яка більше орієнтована на навчання, розширилась практика використання формувального оцінювання, покращилось планування навчальних програм і покращилась культура досліджень і розробок у школах. Однак обсяг змін був різним, що вказувало на те, що деяким учасникам програми потрібно було більше часу, щоб ввести значні зміни (OECD, 2021).

У звіті *Північної Македонії* зазначено: держава інвестувала кошти у сприяння використанню формувального оцінювання в класах, що сприяло більшому усвідомленню його важливості. Однак однією з причин, чому формувальне оцінювання не стало більш упровадженим, є систематичні бар'єри, такі як щільна та жорстка навчальна програма, яка заважає вчителям використовувати визначені методи формувального оцінювання. У 2015 році у Північній Македонії розроблений Посібник з формувального оцінювання, з метою спрямовувати професійний розвиток вчителів і заохочувати їх використовувати формувальне оцінювання. У посібнику пояснено, як діагностувати досягнення учнів у порівнянні з очікуваними результатами навчання та як використовувати цю інформацію, щоб допомогти диференціювати та адаптувати навчання до індивідуальних потреб учнів (OECD, 2019). У *Сербії* для забезпечення кращого балансу між формувальним та підсумковим оцінюваннями в школі визначили три напрями: 1) перегляд системи оцінювання навчальних досягнень учнів, з метою зміщення уваги з оцінок на навчання; 2) посилення підтримки шкіл у запровадженні формувального оцінювання; 3) розвиток оцінювальної грамотності учителів. Для реалізації цих напрямів визначені основні принципи оцінювання учнів; розширено шкалу оцінювання, щоб уможливити більш точний опис здібностей учнів; широко практикується використання діагностичного оцінювання (початковий тест); створено систему заохочення вчителів до використання формувального оцінювання, яка включає професійний розвиток вчителя (Maghnoouj et al., 2020). У *Туреччині*, оцінювання на уроках, переважно проводять з метою підбиття підсумків навчання, наприклад, наприкінці навчального розділу (підсумкове) або для перевірки розуміння під час навчального процесу, щоб визначити навчальні потреби, забезпечити зворотній зв'язок із учнями та адаптувати стратегії навчання (формувальне). Одним із типів формувального оцінювання є діагностичне оцінювання на початку навчального року або навчального розділу для визначення вихідних «точок» учнів. Практики формувального оцінювання заохочуються освітньою політикою, але не використовуються широко (Kitchen et al., 2020). У *Швеції*, створено освітній простір для вчителів, що дозволяє їм вчитись самостійно планувати урок використовуючи інструменти формувального оцінювання, регулярно обговорювати свій досвід з колегами, проводити уроки та оцінювати свій досвід (OECD, 2021). Перуанські вчителі інтегрували у свою практику багато технологій формувального оцінювання, рекомендованого їхнім Міністерством освіти. Зокрема, вчителям показували зразкові практики впровадження формувального оцінювання. Спостереження вчителів за цими прикладами впровадження формувального оцінювання сприяло ефективному вивченню ними нових практик викладання (Yábar et al., 2022). У Чеській Республіці, в рамках фінансованого ЄС проєкту Assess Inquiry in Science, Technology, and Mathematics Education (ASSIST-ME) проводилось дослідження щодо колегіального оцінювання. У межах проєкту розроблялись методи формувального та підсумкового оцінювання, які підтримують дослідницькі підходи у викладанні природничих наук, технічних дисциплін і математики. На основі аналізу того, що вже відомо про підсумкове та формувальне оцінювання

знань, умінь і ставлень учнів, команда проекту запропонувала різноманітні комбіновані методи оцінювання. Ці методи були випробувані в початкових і середніх школах у різних країнах Європи (Чехія, Данія, Фінляндія, Франція, Кіпр, Німеччина, Швейцарія та Великобританія). Авторка статті пропонує структуру уроку формуального оцінювання та зразки робочих аркушів для формуального оцінювання учнів (Hošpesová, 2018).

Досліджуючи науково-методичну літературу в галузі методики навчання математики щодо особливостей організації формуального оцінювання на уроках математики, зазначимо, що актуальним залишається відбір прийомів і засобів для формуального оцінювання; використання різних технологій формуального оцінювання, наприклад, надання зворотного зв'язку, проведення бесіди у класі, організація самооцінювання учнів; розробка інструментів оцінювання для різних форм навчання (онлайн, змішаного навчання); практики в освіті та професійному розвитку вчителів, які стосуються питань оцінювання для навчання та викладання математики. Особливо цінними, на наш погляд, є праці у яких описані конкретні технології, прийоми та засоби формуального оцінювання, які можна впроваджувати для навчання математики українських школярів.

Угорські дослідники у галузі методики навчання математики (Szeibert, Muzsnay, Szabó et al., 2022) описують метод тестування як особливий спосіб формуального оцінювання. Описаний метод полягає в наступному: в кінці кожного уроку математики учні пишуть контрольну роботу з вивченого за день матеріалу. Ці тести містять дві задачі: одну теоретичну та одну практичну. Тести оцінюються (0–2 бали), учні отримують відгуки про свої роботи та результати оцінювання. Отримані результати оцінювання впливають на підсумкові оцінки. Автори відзначають, що за допомогою цього методу закріплюється матеріал, вивчений того дня; також учитель може побачити, як учні зрозуміли поданий матеріал, і він/вона може використовувати цю інформацію при плануванні наступного уроку. Крім того, дослідники стверджують, що тестове навчання допомагає підвищити не тільки результати навчальних досягнень учнів з математики, але й їхню самоефективність. Виходячи з того факту, що ефект тестування – це процес пам'яті, а самоефективність – це ставлення. Автори засвідчують, що отримані результати та створені ситуації показують, що тестове навчання не лише допомагає учням засвоїти навчальний матеріал, але й покращує їхні загальні навчальні здібності. Дослідники з Ірландії та Австрії Bjarnheiður (Bea) Kristinsdóttir, Freyja Hreinsdóttir, Zsolt Lavicza у статті «Розробка мовних відеозавдань як інструмент формуального оцінювання», описали власну технологію реалізації формуального оцінювання. Зокрема, під час вивчення нових математичних понять учням пропонують беззвукі відеозавдання: учні працюючи у парах повинні створити голосовий супровід короткого (< 2 хв), беззвучного анімованого відеокліпу (відео зосереджено на одному математичному понятті/твердженні). Беззвучні відеозавдання призначені для того, щоб учні поміркували над власним розумінням, а вчителі могли оцінити розуміння учнями конкретного математичного поняття/твердження. На основі відповідей учнів на завдання вчитель організовує групову дискусію, розмірковуючи над різними способами опису, розповіді та пояснення учнів. Мета – досягти загального розуміння змісту математичного поняття. Така робота на уроці сприяє виконанню наступних методичних завдань: заохочення до дискусії, забезпечення різними практичними завданнями для вирішення проблеми, надання зворотного зв'язку учням із різними результатами. У статті «Формуальне оцінювання у повсякденному навчанні математичного моделювання: впровадження письмового та усного зворотного зв'язку до компетентісно-орієнтованих завдань» M. Besser, W. Blum, M. Klimczak (2013) описали міждисциплінарний дослідницький проект Co2CA що досліджує, як оцінювання та звітування про успішність учнів у математиці можна організувати в повсякденному навчанні таким чином, щоб вчителі могли належним чином аналізувати результати учнів і організовувати подальше навчання якомога ефективніше. Автори обґрунтовують, що регулярне оцінювання та звітування про результати учнів сприятиме ефективному процесу навчання учнів виконувати математичні завдання, зосереджені на технічній та модельній компетентності. Серед основних форм формуального оцінювання що практикувались: усний індивідуальний зворотний зв'язок, пов'язаний із виконанням завдання; індивідуальний зворотний зв'язок, пов'язаний із виконанням завдання у письмовій формі; у деяких випадках, постійно супроводжували учнів у процесі розв'язування задачі.

Практики формуального оцінювання на уроках математики вважаються цінними для учнів, але складними для реалізації вчителями. На допомогу вчителям для впровадження формуального оцінювання у навчанні учнів математики у Великобританії, країнах Євросоюзу та США пропонуються сайти для вчителів математики з конкретними методичними розробками, рекомендація, коментарями тощо. Національний фонд освітніх досліджень (NFER, <https://www.nfer.ac.uk/>) у Великобританії пропонує безкоштовно посібники для вчителів щодо організації оцінювання навчальних досягнень учнів. Зокрема, у безкоштовному доступі десять брошур: «Початок оцінювання», «Розуміння політики оцінювання», «Розуміння тестів», «Готуємось до тестів», «Оцінювання для навчання», «Самооцінка та взаємооцінка», «Інтерпретація інформації різних оцінок», «Максимально використовувати дані оцінки», «Модерація оціночних суджень», «Обмін інформацією про оцінку з різними аудиторіями». Також на цьому сайті пропонується безкоштовний доступ до тестів NFER з математики, що дає змогу вчителеві: записувати всі дані тестів NFER та національних навчальних програм в одній безпечній зоні; миттєво конвертувати вихідні оцінки в стандартизовані оцінки, стандартизовані за віком; створювати миттєві звіти, щоб поділитися з персоналом, батьками; оцінити, як учні прогресують у порівнянні з іншими учнями.

Одним із загально відомих, серед вчителів математики, є сервіс Mathematics Assessment Resource Service (<https://www.map.mathshell.org/index.php>) Він створений у результаті співпраці Каліфорнійського університету в Берклі та команди Shell Center з Університету Ноттінгема за підтримки Фонду Білла і Мелінди Гейтс. Команда працює з Математичною ініціативою Силіконової долини та шкільними системами в США та Великобританії, щоб розробити покращене оцінювання. Проект оцінювання з математики має на меті втілити в життя загальні основні державні стандарти (CCSSM), щоб допомогти вчителям та їхнім учням перетворити свої прагнення щодо їх досягнення в реальність у класі. На сайті цього проекту є різноманітні завдання (згруповані по класах і по темах) що можна використовувати на уроках математики для забезпечення активної участі учнів у процесі пізнання та надання учням зворотного зв'язку; розробки готових уроків формуального оцінювання (згруповані по класах і по темах) з методичними вказівками та дидактичними розробками для вчителя; тестові завдання; та методичні посібники для професійного розвитку вчителів.

Трирічний дослідницький проект: Формувальне оцінювання в природничо-математичній освіті (FaSMEd) (<http://www.fasmed.eu>) проведено з метою: розробити інструментарій для вчителів, а також дослідити використання технологій формувального оцінювання з математики та природознавства. Країни партнери: Великобританія, Республіка Ірландія, Норвегія, Нідерланди, Франція, Німеччина, Італія та Південна Африка. До інструментів формувального оцінювання автори відносять ідеї для діяльності в класі, які оформлені переважно у формі планів уроків.

На основі опрацьованої літератури, як узагальнення, можна запропонувати рекомендації для вчителя математики щодо ефективної підготовки до уроку з прийомами формувального оцінювання.

При плануванні уроку вчителю варто звернути увагу на:

- ✓ *розвиток математичної мови учнів через комунікативну діяльність. Математика – це мова, яка дозволяє описувати й моделювати ситуації, логічно мислити, формулювати та доводити аргументи, точно передавати ідеї. Учні не будуть знати математики, доки не зможуть говорити її мовою;*

- ✓ *розвиток знань, що вже сформовані в учнів. У процесі запровадження формувального оцінювання на уроці, як правило, не дотримуються моделі «пояснення, а потім вправи», замість цього вчитель ставить запитання, при обговоренні яких намагається спонукати учнів сформулювати свої думки та міркування. Пояснення вчителя слідує за цим обговоренням, воно не випереджає його;*

- ✓ *забезпечення зв'язків між різними поняттями, уявленнями. Учням часто важко узагальнювати та переносити свої знання на інші теми та контексти. Споріднені поняття залишаються не пов'язаними. Ефективні вчителі будують мости між ідеями, тобто показують зв'язки між різними поняттями, уявленнями;*

- ✓ *добірку завдань. Завдання мають бути: зрозумілими для учня; створювати умови для залучення кожного учня до обговорення; заохочувати учнів до творчого підходу; сприяти обговоренню, можливістю розширити завдання запитаннями «що, якщо?», «що, якщо ні?»;*

- ✓ *створення проблемних ситуацій. Впевненість, наполегливість, успіх у навчанні досягаються в результаті подолання труднощів. Продумані наперед вчителем реалістичні «перешкоди», які необхідно подолати, дозволяють організувати дискусію;*

- ✓ *обговорення типових помилок. Навчальна діяльність повинна розкривати міркування учнів, створювати «напругу», зіштовхуючи учнів з непослідовністю, несподіванками, а також створювати можливості для їх вирішення шляхом обговорення. Завдання, що спонукать до появи помилкових уявлень дозволяють запобігти виникненню цих помилок у подальшому навчанні та свідомому засвоєнню навчальної інформації;*

- ✓ *відбір складних запитань. Опитування є ефективнішим, якщо воно сприяє поясненню, наведенню конкретних прикладів, синтезу та аналізу. Вчителям доречно пропонувати запитання які розпочинаються «Поясніть чому...?», «Наведіть мені приклад...» тощо;*

- ✓ *відбір методично доцільних інтерактивних методів навчання. Варто планувати фронтальну роботу, індивідуальну роботу та спільну роботу в малих групах. Спільна групова робота буде ефективнішою після того, як учням надається можливість індивідуального роздуму. Діяльність учнів на уроці буде ефективнішою, коли вона заохочує до критичної, конструктивної дискусії, а не до аргументації чи некритичного прийняття. Важливі спільні цілі та відповідальність групи. Вчителям рекомендується поступово встановлювати «основні правила» для обговорення між учнями, а потім поводитися так, щоб заохочувати діалогічні та дослідницькі розмови;*

- ✓ *заохочення учнів, при опитуванні, до міркувань, а не до отримання відповідей. Досить часто учнів більше хвилює те, що вони «зробили», ніж те, чого вони навчилися. Роль вчителя полягає в тому, щоб спонукати до глибших міркувань, пропонує учням пояснити, розширити та узагальнити;*

- ✓ *реалізацію внутрішньо предметних та міжпредметних зв'язків;*

- ✓ *рефлексію діяльності учнів. Те, чого потрібно навчитися, не завжди можна сформулювати до початку навчання. Однак після навчальної події важливо подумати про те, що відбулося, роблячи це максимально чітким і незабутнім. Варто пропонувати учням поділитися своїми висновками, шляхом узагальнення своїх ідей, шляхом публічного показу своєї роботи.*

- ✓ *рефлексію власної діяльності. Вчитель має обмірковувати власну діяльність на уроці: що добре пройшло? Чи пройшов урок так, як було задумано? Якщо ні, то чому? Що Ви зробите по іншому наступного разу? Чому? Які методичні ідеї будуть перенесені на наступні уроки?*

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Протягом кількох десятиліть у багатьох країнах світу заохочується та підтримується спільна діяльність адміністрації школи, вчителів та науковців для впровадження формувального оцінювання в освітній процес:

- з'ясовується роль вчителя та учнів на уроках формувального оцінювання;
- створюються умови для розширення знань і вмінь вчителів використовувати конкретні технології, прийоми та засоби формувального оцінювання;
- вивчаються можливості для поєднання і використання перспективного досвіду формувального оцінювання, які можна впроваджувати для навчання математики.

В умовах пандемії COVID-19, увага дослідників у галузі методики математики зосереджена на проблемах: розробки інструментів формувального оцінювання; адаптації технологій формувального оцінювання для дистанційного навчання; пошуку освітніх платформ що зможуть забезпечити ефективне формувальне оцінювання на дистанційних уроках математики. На нашу думку, варто вивчити питання підготовки майбутніх вчителів математики до впровадження формувального оцінювання. Саме в цьому вбачаємо перспективи подальших досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Besser, M., Blum, W., & Klimczak, M. (2013). Formative Assessment in Everyday Teaching of Mathematical Modelling: Implementation of Written and Oral Feedback to Competency-Oriented Tasks. In: Stillman, G., Kaiser, G., Blum, W., Brown, J. (eds). *Teaching Mathematical Modelling: Connecting to Research and Practice. International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6540-5_40
2. Black, P. (2000). *Formative Assessment and Curriculum Consequences. Curriculum and Assessment*. Scott David (Editor). Westport: Greenwood Publishing Group, Incorporated. 7-24. https://repository.bbg.ac.id/bitstream/565/1/Curriculum_and_Assessment.pdf
3. Black, P. J., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles Policy and Practice*. <https://www.gla.ac.uk/t4/learningandteaching/files/PGCTHE/BlackandWiliam1998.pdf>
4. Black, P., & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5-31. <https://doi.org/10.1007/s11092-008-9068-5>
5. Guthrie, C., Norfolk-Beadle, A., Santos, A. V. P. E., Henderson, K., Rawkins, C., Fordham, E. & Li, R. (2022a). *OECD Reviews of Evaluation and Assessment in Education: Bulgaria*. https://www.oecd-ilibrary.org/education/oecd-reviews-of-evaluation-and-assessment-in-education-bulgaria_57f2fb43-en
6. Guthrie, C., Santos, A. V. P. E., Henderson, K., Norfolk-Beadle, A., Fordham, E., & Baucal A. (2022b). *OECD Reviews of Evaluation and Assessment in Education: Bosnia and Herzegovina*. https://www.oecd-ilibrary.org/education/oecd-reviews-of-evaluation-and-assessment-in-education-bosnia-and-herzegovina_a669e5f3-en
7. Hošpesová, A. (2018). Formative Assessment in Inquiry-Based Elementary Mathematics. In: Kaiser, G., Forgasz, H., Graven, M., Kuzniak, A., Simmt, E., Xu, B. (eds). *Invited Lectures from the 13th International Congress on Mathematical Education*. ICME-13 Monographs. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-72170-5_15
8. Kitchen, H., Bethell, G., Fordham, E., Henderson, K., & Li, R. (2019). *OECD Reviews of Evaluation and Assessment in Education: Student Assessment in Turkey*. https://www.oecd-ilibrary.org/education/oecd-reviews-of-evaluation-and-assessment-in-education-student-assessment-in-turkey_5edc0abe-en
9. Li, R., Kitchen, H., George, B., Richardson, M., & Fordham, E. (2019). *OECD Reviews of Evaluation and Assessment in Education: Georgia*. https://www.oecd-ilibrary.org/education/oecd-reviews-of-evaluation-and-assessment-in-education-georgia_94dc370e-en
10. Maghnouj, S., Salinas, D., Kitchen, H., Guthrie, C., Bethell, G., & Fordham, E. (2020). *OECD Reviews of Evaluation and Assessment in Education: Serbia*. https://www.oecd-ilibrary.org/education/oecd-reviews-of-evaluation-and-assessment-in-education-serbia_225350d9-en
11. OECD (2019). *OECD Reviews of Evaluation and Assessment in Education: North Macedonia* https://www.oecd-ilibrary.org/education/oecd-reviews-of-evaluation-and-assessment-in-education-north-macedonia_079fe34c-en
12. OECD (2021). *Education at Glance 2021: OECD Indicators*. OECD Publishing, <https://doi.org/10.1787/b35a14e5-en>.
13. Szeibert, J., Muzsnay, A., Szabó, C. (2022). A Case Study of Using Test-Enhanced Learning as a Formative Assessment in High School Mathematics. *Int J of Sci and Math Educ*. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10264-8>
14. Yábar, S. V. V., & Guillén, M. E. del C. F. (2022). Formative Evaluation in a Context of Pedagogical Renewal: Practices at the Service of Success. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 22(8). <https://doi.org/10.33423/jhetp.v22i8.5334>
15. Гривко, А., & Ващенко, Л. (2021). Поточне та формувальне оцінювання в базовій та старшій профільній школі. *Український педагогічний журнал*, (2), 72–83. <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2021-2-72-83>
16. Дементієвська, Н. (2012). Формуюче оцінювання в курсі допрофільної підготовки за програмою Intel "Шлях до успіху". *Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах*, 2, 60–69.
17. Закон України «Про повну загальну середню освіту» (2020). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text>.
18. Зеленська, Л.Д., & Михайленко, М.О. (2022). Педагогічний інструментарій організації формувального оцінювання в закладах загальної середньої освіти. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*, (203), 11-18. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2022-1-203-11-18>
19. Кабан, Л. В. (2017). Формувальне оцінювання навчальних досягнень учнів у новій українській школі. *Народна освіта*, 1, 88-95. http://nbuv.gov.ua/UJRN/NarOsv_2017_1_15.
20. Локшина, О. (2009). Інновації в оцінюванні навчальних досягнень учнів у шкільній освіті країн Європейського союзу. *Порівняльно-педагогічні студії*, 2, 107–113.
21. *Методичні рекомендації щодо організації освітнього процесу в школах у 2022/2023 навчальному році* (2022). <https://mon.gov.ua/ua/news/metodichni-rekomendaciyi-shodo-organizaciyi-osvitnogo-procesu-v-shkolah-u-20222023-navchalnomu-roci>
22. Морзе, Н.В., Барна, О.В., & Вембер, В.П. (2013). Формувальне оцінювання: від теорії до практики. *Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах*, 6, 45-57.
23. Онопрієнко, О.В. (2016). Формувальне оцінювання досягнень: сутність і методика застосування. *Український педагогічний журнал*, 4, 36-426.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Besser, M., Blum, W., & Klimczak, M. (2013). Formative Assessment in Everyday Teaching of Mathematical Modelling: Implementation of Written and Oral Feedback to Competency-Oriented Tasks. In: Stillman, G., Kaiser, G., Blum, W., Brown, J. (eds). *Teaching Mathematical Modelling: Connecting to Research and Practice. International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6540-5_40
2. Black, P. (2000). *Formative Assessment and Curriculum Consequences. Curriculum and Assessment*. Scott David (Editor). Westport: Greenwood Publishing Group, Incorporated. 7-24. https://repository.bbg.ac.id/bitstream/565/1/Curriculum_and_Assessment.pdf
3. Black, P. J., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles Policy and Practice*. <https://www.gla.ac.uk/t4/learningandteaching/files/PGCTHE/BlackandWiliam1998.pdf>
4. Black, P., & Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5-31. <https://doi.org/10.1007/s11092-008-9068-5>
5. Guthrie, C., Norfolk-Beadle, A., Santos, A. V. P. E., Henderson, K., Rawkins, C., Fordham, E. & Li, R. (2022a). *OECD Reviews of Evaluation and Assessment in Education: Bulgaria*. https://www.oecd-ilibrary.org/education/oecd-reviews-of-evaluation-and-assessment-in-education-bulgaria_57f2fb43-en
6. Guthrie, C., Santos, A. V. P. E., Henderson, K., Norfolk-Beadle, A., Fordham, E., & Baucal A. (2022b). *OECD Reviews of Evaluation and Assessment in Education: Bosnia and Herzegovina*. https://www.oecd-ilibrary.org/education/oecd-reviews-of-evaluation-and-assessment-in-education-bosnia-and-herzegovina_a669e5f3-en
7. Hošpesová, A. (2018). Formative Assessment in Inquiry-Based Elementary Mathematics. In: Kaiser, G., Forgasz, H., Graven, M., Kuzniak, A., Simmt, E., Xu, B. (eds). *Invited Lectures from the 13th International Congress on Mathematical Education*. ICME-13 Monographs. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-72170-5_15

8. Kitchen, H., Bethell, G., Fordham, E., Henderson, K., & Li, R. (2019). *OECD Reviews of Evaluation and Assessment in Education: Student Assessment in Turkey*. https://www.oecd-ilibrary.org/education/oecd-reviews-of-evaluation-and-assessment-in-education-student-assessment-in-turkey_5edc0abe-en
9. Li, R., Kitchen, H., George, B., Richardson, M., & Fordham, E. (2019). *OECD Reviews of Evaluation and Assessment in Education: Georgia*. https://www.oecd-ilibrary.org/education/oecd-reviews-of-evaluation-and-assessment-in-education-georgia_94dc370e-en
10. Maghnouj, S., Salinas, D., Kitchen, H., Guthrie, C., Bethell, G., & Fordham, E. (2020). *OECD Reviews of Evaluation and Assessment in Education: Serbia*. https://www.oecd-ilibrary.org/education/oecd-reviews-of-evaluation-and-assessment-in-education-serbia_225350d9-en
11. OECD (2019). *OECD Reviews of Evaluation and Assessment in Education: North Macedonia* https://www.oecd-ilibrary.org/education/oecd-reviews-of-evaluation-and-assessment-in-education-north-macedonia_079fe34c-en
12. OECD (2021). *Education at Glance 2021: OECD Indicators*. OECD Publishing, <https://doi.org/10.1787/b35a14e5-en>.
13. Szeibert, J., Muzsnay, A., Szabó, C. (2022). A Case Study of Using Test-Enhanced Learning as a Formative Assessment in High School Mathematics. *Int J of Sci and Math Educ*. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10264-8>
14. Yábar, S. V. V., & Guillén, M. E. del C. F. (2022). Formative Evaluation in a Context of Pedagogical Renewal: Practices at the Service of Success. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 22(8). <https://doi.org/10.33423/jhetp.v22i8.5334>
15. Hryvko, A., & Vashchenko, L. (2021). Potochne ta formuvalne otsiniuvannia v bazovii ta starshii profilnii shkoli [Current and formative assessment in basic and senior profile school]. *Ukrayins'kyi Pedahohichnyi zhurnal – Ukrainian Educational Journal*, (2), 72–83. <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2021-2-72-83> (in Ukrainian).
16. Dementiievska, N. (2012). Formuiuche otsiniuvannia v kursy doprofilnoi pidhotovky za prohramoiu Intel "Shliakh do uspihu" [Formative assessment in the pre-professional training course for the Intel "Path to Success" program]. *Informatyka ta informatsiini tekhnologii v navchalnykh zakladakh – Informatyka ta informatsiini tekhnologii v navchalnykh zakladakh*, 60-69. (in Ukrainian)
17. Zakon Ukrainy «Pro povnu zahalnu seredniu osvitu» [Law of Ukraine «On Complete General Secondary Education»] (2020). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text> (in Ukrainian).
18. Zelenska, L., & Mykhailenko, M. (2022). Pedahohichniy instrumentarii orhanizatsii formuvalnoho otsiniuvannia v zakladakh zahalnoi serednoi osvity [Pedagogical tools of the organization of formative assessment in general secondary education institutions]. *Naukovi zapysky. Seriya: Pedahohichni nauky – Academic Notes. Series: Pedagogical Sciences*, (203), 11-18. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2022-1-203-11-18> (in Ukrainian).
19. Kaban, L. V. (2017). Formuvalne otsiniuvannia navchalnykh dosiahnen uchniv u novii ukrainskii shkoli [Formative assessment of educational achievements of students in a new Ukrainian school]. *Narodna osvita – Narodna osvita*, 1, 88-95.
20. Lokshyna, O. (2009). Innovatsii v otsiniuvanni navchalnykh dosiahnen uchniv u shkili osviti krain Yevropeiskoho soizu [Innovations in the assessment of student achievement in school education in the European Union]. *Porivnialno-pedahohichni studii – Porivnialno-pedahohichni studii*, 2, 107–113. (in Ukrainian).
21. *Metodychni rekomendatsii shchodo orhanizatsii osvitnoho protsesu v shkolakh u 2022/2023 navchalnomu rotsi* [Methodological recommendations regarding the organization of the educational process in schools in the 2022/2023 academic year] (2022). <https://mon.gov.ua/ua/news/metodychni-rekomendatsii-shchodo-organizatsiyi-osvitnogo-procesu-v-shkolah-u-20222023-navchalnomu-roci> (in Ukrainian).
22. Morze, N.V., Barna, O.V., & Vember V.P. (2013). Formuvalne otsiniuvannia: vid teorii do praktyky [Formative assessment: from theory to practice]. *Informatyka ta informatsiini tekhnologii v navchalnykh zakladakh – Informatyka ta informatsiini tekhnologii v navchalnykh zakladakh*, 6, 45-57. (in Ukrainian).
23. Onopriienko, O. (2016). Formuvalne otsiniuvannia dosiahnen: sutnist i metodyka zastosuvannia [Formative assessment of students' academic achievements: the nature and methodology of implementation]. *Ukrainskyi pedahohichnyi zhurnal – Ukrainskyi pedahohichnyi zhurnal*, 4, 36-42. (in Ukrainian).



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 10.31110/2413-1571-2022-037-5-007

УДК 37.091.2:004.7

АНАЛІЗ ВИМОГ ДО РЕЗУЛЬТАТІВ ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ ЩОДО ГОТОВНОСТІ ВИКОРИСТОВУВАТИ НИМИ ЗАСОБИ ВІРТУАЛЬНОЇ НАОЧНОСТІ

Павло МУЛЕСА ✉

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

ANALYSIS OF NORMATIVE REQUIREMENTS FOR THE RESULTS OF PROFESSIONAL TRAINING OF MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE TEACHERS IN THE CONTEXT OF THEIR TRAINING FOR THE USE OF VIRTUAL VISUALIZATION TOOLS

Pavlo MULESA ✉

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

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Для майбутніх учителів математики та інформатики нині складається ситуація, при якій необхідно навчитися приймати кваліфіковані рішення щодо можливостей ефективного і результативного застосування засобів віртуальної наочності у професійній діяльності, добирати та прогнозувати необхідні для їх використання цифрові технології у професійній діяльності.

Матеріали і методи. Теоретичні методи наукового пізнання (контент-аналіз документів нормативно-правового забезпечення інформатизації освіти, ресурсів мережі Інтернет; теоретичний аналіз та узагальнення наукових розвідок в галузі освіти в Україні).

Результати. За аналізом освітніх програм, навчальних планів, робочих програм слід констатувати, що діяльність закладів вищої освіти з підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності не є системною, проводиться стихійно і фрагментарно. Водночас варто відзначити, що на рівні адміністрації та випускових кафедр прослідковується усвідомлення важливості такої підготовки через оновлення освітніх програм, впровадження окремих спецкурсів й варіативних дисциплін та інтернаціоналізації освітньої діяльності закладу. При цьому, інформатичні дисципліни займають невелику частину навчального навантаження (12 %); навчальні плани містять приблизно однакові інформатичні дисципліни (іноді вони групуються в один курс), що говорить про їх подібність; близько 50% навчального навантаження з інформатичних дисциплін відводиться на аудиторну роботу (лекції та лабораторні заняття); на самостійну роботу студентів відводиться 56% всього запланованого на інформатичні дисципліни навчального часу.

Висновки. Проведений аналіз дає підстави для висновків, що успішна підготовка майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності неможливо забезпечити у межах усталених освітніх програм. Доцільним є теоретичне обґрунтування та впровадження педагогічної системи підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: майбутній учитель математики; майбутній учитель інформатики; професійна підготовка; навчальний план; засоби віртуальної наочності; готовність до використання засобів віртуальної наочності.

ABSTRACT

Formulation of the problem. For future teachers of mathematics and informatics, a situation is emerging in which it is necessary to learn to make qualified decisions regarding the possibilities of effective use of virtual visualization tools in professional activities and to select and forecast the necessary digital technologies for their use in professional activities.

Materials and methods. Theoretical methods of scientific knowledge (content analysis of documents of normative and legal provision of education informatization, Internet resources; theoretical analysis and generalization of scientific research in the field of education in Ukraine).

Results. Based on the analysis of educational programs, curricula, and work programs, it should be stated that the activities of higher education institutions to prepare future teachers of mathematics and informatics for the use of virtual visualization tools in professional activities are not systematic, they are carried out spontaneously and in a fragmented manner. At the same time, it is worth noting that at the level of administration and graduation departments, awareness of the importance of preparing future teachers of mathematics and computer science to use virtual visualization tools in their professional activities is being pursued through the updating of educational programs, the introduction of separate special courses and variable disciplines, and the internationalization of the institution's educational activities. At the same time, informatics disciplines occupy a small part of the educational load (12%); curricula contain approximately the same IT disciplines (sometimes they are grouped into one course), which indicates their similarity; about 50% of the educational load in informatics disciplines is allocated to classroom work (lectures and laboratory classes); 56% of the total educational time planned for informatics disciplines is allocated to independent work of students.

Conclusions. The conducted analysis provides grounds for the conclusion that a high level of training for future teachers of mathematics and informatics for the use of virtual visual aids in professional activities cannot be ensured within the limits of the existing professional training. The theoretical justification and implementation of a pedagogical system of training future teachers of mathematics and computer science in higher education institutions for the use of virtual visualization tools in professional activities are appropriate for further research.

KEYWORDS: training of future mathematics teachers; training of future informatics teachers; curriculum; means of virtual visibility; informatics disciplines.

ВСТУП

Постановка проблеми. Професія вчителя є однією з найбільш масових у сучасному українському суспільстві. За результатами спільного дослідження ЮНЕСКО і Міжнародної організації праці щодо професії педагога виявлено, що це найбільша у світі група фахівців. За останні тридцять років кількість учителів у всьому світі зросла майже вчетверо. На

Для цитування:

Мулеса П. Аналіз вимог до результатів підготовки вчителів математики та інформатики щодо готовності використовувати ними засоби віртуальної наочності. *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 37. № 5. С. 50-55. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-037-5-007

Мулеса, П. (2022). Аналіз вимог до результатів підготовки вчителів математики та інформатики щодо готовності використовувати ними засоби віртуальної наочності. *Фізико-математична освіта*, 37(5), 50-55. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-007>

For citation:

Mulesa, P. (2022). Analysis of normative requirements for the results of professional training of mathematics and computer science teachers in the context of their training for the use of virtual visualization tools. *Physical and Mathematical Education*, 37(5), 50-55. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-007>

Mulesa, P. (2022). Analiz vymoh do rezultativ pidhotovky vchyteliv matematyky ta informatyky shchodo gotovnosti vykorystovuvaty nymy zasoby virtualnoi naochnosti [Analysis of normative requirements for the results of professional training of mathematics and computer science teachers in the context of their training for the use of virtual visualization tools]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 37(5), 50-55. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-007>

✉ Corresponding author

© P. Mulesa, 2022

початок XXI століття у світі налічується близько 60 млн. працюючих учителів. Показники статистичного щорічника України свідчать про помітні коливання в кількості вчителів із тенденцією до зростання. Взагалі метою освітньої діяльності в сучасних умовах має бути підготовка фахівців, здатних забезпечити перехід від індустріального до інформаційно-технологічного суспільства через новаторство в навчанні, вихованні та науково-методичній роботі; а вимоги, які ставляться до освіти, – це якість, універсальність підготовки випускника та його адаптованість до вітчизняного і міжнародного ринків праці, особистісна орієнтованість навчального процесу, його інформатизація, визначальна важливість освіти в забезпеченні сталого людського розвитку.

Сучасний стан підготовки майбутніх учителів характеризується стрімким розвитком усіх галузей науки, цифрових технологій, а також численними реформами освіти, що особливо актуально для підготовки майбутніх учителів математики та інформатики, оскільки така підготовка має бути орієнтована на реалізацію нової парадигми середньої ланки освіти «Нова українська школа». Для майбутніх учителів математики та інформатики важливим є не лише опанування предметних компетентностей, а й здатності працювати з молодим поколінням, орієнтованим на активне використання Інтернет-технологій і соціальних мереж та сприйняття більшою мірою візуального контенту. Тому актуалізується проблема випереджувальної підготовки вчителів математики та інформатики до використання відповідних цифрових засобів для супроводу професійної діяльності – засобів віртуальної наочності.

Аналіз актуальних досліджень. Здійснюючи аналіз наукових джерел констатуємо, що важливими для нашого дослідження є основні тенденції модернізації професійної підготовки майбутніх учителів в інформаційному суспільстві: упровадження освітніх програм підготовки вчителів, які мають орієнтуватися на професійний стандарт вчителя та стандарти вищої освіти; упровадження освітніх інновацій у форми, методи й технології навчання; орієнтування на розвиток педагогічної креативності та активне застосування ІТ у педагогічній освіті.

Серед праць, що викликають особливий інтерес, слід відзначити ті, у яких розкриваються питання вдосконалення професійної підготовки майбутніх учителів різних предметних спеціалізацій до застосування ІКТ в освітньому процесі (Fedorenko & Botuzova, 2020). У дослідженні А. Гуржія, Л. Карташової та В. Лапінського (Гуржій та ін., 2013) на основі системного підходу розроблено систему навчання інформаційних технологій учителів іноземних мов у педагогічних закладах вищої освіти України, зокрема її спрямованість на формування ІТ-готовності. У дослідженні (Коломієць, 2013) обґрунтовано педагогічні умови й запропоновано модель формування готовності майбутніх учителів до інноваційної діяльності із використанням ІКТ. Ми поділяємо позицію науковця, що студенти повинні усвідомлювати цінність, потребу застосовувати ІКТ у навчальному процесі. Важливо залучати їх до неформального навчання; необхідно, щоб вони вже в процесі професійної підготовки створювали власні ІКТ-продукти, які застосовували вже під час педагогічної практики. У дослідженнях європейських науковців у центрі уваги знаходяться певні аспекти вдосконалення професійної підготовки майбутніх учителів до використання цифрових технологій у професійній діяльності (Drijvers et al., 2020; Schoenfeld, 2016), які окреслюють взаємозв'язки перебігу освітнього процесу в ЗВО та майбутньої професійної діяльності (Koellner & Jacobs, 2015; Borko et al., 2014; Forgasz, 2006; Inglis & Foster, 2018), педагогічні умови підготовки вчителя до використання інформаційних технологій в освітньому процесі (Drushlyak et al.; Das, 2019; Gallagher et al., 2020; Gravemeijer et al., 2017).

Окремої уваги потребують результати досліджень О.Семеніхіної (2016) до підготовки вчителів використовувати засоби візуалізації математичних знань та М.Друшляк (2019) щодо формування у вчителів математики та інформатики візуально-інформаційної культури. Їх дослідження зосереджувалися в основному на впровадженні в навчання математики спеціалізованих середовищ – програм динамічної математики, а також підготовки майбутніх учителів математики їх використовувати.

Проте досліджень, присвячених проблемам підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності, перелік яких виходить за межі спеціалізованих засобів математичного спрямування, у професійній діяльності нами не виявлено. Тому актуальним трендом сьогодні відзначається перехід моделей підготовки вчителів до таких, які враховують сучасні напрями розвитку інформаційних та цифрових технологій в освіті, серед яких провідне місце займають і засоби віртуальної наочності.

Мета статті: подати аналіз вимог до результатів професійної підготовки вчителів математики та інформатики щодо використання ними засобів віртуальної наочності.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Для виконання дослідження використано теоретичні методи наукового пізнання (контент-аналіз документів нормативно-правового забезпечення інформатизації освіти, ресурсів мережі Інтернет; теоретичний аналіз та узагальнення наукових розвідок в галузі освіти в Україні).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Професійна підготовка майбутніх учителів математики та інформатики визначається низкою нормативно-правових документів, таких як закони України «Про освіту» (2017 р.), «Про вищу освіту» (2014 р.), Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2022-2032 роки (2022 р.), Концепція розвитку педагогічної освіти (2018 р.), Концепція Нової української школи (2016 р.), Дорожня карта інтеграції науково-інноваційної системи України до європейського дослідницького простору (2021 р.). Пріоритетними напрямками реформування вищої освіти є оновлення змісту вищої освіти, запровадження ефективних педагогічних технологій; створення нової системи методичного та інформаційного забезпечення вищої школи.

Згідно з Національною доктриною розвитку освіти до таких пріоритетних напрямів додається запровадження інформаційно-комунікаційних технологій навчання, що забезпечують подальше удосконалення освітнього процесу, доступність та ефективність освіти, підготовку молодого покоління до життєдіяльності в інформаційному суспільстві; підготовку кваліфікованих кадрів, здатних до освоєння та впровадження інформаційних технологій; оволодіння педагогічними працівниками сучасними інформаційними технологіями.

У Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року зазначається, що «реформування педагогіки загальної середньої освіти [...] потребує ґрунтовної підготовки вчителів за новими методиками і технологіями навчання, зокрема інформаційно-комунікативними технологіями». Концепція орієнтує на формування інформаційно-цифрової компетентності, яка «...передбачає впевнене, і водночас критичне застосування інформаційно-комунікаційних технологій для створення, пошуку, обробки, обміну інформацією на роботі, в публічному просторі та приватному спілкуванні».

У Законі України «Про вищу освіту» вказано, що професійна підготовка, зокрема вчителів математики та інформатики, є здобуттям кваліфікації відповідної спеціальності. Згідно Постанови «Про затвердження переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти» в Україні підготовка вчителів математики та інформатики здійснюється за спеціальністю 014 Середня освіта (предметна спеціалізація – Математика або Інформатика). Але на сьогодні стандарти вищої освіти знаходяться лише на стадії розробки і мають містити для кожної спеціальності окремо перелік компетентностей випускника. Тому, аналізуючи питання професійної підготовки учителів математики та інформатики у ЗВО України, доцільно спиратися на професійний стандарт вчителя закладів загальної середньої освіти.

Нами також були проаналізовані освітні програми та навчальні плани університетів України за цією спеціальністю: Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Ужгородський національний університет, Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника, Харківський національний педагогічний університет імені Г. Сковороди. Виявлено їх подібність у частині обсягів математичної, інформатичної та психолого-педагогічної підготовки. Зокрема, відповідно до робочих планів підготовки бакалаврів середньої освіти (математика) метою першого року навчання (перший курс) є формування у студентів знань із фундаментальних (природничо-математичних) та професійно-орієнтованих дисциплін, таких як: «Вступ до вищої математики», «Лінійна алгебра», «Математичний аналіз», «Аналітична геометрія», «Елементарна математика», «Дискретна математика». Поряд із цим розпочинається вивчення дисциплін комп'ютерної підготовки: «Інформаційно-комунікаційні технології», «Основи Інтернет», «Інформатика». На другому курсі продовжується вивчення дисциплін «Математичний аналіз», «Інформатика», «Елементарна математика», поглиблюється і розширюється вивчення дисциплін «Лінійна алгебра» – «Алгебра і теорія чисел», «Аналітична геометрія», «Проективна геометрія і методи», «Дискретна математика» та «Додаткові розділи дискретної математики», «Числові системи (методи)», «Інформатика», «Математична логіка і теорія алгоритмів». Розпочинається вивчення дисциплін, які закладають основи знань майбутнього бакалавра для педагогічної діяльності: «Педагогіка», «Психологія». Вивчаються дисципліни циклу гуманітарної підготовки: «Українська мова (за професійним спрямуванням)», «Іноземна мова». Третій курс навчання визначається подальшим розширенням і поглибленням вивченням змісту фундаментальних та професійно-орієнтованих дисциплін із попередніх курсів, таких як «Комплексний аналіз», «Диференціальна геометрія і топологія», «Диференціальні рівняння», «Педагогіка» і «Психологія». Для систематизації і узагальнення знань та практичних умінь, отриманих протягом трьох років, студенти проходять тижневу навчально-педагогічну (пасивну) практику. Останній четвертий рік підготовки бакалавра передбачає завершення вивчення основних фундаментальних та професійно-орієнтованих дисциплін «Основи геометрії», «Методика навчання математики», дисциплін циклу гуманітарної («Соціологія», «Політологія», «Правознавство», «Економіка») та комп'ютерної («Методика застосування комп'ютерів при вивченні математики») підготовки. Передбачено проходження студентами 6-ти тижневої педагогічної (навчально-виховної) практики.

Завданнями аналізу є виявлення наявності у програмах складових (компетентностей та програмних результатів навчання), що відповідають підготовці майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності. Нами встановлено, що нормативні вимоги, які обумовлюють підготовку майбутніх учителів математики та інформатики у контексті нашого дослідження, зводяться лише до таких компетентностей (рис. 1) та програмних результатів навчання (рис. 2).

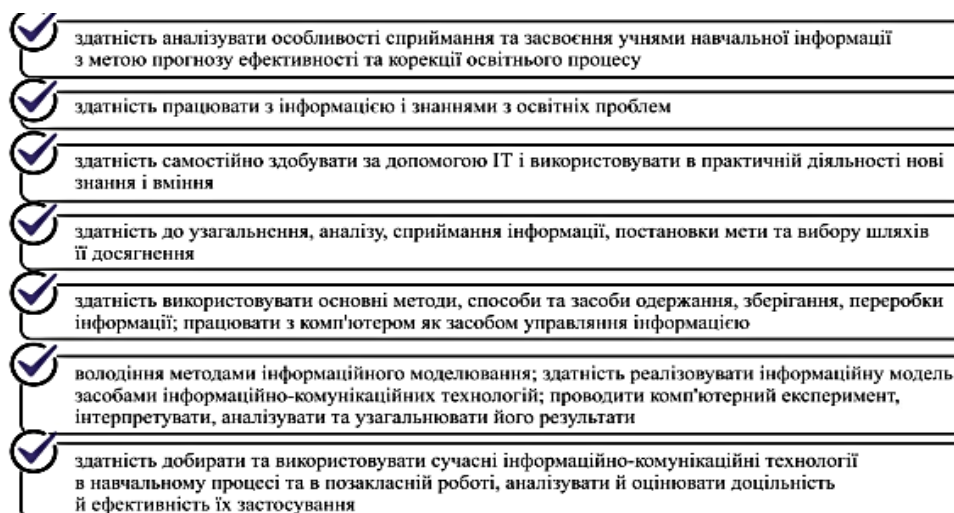
- 
- ✓ здатність аналізувати особливості сприймання та засвоєння учнями навчальної інформації з метою прогнозу ефективності та корекції освітнього процесу
 - ✓ здатність працювати з інформацією і знаннями з освітніх проблем
 - ✓ здатність самостійно здобувати за допомогою ІТ і використовувати в практичній діяльності нові знання і вміння
 - ✓ здатність до узагальнення, аналізу, сприймання інформації, постановки мети та вибору шляхів її досягнення
 - ✓ здатність використовувати основні методи, способи та засоби одержання, зберігання, переробки інформації; працювати з комп'ютером як засобом управління інформацією
 - ✓ володіння методами інформаційного моделювання; здатність реалізовувати інформаційну модель засобами інформаційно-комунікаційних технологій; проводити комп'ютерний експеримент, інтерпретувати, аналізувати та узагальнювати його результати
 - ✓ здатність добирати та використовувати сучасні інформаційно-комунікаційні технології в навчальному процесі та в позакласній роботі, аналізувати й оцінювати доцільність й ефективність їх застосування

Рис. 1. Перелік компетентностей здобувачів вищої освіти, що відповідають підготовці майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності

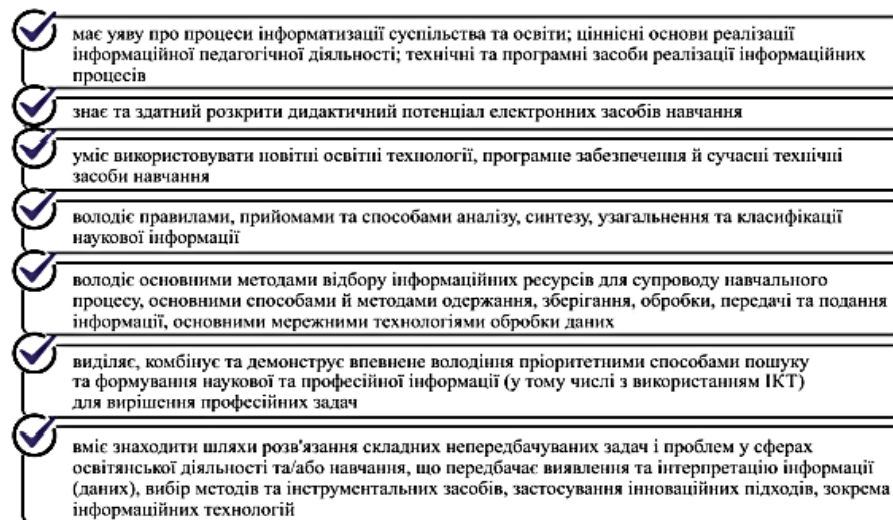


Рис. 2. Перелік програмних результатів навчання здобувачів вищої освіти, що відповідають підготовці майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності

Наведені компетентності та програмні результати навчання лише частково пов'язані з готовністю майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності.

Аналіз змісту професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики свідчить про наявність у навчальних планах деяких закладів вищої освіти дисциплін, спрямованих на підготовку майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності. Серед таких дисциплін відзначимо дисципліну «Командна робота та презентаційні навички» (4 кредити) для студентів спеціальності 014.04 «Середня освіта (Математика)» другого року навчання, завданням якої, серед іншого, є навчити студентів успішно використовувати функціональні можливості сучасних систем для розробки електронних презентацій, скрайбінг-презентацій, а також різноманітних поширених застосунків для створення слайд-шоу, інфографіки, рекламних публікацій і сайтів. Серед очікуваних результатів навчання з дисципліни зазначається, що у результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати основи графічного дизайну, основи композиції, основи зорового сприйняття кольору, форми і простору; вміти використовувати можливості сучасних систем онлайн-презентацій, засоби створення скрайбінг-презентацій, функціональні можливості різноманітних веб-застосунків для створення слайд-шоу, інфографіки, рекламних публікацій і сайтів; бути здатним доцільно обирати формати графічних, звукових та відеофайлів, володіти засобами їх обробки, підготовки мультимедійних презентацій.

Під час аналізу ми звернули також увагу на дисципліну «Хмарні сервіси в освіті та науці», яка розрахована на 4 кредити і передбачає дослідження функціональних можливостей онлайн редакторів для роботи з графічними зображеннями, відеоредакторів та сервісів для створення слайд-шоу, знайомство з технологією скрайбінг-презентації, та дисципліну «Інформаційні технології в освітньому процесі», яка передбачає вивчення веб-застосунків та мультимедійних програмних засобів, корисних для вчителя-предметника, знайомство з технологією скрайбінг-презентації, створення анімованої/рисованої відеопрезентації навчально-виховного призначення.

Метою вивчення дисципліни «Методи систематизації навчального матеріалу з математики засобами ІКТ» (4 кредити) є формування у студентів компетентності із аналізу та систематизації нових знань на основі картування предметних областей та їх візуалізації за рахунок використання концепт-карт. Завданнями дисципліни є навчити студентів створювати концепт-карт, які відображають фрагменти концептуального простору з розділів шкільної математики. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати: поняття концепта, концептуального простору, інші поняття із когнітивної науки, які використовуються при аналізі предметних областей; основні методи побудови концепт-карт та їх використання в практичній роботі; вміти: аналізувати поняття шкільного курсу математик із подальшим представленням їх у вигляді концептів, добирати задачі для закріплення та розширення розуміння семантичного поля концепта та оформляти підібрані матеріали у вигляді концепт-карт.

Серед дисциплін вільного вибору майбутнім учителям математики та інформатики пропонується опанувати дисципліни «Інфографіка у професійній діяльності», «Смарт-інструментарій сучасного педагога», «Технології візуалізації у навчальному процесі», «Інформаційні та комунікаційні системи в освіті», «Комп'ютерна графіка», «Візуалізація об'єктів дизайну».

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ.

На основі аналізу державних документів, міжнародних стандартів і проектів та праць з досліджуваної проблеми щодо впровадження компетентнісного підходу та інформатизації освіти було встановлено, що майбутні вчителі повинні набути здатностей розв'язувати як стандартні, так і нестандартні професійні задачі підвищеної складності з використанням ІКТ, проектувати, створювати та вносити інновації до елементів наявних ІКТ, взаємодіяти в інформаційно-комунікаційному освітньому середовищі тощо.

За аналізом освітніх програм слід констатувати, що діяльність закладів вищої освіти з підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності не є системною, проводиться стихійно і фрагментарно. Водночас варто відзначити, що на рівні адміністрації та випускових

кафедр прослідковується усвідомлення важливості підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності через оновлення освітніх програм, впровадження окремих спецкурсів й варіативних дисциплін та інтернаціоналізації освітньої діяльності закладу.

Тому доцільним у подальших дослідженнях бачиться теоретичне обґрунтування та впровадження педагогічної системи підготовки майбутніх учителів математики та інформатики до використання засобів віртуальної наочності у професійній діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бех, І. Д., Козловський, Ю. М., & Марусинець, М. М. (2020). Інтеграція змісту навчання природничо-математичних дисциплін засобами хмарних технологій у віртуальному середовищі закладу вищої освіти технічного профілю. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 76, 2, 70-83.
2. Гуржій, А. М., Карташова, Л. А., & Лапінський, В. В. (2013). ІТ-готовність вчителів іноземних мов: методологія, теорія, технології. Київ : Інститут обдарованої дитини.
3. Друшляк, М.Г. (2019) *Формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти*. Суми: ФОП Цьома.
4. Коломієць, Т. Д. (2013). Формування готовності майбутніх учителів до інноваційної діяльності із застосуванням інформаційних технологій : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Нац. акад. пед. наук України, Ін-т пед. освіти і освіти дорослих. Київ.
5. Морська, Л. І. (2008). Теоретико-методичні основи підготовки майбутніх учителів іноземних мов до використання інформаційних технологій у професійній діяльності : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04, 13.00.02 / Терноп. нац. пед. ун-т ім. В. Гнатюка. Тернопіль.
6. Семеніхіна, О.В. (2016). *Професійна готовність майбутнього вчителя математики до використання програм динамічної математики: теоретико-методичні аспекти*. Суми : ВВП «Мрія».
7. Borko, H., Koellner, K., & Jacobs, J. (2014). Examining novice teacher leaders' facilitation of mathematics professional development. *Journal of Mathematical Behavior*, 33, 149–167.
8. Cancino, C. A., Merigó, J. M., & Coronado, F. C. (2017). A bibliometric analysis of leading universities in innovation research. *Journal of Innovation & Knowledge*, 2(3), 106-124. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2017.03.006>
9. Das, K. (2019). Role of ICT for Better Mathematics Teaching. *Shanlax International Journal of Education*, 7 (4), 9-28.
10. Drijvers, P., Grauw, S., & Trouche, L. (2020). When bibliometrics met mathematics education research: the case of instrumental orchestration. *International Journal on Mathematics Education*, 52, 1455-1469. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01169-3>
11. Drushlyak, M.G., Semenikhina, O.V., Proshkin, V. V., Kharchenko, S.Ya., & Lukashova, T.D. (2020). Methodology of formation of modeling skills based on a constructive approach (on the example of GeoGebra). *CTE 2020 Cloud Technologies in Education 2020: Proceedings of the 8th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2020)*. Kryvyi Rih, Ukraine.
12. Fedorenko, O. H., & Botuzova, Yu. V. (2020). Experience of using ICT tools for teaching mathematical analysis of future teachers of mathematics. *Information Technologies and Teaching Aids*, 75 (1), 153–169. <https://doi.org/10.33407/itlt.v75i1.2530>
13. Forgasz, H. (2006). Teachers, equity, and computers for secondary mathematics learning. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 9, 437-469. <https://doi.org/10.1007/s10857-006-9014-8>
14. Gallagher, M. A., Parsons, S. A., & Vaughn, M. (2020). Adaptive teaching in mathematics: A review of the literature. *Educational Review*, 0(0), 1-23. <https://doi.org/10.1080/00131911.2020.1722065>
15. Gravemeijer, K., Stephan, M., Julie, C., Lin, F.-L., & Ohtani, M. (2017). What mathematics education may prepare students for the society of the future? *International Journal of Mathematics and Science Education*, 15, 105-123. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9814-6>
16. Jacobs, J., Seago, N., & Koellner, K. (2017). Preparing facilitators to use and adapt mathematics professional development materials productively. *International Journal of STEM Education*, 4, 30. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0089-9>
17. Inglis, M., & Foster, C. (2018). Five decades of mathematics education research. *Journal for Research in Mathematics Education*, 49(4), 462-500. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.49.4.0462>
18. Koellner, K., & Jacobs, J. (2015). Distinguishing models of professional development: the case of an adaptive model's impact on teachers' knowledge, instruction, and student achievement. *Journal of Teacher Education*, 66(1), 51– 67.
19. Schoenfeld, A. H. (2016). Research in mathematics education. *Review of Research in Education*, 40(1), 497-528. <https://doi.org/10.3102/0091732X16658650>

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Bekh, I.D., Kozlovsky, Y.M., & Marusinet, M.M. (2020). Intehratsiya zmistu navchannya pryrodnycho-matematychnykh dysyplin zasobamy khmarnykh tekhnolohiy u virtual'nomu seredovyshchi zakladu vyshchoyi osvity tekhnichnoho profilyu [Integration of the content of teaching natural and mathematical disciplines by means of cloud technologies in the virtual environment of the institution of higher education of technical profile]. *Informatsiyni tekhnolohiyi i zasoby navchannya – Information Technology and Teaching Aids*, 76, 2, 70-83. (in Ukrainian).
2. Gurzhii, A. M., Kartashova, L. A., & Lapinsky, V. V. (2013). *IT-hotovnist' vchyteliv inozemnykh mov: metodolohiya, teoriya, tekhnolohiyi* [IT readiness of foreign language teachers: methodology, theory, technologies]. Kyiv: Institute of the Gifted Child. (in Ukrainian).
3. Drushliak, M.H. (2019). *Formuvannya vizualno-informatsiynoi kultury maibutnikh uchyteliv matematyky ta informatyky u zakladakh vyshchoyi osvity* [Formation of the visual and informational culture of future teachers of mathematics and informatics in institutions of higher education]. Sumy: FOP Tsoma. (in Ukrainian).
4. Kolomiets, T. D. (2013). *Formuvannya hotovnosti maybutnikh uchyteliv do innovatsiynoyi diyal'nosti iz zastosuvannyam informatsiynykh tekhnolohiy* [Formation of readiness of future teachers for innovative activities with the use of information technologies]. Extended abstract of candidate's thesis. National acad. ped. sciences of Ukraine. (in Ukrainian).
5. Morska, L. I. (2008). *Teoretyko-metodychni osnovy pidhotovky maybutnikh uchyteliv inozemnykh mov do vykorystannya informatsiynykh tekhnolohiy u profesyniy diyal'nosti* [Theoretical and methodological foundations of training future teachers of foreign languages for the use of information technologies in professional activities]. Extended abstract of doctor's thesis. Hnatyuk Ternopil national ped. university. (in Ukrainian).
6. Semenikhina, O.V. (2016). *Profesiina hotovnist maibutnoho vchytelia matematyky do vykorystannya proqram 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).
7. Borko, H., Koellner, K., & Jacobs, J. (2014). Examining novice teacher leaders' facilitation of mathematics professional development. *Journal of Mathematical Behavior*, 33, 149-167.

8. Cancino, C. A., Merigó, J. M., & Coronado, F. C. (2017). A bibliometric analysis of leading universities in innovation research. *Journal of Innovation & Knowledge*, 2(3), 106-124. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2017.03.006>
9. Das, K. (2019). Role of ICT for Better Mathematics Teaching. *Shanlax International Journal of Education*, 7 (4), 9-28.
10. Drijvers, P., Grauwijn, S., & Trouche, L. (2020). When bibliometrics met mathematics education research: the case of instrumental orchestration. *International Journal on Mathematics Education*, 52, 1455-1469. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01169-3>
11. Drushlyak, M.G., Semenikhina, O.V., Proshkin, V. V., Kharchenko, S.Ya., & Lukashova, T.D. (2020). Methodology of formation of modeling skills based on a constructive approach (on the example of GeoGebra). *CTE 2020 Cloud Technologies in Education 2020: Proceedings of the 8th Workshop on Cloud Technologies in Education* (CTE 2020). Kryvyi Rih, Ukraine.
12. Fedorenko, O. H., & Botuzova, Yu. V. (2020). Experience of using ICT tools for teaching mathematical analysis of future teachers of mathematics. *Information Technologies and Teaching Aids*, 75 (1), 153-169. <https://doi.org/10.33407/itlt.v75i1.2530>
13. Forgasz, H. (2006). Teachers, equity, and computers for secondary mathematics learning. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 9, 437-469. <https://doi.org/10.1007/s10857-006-9014-8>
14. Gallagher, M. A., Parsons, S. A., & Vaughn, M. (2020). Adaptive teaching in mathematics: A review of the literature. *Educational Review*, 0(0), 1-23. <https://doi.org/10.1080/00131911.2020.1722065>
15. Gravemeijer, K., Stephan, M., Julie, C., Lin, F.-L., & Ohtani, M. (2017). What mathematics education may prepare students for the society of the future? *International Journal of Mathematics and Science Education*, 15, 105-123. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9814-6>
16. Jacobs, J., Seago, N., & Koellner, K. (2017). Preparing facilitators to use and adapt mathematics professional development materials productively. *International Journal of STEM Education*, 4, 30. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0089-9>
17. Inglis, M., & Foster, C. (2018). Five decades of mathematics education research. *Journal for Research in Mathematics Education*, 49(4), 462-500. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.49.4.0462>
18. Koellner, K., & Jacobs, J. (2015). Distinguishing models of professional development: the case of an adaptive model's impact on teachers' knowledge, instruction, and student achievement. *Journal of Teacher Education*, 66(1), 51-67.
19. Schoenfeld, A. H. (2016). Research in mathematics education. *Review of Research in Education*, 40(1), 497-528. <https://doi.org/10.3102/0091732X16658650>



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 10.31110/2413-1571-2022-037-5-008

УДК (37.015.31:004: 008:377.36:334.38)

РОЗВИТОК МЕДІАГРАМОТНОСТІ МОЛОДОГО ПОКОЛІННЯ: ПРАКТИЧНИЙ АСПЕКТ ПРОБЛЕМИ

Юлія РУДЕНКО ✉

Сумський фаховий коледж економіки і торгівлі, Україна
 yango641@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0003-3162-1216>

Неля ДЕГТЯРЬОВА

Сумський державний педагогічний університет
 імені А.С.Макаренка, Україна
 degtyarevanv@fizmatsspu.sumy.ua
<https://orcid.org/0000-0001-9590-4915>

Сергій ПЕТРЕНКО

Сумський державний педагогічний університет
 імені А.С.Макаренка, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-3089-6499>
 r0661046949@gmail.com

Вікторія ГОРОХОВА

Сумський фаховий коледж економіки і торгівлі, Україна
 gorokhova-65@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0002-1519-646X>

D DEVELOPMENT OF MEDIA LITERACY OF THE YOUNG GENERATION: A PRACTICAL ASPECT OF THE PROBLEMS

Yuliya Rudenko ✉

Sumy professional College of Economics and Trade, Ukraine
 yango641@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0003-3162-1216>

Nelya Dehtiarova

Makarenko Sumy State
 Pedagogical University, Ukraine
 degtyarevanv@fizmatsspu.sumy.ua
<https://orcid.org/0000-0001-9590-4915>

Serhiy Petrenko

Makarenko Sumy State
 Pedagogical University, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-3089-6499>
 r0661046949@gmail.com

Viktoryia Horohova

Sumy professional College of Economics and Trade, Ukraine
 gorokhova-65@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0002-1519-646X>

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. У статті актуалізується проблема формування медіа та інформаційної грамотності студентів коледжів в умовах війни.

Матеріали і методи. Здійснено аналіз і синтез теоретичних відомостей; проведено онлайн тестування і опрацювання результатів опитувань. Експериментальна база дослідження: в експерименті взяли участь студенти і викладачі коледжів м. Суми. Загальна кількість учасників – 97 студентів і 34 викладача.

Результати. Показано, що невід'ємною складовою воєнного протистояння є інформаційна агресія, яка створює загрозу інформаційній безпеці країни в цілому і окремо кожній особистості. Висвітлено негативні руйнівні наслідки, що спричиняють інформаційні війни. Обґрунтовується необхідність формування медіа та інформаційної грамотності як життєво необхідної компетентності особи XXI століття. Доводиться пряма залежність між рівнем медіаграмотності та умінням протистояти деструктивним інформаційним впливам та психологічним маніпуляціям. Обґрунтовується доцільність формування медіаграмотності молоді, як найуразливішої, у силу своїх вікових особливостей, верстви населення. Визначено сутність, роль та значущість медіаграмотності з позицій вітчизняних та закордонних науковців. Проаналізовано реальний стан медіаграмотності студентів і визначено його як недостатній. Доповнені і змінені в умовах війни завдання з формування медіаграмотності студентів коледжів. Окреслені напрямки вирішення завдань підвищення рівня медіаграмотності. Описані педагогічні формувальні заходи за кожним із напрямків. У статті доведено ефективність здійснених формувальних впливів, що підтверджено позитивними змінами у вимірах рівня медіаграмотності. Спроектовано перспективні розвідки у подальшій розробці проблеми формування медіаграмотності шляхом удосконалення неформальної освіти із зазначеної проблематики, розробки практичних інструкцій щодо застосування спеціальних програм, призначених для верифікації інформаційного контенту.

ABSTRACT

Formulation of the problem. The materials of the article are devoted to the issue of the formation of media literacy of college students. The problem of the insufficient level of media literacy of college students in the conditions of war and the negative consequences of such a state were considered. A strategy for the rapid formation of media literacy is proposed.

Materials and methods. The analysis and synthesis of theoretical information were carried out; online testing and survey results were processed. The experimental base of the research: students and teachers of the college of Sumy took part in the experiment. The total number of participants is 97 students and 34 teachers.

The results. The article updates the problem of media and information literacy formation of college students in wartime conditions. It is shown that an integral component of any military confrontation is information aggression, which poses a threat to the information security of the country as a whole and each individual. The negative destructive consequences of information wars are highlighted. The need for the formation of media literacy as a vital competence of the individual of the 21st century is substantiated. A direct relationship between the level of media literacy and the ability to resist destructive informational influences and psychological manipulations is proven. The expediency of forming media literacy among young people, as the most vulnerable, due to their age characteristics, and strata of the population, is substantiated.

The essence of media literacy is defined from the perspective of the experience of domestic and foreign scientists. The real state of students' media literacy was analyzed and determined to be insufficient. The tasks for the formation of media literacy for college students, supplemented and changed in the conditions of war, are described.

Conclusions. The formation of media literacy is possible according to the following strategy: training of college teachers for the formation of media literacy of students; integration of topics that contribute to the formation of media literacy into educational disciplines; encouragement and support of any media literacy initiatives. Outlined directions for solving the problems of increasing the level of media literacy: training of college teachers for the formation of students' media literacy; integration of topics that contribute

Для цитування:

Руденко Ю., Дегтярьова Н., Петренко С., Горохова В. Розвиток медіаграмотності молодого покоління: практичний аспект проблеми. *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 37. № 5. С. 56-63. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-037-5-008

Руденко, Ю., Дегтярьова, Н., Петренко, С., & Горохова, В. (2022). Розвиток медіаграмотності молодого покоління: практичний аспект проблеми. *Фізико-математична освіта*, 37(5), 56-63. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-008>

For citation:

Rudenko, Yu., Dehtiarova, N., Petrenko, S., & Horohova, V. (2022). Development of media literacy of the young generation: a practical aspect of the problems. *Physical and Mathematical Education*, 37(5), 56-63. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-008>

Rudenko, Yu., Dehtiarova, N., Petrenko, S., & Horohova, V. (2022). Rozvytok mediiagramotnosti molodoho pokolinnia: praktychnyi aspekt problemy [Development of media literacy of the young generation: a practical aspect of the problems]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 37(5), 56-63. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-008>

✉ Corresponding author

© Yu. Rudenko, N. Dehtiarova, S. Petrenko, V. Horohova, 2022

Висновки. Формування медіаграмотності можливе за такою стратегією: підготовка викладачів коледжів до формування медіаграмотності студентів; інтеграція тем, які сприяють формуванню медіаграмотності, у навчальні дисципліни; заохочення і підтримка будь-яких ініціатив з формування медіаграмотності. Впроваджені напрямки дозволяють покращити рівень медіаграмотності та забезпечити якісні уміння протидії інформаційним війнам. Актуальність потреби у формуванні медіаграмотності зумовила знаходження ефективних шляхів її вирішення в освітньому середовищі коледжів. Такими стали: оперативна підготовка викладачів; інтеграція медіаграмотності в інші дисципліни; підтримка будь-яких медіаосвітніх ініціатив педагогів; популяризація медіаграмотності шляхом проведення виховних заходів; проходження онлайн курсів на освітніх платформах. Експериментально доведено результативність обраних і впроваджених шляхів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: медіаграмотність, інформаційна грамотність, інформаційна безпека, студенти коледжів, інформаційна агресія.

to the formation of media literacy into educational disciplines; encouragement and support of any media literacy initiatives. The urgency of the need for the formation of media literacy determined the finding of effective ways to solve it in the educational environment of colleges. These were: operative training of teachers; integration of media literacy into other disciplines; support for any media educational initiatives of teachers; popularization of media literacy through educational activities; taking online courses on educational platforms. The effectiveness of the selected and implemented ways has been experimentally proven.

KEYWORDS: media literacy, information literacy, information security, college students, information aggression.

ВСТУП

Постановка проблеми. Через воєнну агресію Російської Федерації Україна й українці опинилися на передовій не тільки бойових, а й політичних, економічних та інформаційних фронтів. Найпотужнішим компонентом воєнного протистояння виступає інформаційна агресія, оскільки інформація – як глобальний ресурс, надає можливість значно збільшити ефективність або повністю підпорядкувати керування усіма життєвими сферами. На теренах України протягом останніх років РФ постійно здійснювала психологічні та інформаційні деструктивні впливи на українських громадян, але сьогоднішнє ведення воєнних дій регулярної армії з приєднанням до них інформаційних збройних формувань можуть завдавати набагато сильніші руйнівні наслідки.

Об'єктами деструктивного інформаційно-психологічного впливу стають всі верстви населення, а, особливо, молодь, яка, з одного боку є найактивнішим користувачем Інтернет-ресурсів, генератором розвитку і поширення соціальних мереж і відеоканалів, а, з іншого боку, у силу своїх вікових психологічних особливостей і відсутності життєвого досвіду, є найуразливішою категорією.

Ще до 2014 року, до початку агресивного вторгнення РФ до українського Криму та підбурення ситуації на сході України, вище політичне керівництво Росії спрямовувало свої значні сили на інформаційну інтервенцію в Україну і на рівні державних російських медіа ресурсів, і через різноманітні українські громадські та політичні організації. Уже тоді приділялася надмірна увага нав'язуванню агресивної інформаційної політики РФ проти Української державності, загрози інформаційній безпеці країни в цілому і окремо кожній особистості через відсутність уваги держави до інформаційної загрози та недостатнього рівня медіа та інформаційної грамотності українського суспільства.

Небезпека, яку створює РФ, впродовж останніх років протистояння забезпечила науковцям, медіа-експертам, журналістам, освітянам солідний вишкіл у питаннях можливих ризиків і небезпек в умовах та різних ракурсах інформаційної війни.

Отже, перед освітніми закладами України постає завдання активізувати роботу з формування медіа та інформаційної грамотності здобувачів вищої освіти, особливо тих, чия спеціалізація не передбачає вивчення медіаграмотності як обов'язкової дисципліни. Під медіаграмотністю будемо розуміти комплекс знань, що дозволяють розуміти, аналізувати, критично оцінювати медіа та сформовані вміння та навички протистояння її деструктивним впливам. Виходячи з означення можна виділити 4 якісні рівні медіаграмотності:

- Перший рівень: розуміння сутності роботи медіа та впливів їх на суспільство;
- Другий рівень: технічні навички свідомого використання медіа;
- Третій рівень: взаємодія у медіасередовищі, створення і представлення власного медіаконтенту
- Четвертий рівень: ефективне використання і взаємодія у медіа, навички у створенні, захисті, протистоянні деструктивним впливам медіа.

В умовах воєнної агресії важливо сконцентруватися на розвитку тих навичок, що допоможуть молодій особистості протистояти агресивним інформаційним впливам, зокрема, дезінформації, зомбуванню, маніпулюванню об'єктивними фактами, залякуванню та ворожій пропаганді, а також навчити молодь критично мислити і свідомо споживати і поширювати медіапродукти.

Аналіз актуальних досліджень. Про потужну роль інформації, представлення її та використання у вигідному ракурсі зрозуміли ще у минулому сторіччі. Медіаграмотності, як необхідній складовій свідомого громадянина, приділялася увага ще у радянський період. Про це свідчить роботи М. Коропатник (2016), М. Дорош (2018) та інших науковців. Сьогодні, зважаючи на інформаційні реалії всесвіту, питанням медіаграмотності приділяється значна увага як вітчизняних, так і закордонних вчених. Стан інформаційного простору України в умовах протидії російській гібридній агресії та роль засобів масової комунікації у формуванні медіаграмотності розглянуто у праці О. Литвиненко (2018). Теоретичні аспекти сутності медіаграмотності або інформаційної компетентності розглядаються у працях Р. Валліс (2016), Р. Едс, З.Смелсер (2011), Д. Вербицький, Ю. Сікора (2021), С. Шейбе, Ф. Рогоу (2017). У загальному автори сенсі ототожнюють поняття медіаграмотності та медіакомпетентності і визначають їх як рівень медійної культури, досягнений медіаосвітою, що визначає уміння користуватися цифровими технологіями, виражати себе і спілкуватися за допомогою медіазасобів, свідомо сприймати і критично тлумачити інформацію, вміти уникати інформаційних небезпек і контролювати свій інформаційний простір. Психолого-педагогічні розвідки з питань медіаграмотності та інформаційної безпеки представлені у праці І.Ватермана (2018). Складові медіаграмотності та критерії їх вимірювання висвітлюють автори А. Арсхад, І. Газал (2022), М. Хамелирс (2022).

Суголосні у думці, що ключову роль у розвитку медіаграмотності відіграє формування критичного мислення, зокрема, здатність сприймати, створювати, аналізувати, оцінювати медіапродукти, розуміти соціокультурний та

політичний контекст функціонування медіа, та їх репрезентаційних систем Р. Покровська (2019), О. Мурзіна (2019). Значущість медіаграмотності, та якісні зміни у її формуванні визначають українські вчені Н. Громова (2021), О. Семенов та О. Семеніхіна (2020). Н. Громова називає її життєво необхідною компетентністю особистості XXI століття. Вивчення процесів, пов'язаних із маніпуляцією, вважає базовим компонентом медіаграмотності Д. Плахта. Автор зазначає, що головне завдання медіаграмотності: «скерувати особистість до розуміння, створення та критичної оцінки медіаінформації» (Плахта, 2021)

Підсумовуючи вищевикладене, можемо зробити висновок що медіаграмотність не просто дуже важлива якість людини, вона критично важлива. Її формування необхідно починати з молодшого шкільного віку і продовжувати протягом всього свідомого життя людини. Проте досвід формування медіаграмотності в умовах війни, аналіз проблем і труднощів при формуванні її у студентів та пошук ефективних шляхів не були предметом дослідження.

Мета статті. З огляду на актуальність теми метою статті є практичний аспект формування медіаграмотності для студентів коледжів в умовах війни.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для вирішення поставленої мети використовувалися теоретичні методи дослідження: аналіз і узагальнення наукових джерел з метою розкриття основних положень досліджуваної проблеми; емпіричні методи: анкетування, спостереження, бесіда; статистичні методи опрацювання результатів опитувань респондентів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Сучасна молодь проходить школу соціалізації за допомогою гаджетів, смартфонів, інших цифрових пристроїв. Соціальні мережі, цифрові ресурси, інтернет-спільноти є природним середовищем студентів і, цілком очевидно, що вони значно сприяють формуванню свідомості, світогляду, ціннісних орієнтирів. Проте, рівень медіаграмотності молоді залишається достатньо низьким. Це стало гостро відчуватися з початку воєнної російської агресії і зумовило дослідження, аналіз та знаходження шляхів удосконалення.

Дослідження рівня медіаграмотності і способи його формування проходило у коледжах м.Суми (Сумський фаховий коледж економіки і торгівлі, Сумський фаховий медичний коледж, Сумський аграрний коледж СНАУ). Загальна кількість учасників – 97 студентів і 34 викладача. Експеримент тривав впродовж першого півріччя 2022 року.

Виявлення початкового рівня медіаграмотності відбувалося за допомогою авторського онлайн-тесту, розробленого на порталі Всеосвіта (<https://vseosvita.ua/test/my/designer/1021817>), власних спостережень і співбесід зі студентами коледжів. Тест містив 24 запитання, які давали змогу виявити уміння розрізняти достовірну інформацію та дезінформацію, елементи маніпуляції, навички захисту особистих даних, знання способів психологічного тиску. Приклади запитань представлені на рисунку 1.

Виберіть ознаки мови ворожнечі (Тип запитання: з кількома правильними відповідями.)	☐ дискримінація ☐ правдиві факти ☐ негативні вигук ☐ дискредитація
Повістки в армію тепер будуть надсилати через додаток «Дія», щоб адресати точно отримували їх. Правда чи фейк? (Тип запитання: з однією правильною відповіддю.)	☐ Так, це правда ☐ Ні, це фейк
Чи достовірна представлена інформація? (Тип запитання: з однією правильною відповіддю.) 	☒ Так, я довіряю цьому джерелу інформації ☐ Сумніваюся в правдивості цих даних

Рис. 1. Приклади запитань тесту для виявлення рівня медіаграмотності студентів коледжів

Результати онлайн тестування показали: зі 152 учасників вказали 9-12 правильних відповідей 16,45%, 5-8 відповідей – 55,26%, до 4 правильних відповідей – 28,29%. Згруповані загальні результати тестування представлені у таблиці 1.

Тестування виявило недостатній рівень медіаграмотності. Відзначимо, що студенти у своїй більшості мають низький поріг усвідомлення важливості захисту особистих даних; довірливі, не вміють і не мають звички перевіряти інформацію; мають слабкі уявлення про роботу алгоритмів функціонування соціальних мереж; не відрізняють факт від судження; мають низький рівень критичного мислення у споживанні інформації.

Таблиця 1

Загальні результати тестування на визначення рівня медіаграмотності студентів коледжів

Бали	0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	Разом
Кількість студентів	0	8	74	14	1	97
%	0,00%	8,25%	76,29%	14,43%	1,03%	100,00%

В особистих бесідах щодо інформаційної безпеки найчастіше лунали вислови на кшталт: «Я не знаю як відрізнати правду написана чи ні», «Я не звертаю уваги з якого джерела читаю інформацію», «А що тут такого, якщо я поширю інформацію?», «Не замислююсь над наслідками своїх дій у інтернет-просторі» тощо.

Спостереження за інформаційною поведінкою також підтверджували: студенти легко можуть піддаватися маніпуляціям, вірити дезінформації, поширювати фейки, несвідомо потурати злочинним діям та ділитися особистими даними без усвідомлення можливих наслідків.

Воєнна агресія РФ у фізичному і інформаційному просторі змусили оперативно та конкретно зміщувати акценти в освітньому процесі на навчання медіаграмотності студентів. Поряд з використанням традиційних методик, напрацьованих у довоєнний період, стало нагальною необхідністю швидко навчати, технічно і практично озброювати молодь проти інформаційної психологічної агресії, контрпропагандистських ворожих атак, деструктивних впливів на свідомість. Ураховуючи воєнні реалії окреслимо дещо доповнені і змінені завдання з формування медіаграмотності студентів:

– розуміти принципи роботи медіа, аналізувати свій медіапростір і свідомо підходити до створення та поширення інформації;

– сформувати звичку обирати якісний контент і здійснювати грамотний цілеспрямований пошук потрібної інформації;

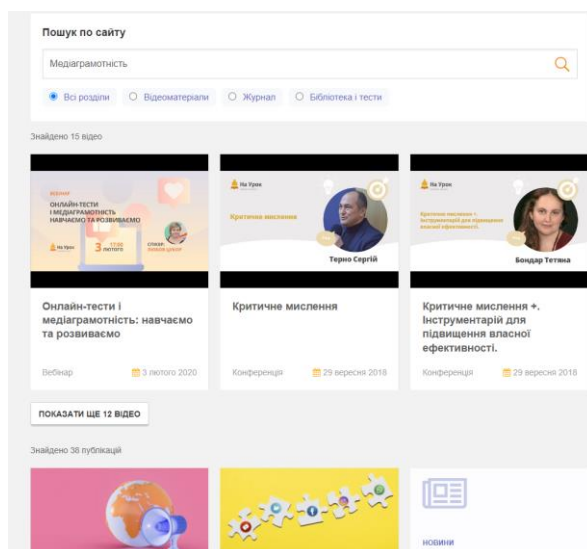
- навчитися виявляти інформаційну агресію (пропаганду, фейки, дезінформацію, залякування) та протистояти їй;
- розвинути навички критичного мислення та аналізу інформації;
- розвинути практичні навички з верифікації інформації;
- знати норми й цінності інтернет-спільноти, вміти уникати та протистояти комунікаційній агресії;
- зберігати психічне здоров'я і розвивати стресостійкість у агресивному, деструктивному інформаційному просторі;
- забезпечувати захист власного інформаційного простору від шахраїв, кіберзлочинців, ворожих атак.

Поставлені завдання вирішувались у трьох напрямках:

1. Підготовка викладачів коледжів до формування медіаграмотності студентів;
2. Інтеграція тем, які сприяють формуванню медіаграмотності, у навчальні дисципліни;
3. Заохочення і підтримка будь-яких ініціатив з формування медіаграмотності.

Детальніше розглянемо як вирішувались поставлені завдання в освітньому просторі коледжів в умовах війни.

1) Важливе значення мала компетентність у питаннях медіаграмотності майбутніх викладачів. Позитивним є готовність більшості до її формування, що підтвердило опитування. Серед 34 опитаних викладачів готовність виявило 94%. Педагоги лише вказували на проблему, як саме формувати, чому навчати, де брати необхідну інформацію. Причому важливо вказати, що ці труднощі потрібно було вирішувати швидко, і з урахуванням воєнних реалій. Корисними стали освітні онлайн ресурси, яких сьогодні створено значну кількість. Зокрема, онлайн платформа «НА УРОК» на запит «медіаграмотність» пропонує 15 відеолекцій, 4 вебіари, 38 публікацій, 10 тестів, а також презентації, лекції, ігри. Портал «Всеосвіта» на цей же запит видає підбірку з 421 події, серед яких: вебіари, курси, семінари, презентації, новини як безкоштовні так і платні. Результати запитів представлені на рисунку 2.



Фрагмент вікна платформи «НА УРОК» на запит «медіаграмотність»



Фрагмент вікна платформи «Всеосвіта» на запит «медіаграмотність»

Рис. 2. Результати пошуку ресурсів з формування медіаграмотності на освітніх онлайн платформах.

Також сьогодні у мережі Інтернет представлено достатню кількість безкоштовних он-лайн курсів із зазначеної тематики. У оперативній підготовці викладачів позитивно зарекомендували себе такі он-лайн курси:

Платформа Educational Era. Студія онлайн-освіти (<https://www.ed-era.com/>). Безкоштовні курси «Онлайн курс з медіаграмотності», «Фактчек: довіряй-перевіряй». Зокрема, інтерактивний курс «Онлайн курс з медіаграмотності» містить теоретичні блоки за темами «Медіапростір», «Традиційні медіа», «Соціальні медіа», «Дезінформація та маніпуляції». Кожен блок містить тестування та підсумки. Наприкінці проходження курсу передбачено фінальне тестування та отримання сертифікату з медіаграмотності.

Платформа ВУМ online (<https://vumonline.ua/>) Курс «Верифікація в Інтернет» проводять досвідчені журналісти, які на прикладах і тестових завданнях пропонують методи виявлення дезінформації. Приділена увага психологічній складовій інформаційних провокацій та способам їх розпізнавання.

Заслугує на увагу національний медіапроект *Фільтр* (<https://filter.mkp.gov.ua/>), який презентує свою місію як «Медіаграмотність - твій фільтр споживання інформації». У проєкті ставиться за мету об'єднувати та координувати зусилля держави та партнерів для формування медіаграмотності українців, підвищувати рівень обізнаності про проблеми дезінформації та навчити вмінням виявляти маніпуляції.

2) Аналіз освітніх програм для здобувачів вищої освіти в коледжах показав, якщо спеціальність не пов'язана з журналістикою, управлінням або педагогікою, медіаграмотність, як окрема дисципліна, здебільшого відсутня. І, навіть серед зазначених спеціальностей, вона найчастіше значиться як вибіркова. За таких умов ефективним способом її формування не у спеціалізованих коледжах вважаємо інтеграцію медіаграмотності в інші дисципліни.

У якості прикладу наведемо можливості інтеграції медіаграмотності у дисципліни «Інформаційні технології», «Логіка», «Соціологія», «Психологія». Вибір був обґрунтований такими міркуваннями: вказані дисципліни входять майже в усі освітні програми і вивчаються на першому, другому курсах ЗВО; вивчення тем дисциплін може бути вибіркоким і не зменшує кількість годин спеціальних фахових дисциплін; теми мають спільні риси і взаємодоповнюють одна одну. Узгодження тем з завданнями, поставленими у формуванні медіаграмотності представлено у таблицях 2, 3, 4, 5.

Таблиця 2

Інтеграція курсів з медіаграмотності в дисципліну «Інформаційні технології»

Теми дисципліни «Інформаційні технології»	Теми курсу «Медіаграмотність»
Загальні відомості про інформацію, інформаційні технології та системи	Поняття інформації. Властивості інформації (достовірність, адекватність, повнота, об'єктивність, актуальність). Поняття інформаційного шуму, інформаційного терору, інформаційної агресії
Інформаційна безпека. Захист інформації	Проблеми інформаційної безпеки. Загрози при роботі в Інтернеті і їх уникнення. Захист особистих даних. Авторське право.
Мережеві інформаційні технології. Технологія використання інформаційних ресурсів глобальної комп'ютерної мережі	Алгоритми пошуку інформації. Інформаційна бульбашка. Принципи поширення інформації. Відповідальність за поширення інформації
Мережеві інформаційні технології. Технологія використання інформаційних ресурсів глобальної комп'ютерної мережі	Сервіси та інструменти для верифікації документів (встановлення авторства, аналіз першоджерел, визначення першої дати публікації, перевірка геолокації, пошук аналогічних медіа-продуктів у мережі, детальний аналіз масштабованих скріншотів відео або фото, інструментарій для доведення підробки)
Навчання і Інтернет	Он-лайн курси з медіаграмотності, кібербезпеки, цифрової грамотності. Реєстрація, проходження, отримання результатів
Мультимедіа-технології	Програми та сервіси для створення, поширення, перевірки захисту медіапродуктів

Таблиця 3

Інтеграція курсів з медіаграмотності в дисципліну «Соціологія»

Теми дисципліни «Соціологія»	Теми курсу «Медіаграмотність»
Суспільство як соціальна система. Загальна характеристика базисних компонентів соціального життя: її соціальні процеси, взаємодія відносини та зміст; соціальні спільноти та соціальні інститути; соціальний зв'язок та контроль	Негативні соціальні тенденції, що створюють засоби масової інформації. Сутність і загрози пропаганди
Особистість у системі соціальних зв'язків. Особистість як об'єкт та суб'єкт соціальних відносин	Кіберсоціалізація особистості. Загрози і небезпеки соціальних мереж. Методи протидії деструктивним інформаційним впливам на свідомість
Соціальна поведінка. Соціальна поведінка та фактори її формування. Соціальні програми виховання	Критичне сприйняття та протидія маніпуляціям мас-медіа
Соціологія політики. Галузі соціології політичних відносин. Соціологія політичних рухів і партій	Різниця між загальновідомими судженнями та фактами. Критичний аналіз джерела інформації; трактування подій, аргументації
Соціологія громадської думки. Громадська думка як соціальна інституція. Закономірності функціонування громадської думки і проблеми її вивчення	Фейк як один з механізмів інформаційної маніпуляції. Аналіз медіа-продуктів на достовірність
Соціологія конфлікту. Поняття конфлікту, його соціальна природа та функції у суспільстві. Історія становлення соціології конфлікту	Конфлікти у інтернет-спільноті. Виявлення ботів, тролів, інфлюенсерів. Способи боротьби з інформаційними інтернет-злочинами

Таблиця 4

Інтеграція курсів з медіаграмотності в дисципліну «Логіка»

Теми дисципліни «Логіка»	Теми курсу «Медіаграмотність»
Логічні закони мислення	Критичне сприйняття та протидія маніпуляціям мас-медіа. Різниця між фактом та судженням. Фактчекінг інформації
Загальна характеристика судження. Умовивід як форма мислення	Доведення, недостовірності, викривлення, маніпуляційних спроб в медіапродуктах за допомогою логічного судження
Міркування за аналогією. Логічна природа та роль гіпотези. Доведення та спростування	Розуміння причин викривлення інформації (кому це вигідно, навіщо, які наслідки?) Формулювання обґрунтованих, аргументованих висновків із спожитої інформації

Таблиця 5

Інтеграція курсів з медіаграмотності в дисципліну «Психологія»

Теми дисципліни «Психологія»	Теми курсу «Медіаграмотність»
Поняття про психіку. Основні форми відображення дійсності	Свідомість особистості. Вплив на свідомість інформаційної психологічної та інформаційно-сміслової війни
Походження і розвиток свідомості людини	Загроза і наслідки деструктивних впливів на моральні принципи, цінності, традиції особистості
Світ психологічних явищ людини. Психічні процеси. Психічні властивості. Психічні стани	Критичне сприйняття та протидія маніпуляціям мас-медіа. Когнітивне викривлення. Роль критичного мислення для свідомості
Загальне поняття про емоції та почуття особистості. Види прояву почуттів	Використання психологічних характеристик людини у корисних маніпуляційних або пропагандистських цілях. Протистояння маніпуляторам, агресорам, панікерам у інформаційному просторі
Емоційний стрес і регуляція емоційних станів	Психологічне здоров'я жертви інформаційної агресії. Способи збереження психологічного здоров'я

Перелік дисциплін не обмежується зазначеними. Можлива також така інтеграція в дисципліни:

– Математика та споріднені предмети (теми: «Методи математичної індукції», «Методи доведення геометричних теорем»);

– Теорія прийняття рішень (теми: «Експертні процедури для прийняття рішень. Загальна схема експертизи», «Моделі та методи прийняття рішень в умовах нечіткої інформації, невизначеності та ризику», «Теорія ігор, стратегічні та статистичні ігри»);

– Політологія (теми: «Зовнішня політика держави і міжнародні відносини. Нація як суб'єкт політики»).

3) Доцільно заохочувати будь-які ініціативи викладачів з формування медіаграмотності. Вдалими виявилися наступні тематичні заходи:

- тренінг «Я в інформаційній бульбашці? Як її позбутися?»;
- майстер-клас «Розпізнаємо бота, тролля, фейкового інфлюенсера в соціальних мережах»;
- вікторина «Факт чи судження?»;
- відкрита лекція психолога «Когнітивні викривлення. Як працює психіка людини і як не стати жертвою маніпуляцій?»;
- командна гра «Руйнівники фейків»;
- пошуково-дослідний проект «Вивчай і розрізняй: інфомедійна грамотність».

Варто зазначити, що всі зазначені заходи мали потужний позитивний ресурс, залучали студентів до соціальної взаємодії, відволікали від психічного напруження від воєнних реалій і дозволяли в ігровій інтерактивній формі здобувати корисні знання і навички. Щоб закріпити набуті навички, кожному учаснику заходів надавалась пам'ятка «Зарядка з медіаграмотності», в якій візуально доступно і лаконічно були сформовані основні закони медіаграмотності.

За результатами проведених формувальних впливів було проведене повторне тестування, яке виявило ефективність впровадженної стратегії. Результати повторного тестування та динаміка змін представлені у таблиці 6.

Таблиця 6

Динаміка результатів тестування студентів до і після заходів з формування медіаграмотності

Бали	До формувальних заходів		Після формувальних заходів		Динаміка	
	К-ть студентів	%	К-ть студентів	%	осіб	%
0-4	0	0,00%	0	0,00%	0	0,00%
5-9	8	8,25%	2	2,06%	-6	-6,19%
10-14	74	76,29%	33	34,02%	-41	-42,27%
15-19	14	14,43%	41	42,27%	27	27,84%
20-24	1	1,03%	21	21,65%	20	20,62%
Разом	97	100,00%	97	100,00%		

Акцент правильних відповідей змістився до 15-19 балів (42,27% проти 14,43%), значно зросла кількість тих, хто відповідав правильно майже на всі запитання (21,65% проти 1,03%). Візуально результати продемонстровані на діаграмі (рис. 3).

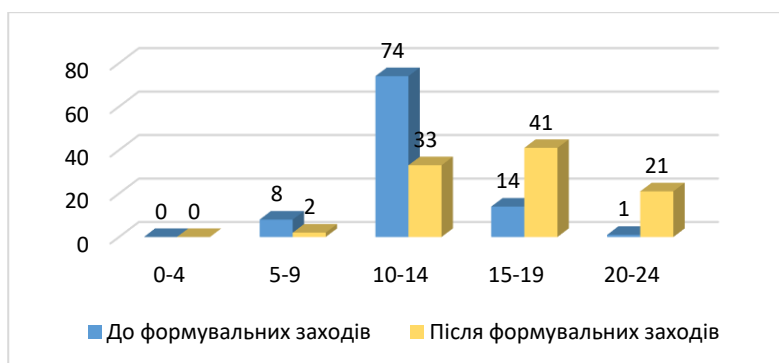


Рис. 3. Динаміка результатів тестування студентів до і після заходів з формування медіаграмотності

Підтверджували позитивні результати і обговорення проведених заходів зі студентами. Вони вказували на високий рівень задоволення від процесу пізнання у такій формі, відчуття важливості набутих знань і навичок, прагнули набутими знаннями поділитися з батьками та друзями.

Окремо варто акцентувати увагу на проходженні онлайн курсів студентами. Результативно, тобто з отриманням сертифікатів, пройшли курси лише 34% студентів. Решта через труднощі в структурі курсу, надмірної змістовності, поступового зниження інтересу проходили курси, але здебільшого в ознайомчих цілях. Тому у подальшому варто приділяти увагу розробці авторських онлайн курсів, які б утримували зацікавленість і вмотивованість студента, були логічними і мали логічну і нескладну структуру.

Отже, студентська молодь потребує зваженої, систематичної, професійної допомоги з напруження визначених у розділі завдань медіаграмотності. Сприятиме вирішенню цієї проблеми інтеграція у навчальні дисципліни суголосних тем з медіаграмотності, проведення заходів з формування медіаграмотності, участь у дослідницьких проєктах та самоосвіта на он-лайн курсах. Важливе значення має посилення підготовка викладачів до навчання медіаграмотності шляхом участі їх у вебінарах та конференціях, проходження онлайн курсів та можливості обміну прогресивним досвідом.

Зважаючи на сьогоднішні важкі воєнні часи, всі зазначені заходи бути запропоновані з урахуванням дистанційного навчання. Можливість навчатись аудиторно ще більше розширить коло запропонованих ініціатив.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Результати даного дослідження дозволили сформулювати такі висновки:

1. Аналіз теоретичних вітчизняних і закордонних наукових джерел виявив актуальність потреби у формуванні медіаграмотності, зокрема, необхідності психологічного захисту населення від ворожих інформаційних атак і маніпуляцій свідомістю.

2. Пошуки у контексті окресленої проблеми сконцентровані на розвитку критичного мислення, визначенні умінь розуміти, створювати і використовувати засоби масової інформації та комунікації. Стали критично важливими: уміння протистояти інформаційній агресії, інформаційним деструктивним і маніпуляційним впливам; збереження психічного здоров'я і стресостійкості особистості; захист власного інформаційного простору від шахраїв, кіберзлочинців, ворожих атак.

3. Доповнені і змінені завдання з формування медіаграмотності студентів визначені з урахуванням воєнної агресії. Вбачаємо успішну їх реалізацію через інтеграцію медіаграмотності в інші дисципліни; підтримку будь-яких медіаосвітніх ініціатив педагогів; популяризацію медіаграмотності шляхом проведення виховних заходів; участь у міжнародних проєктах; проходження онлайн курсів на освітніх платформах, спеціалізованій підготовці викладачів. Усі зазначені заходи успішно реалізуються в дистанційних умовах. Можливість навчатись аудиторно розширить коло запропонованих ініціатив.

Подальшого дослідження потребує розробка удосконалених авторських онлайн курсів, методик із застосування програмних засобів для верифікації медіапродуктів, дієвих методів, прийомів та засобів протидії психологічним маніпуляціям.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Arshad, A., Ghazal, S., Saleem, N., Hanan, M.A., Arshad, M.H. (2022). Revisiting media literacy measurement: Development and validation of 3-factor media literacy scale. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38 (5), 1371-1378.
- Cultural personality of a specialist in the XXI century: collection of materials of the V international scientific and practical conference (Sumy, December 10-11, 2021) / ed. O. M. Semenog. Sumy: Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko Publishing House, 5, 154.
- Hameleers, M. (2022). Separating truth from lies: comparing the effects of news media literacy interventions and fact-checkers in response to political misinformation in the US and Netherlands. *Information Communication and Society*, 25 (1), 110-126. <http://doi.org/10.1080/1369118X.2020.1764603>
- Hüther, Jürgen; Schorb, Bernd (Hg.) *Medienkompetenz. In:: Grundbegriffe Medienpädagogik. vollst. neu konzipierte Aufl. München: kopaeed.* <https://www.tandfonline.com/>
- Murzina, O. (2021). Медіакомпетентність та медіаграмотність: сутність понять. *Continuing Professional Education: Theory and Practice*, (4), 18-23.

6. Pokrovska, P. L. (2019). Formation of media competence of students of humanitarian faculties during the study of specialized disciplines. *Information Technologies and Learning Tools*, 71(3), 215–226. <https://doi.org/10.33407/itlt.v71i3.2558>
7. Semenog, O., Semenikhina, O., Oleshko, P., Prima, R., Varava, O., & Pykaliuk, R. (2020). Formation of Media Educational Skills of a Future Teacher in the Professional Training. *Revista Romaneasca Pentru Educatie Multidimensionala*. 12(3), 219-245. <http://doi.org/10.18662/rrem/12.3/319>.
8. Smelser, Eds.N.J., Baltes, P.B. (2011). *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 14. Oxford, 9494. <http://www.imlrf.org/australia>
9. Verbivskiy, D., Sikora, Y., & Usata, O. (2021). Медіаграмотність як один зі складників процесу підготовки сучасного педагога професійного навчання. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*, 1 (48), 69-72.
10. Wallis R, Buckingham, D. (2016). Media literacy: the UK's undead cultural policy. *International Journal of Cultural Policy*. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10286632.2016.1229314>
11. Watermann, I.M. (2017). *Pflege 4.0. Auswirkung auf die praktische Berufsausbildung von Pflegekräften*. Hausarbeit (Hauptseminar) – Pädagogik – Berufserziehung, Berufsbildung, Weiterbildung – Arbeiten publizieren: Bachelorarbeit, Masterarbeit, Hausarbeit oder Dissertation, München: GRIN Verlag, 2017. <https://www.grin.com/document/383437>
12. Дорош, М. Як розвивається медіаграмотність в Україні: вісім висновків зі щорічної конференції. *Детектор медіа*. http://ms.detektor.media/mediaprosvita/mediaosvitayak_rozvivaetsya_mediaqramotnist_v_ukraini_visim_visnovkiv_zi_schorichnoi_konferentsii
13. Коротатник, М. (2016). Медіаосвіта в Україні: історія і сьогодення. *Сіверянський літопис*, 3, 159-174.
14. Плахта, Д. Медіаосвітня вакцинація: українські реалії. <https://day.kyiv.ua/uk/blog/polityka/mediaosvitnya-vakcynaciya>
15. Рекун, О. О. (2020). Медіаграмотність у системі вищої освіти. *Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка*, 8 (164), 41-44.
16. Шейбе, С. & Рогоу, Ф. (2017). *Медіаграмотність: Підручник для вчителів/ Перекл. з англ. С.Дьома; за загал. ред. В.Ф. Іванова, О.В. Волошенюк*. Київ: Вільної Преси, Академія Української Преси.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Arshad, A., Ghazal, S., Saleem, N., Hanan, M.A., Arshad, M.H. (2022). Revisiting media literacy measurement: Development and validation of 3-factor media literacy scale. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38 (5), 1371-1378.
2. Cultural personality of a specialist in the XXI century: collection of materials of the V international scientific and practical conference (Sumy, December 10-11, 2021) / ed. O. M. Semenog. Sumy: Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko Publishing House, 5, 154.
3. Hamelers, M. (2022). Separating truth from lies: comparing the effects of news media literacy interventions and fact-checkers in response to political misinformation in the US and Netherlands. *Information Communication and Society*, 25 (1), 110-126. <http://doi.org/10.1080/1369118X.2020.1764603>
4. Hüther, Jürgen; Schorb, Bernd (Hg.) *Medienkompetenz. In: Grundbegriffe Medienpädagogik. vollst. neu konzipierte Aufl. München: kopaed*. <https://www.tandfonline.com/>
5. Murzina, O. (2021). Медіакомпетентність та медіаграмотність: сутність понять. *Continuing Professional Education: Theory and Practice*, (4), 18-23.
6. Pokrovska, P. L. (2019). Formation of media competence of students of humanitarian faculties during the study of specialized disciplines. *Information Technologies and Learning Tools*, 71(3), 215–226. <https://doi.org/10.33407/itlt.v71i3.2558>
7. Semenog, O., Semenikhina, O., Oleshko, P., Prima, R., Varava, O., & Pykaliuk, R. (2020). Formation of Media Educational Skills of a Future Teacher in the Professional Training. *Revista Romaneasca Pentru Educatie Multidimensionala*. 12(3), 219-245. <http://doi.org/10.18662/rrem/12.3/319>.
8. Smelser, Eds.N.J., Baltes, P.B. (2011). *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, 14. Oxford, 9494. <http://www.imlrf.org/australia>
9. Verbivskiy, D., Sikora, Y., & Usata, O. (2021). Mediaqramotnist' yak odyn zi skladnykiv protsesu pidhotovky suchasnoho pedahoha profesiynoho navchannya [Media literacy as one of the components of the process of training a modern professional teacher]. *Naukovyy visnyk Uzhhorod's'koho universytetu. Seriya: «Pedahohika. Sotsial'na robota»* – *Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series: "Pedagogy. Social work"*, 1 (48), 69-72. (in Ukrainian).
10. Wallis R, Buckingham, D. (2016). Media literacy: the UK's undead cultural policy. *International Journal of Cultural Policy*. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10286632.2016.1229314>
11. Watermann, I.M. (2017). *Pflege 4.0. Auswirkung auf die praktische Berufsausbildung von Pflegekräften*. Hausarbeit (Hauptseminar) – Pädagogik – Berufserziehung, Berufsbildung, Weiterbildung – Arbeiten publizieren: Bachelorarbeit, Masterarbeit, Hausarbeit oder Dissertation, München: GRIN Verlag, 2017. <https://www.grin.com/document/383437>
12. Dorosh, M. Yak rozvyvayet'sya mediaqramotnist' v Ukrayini: visim vysnovkiv zi shchorichnoyi konferentsiyi [How media literacy is developing in Ukraine: eight conclusions from the annual conference]. *Detektor media – Media detector*. http://ms.detektor.media/mediaprosvita/mediaosvitayak_rozvivaetsya_mediaqramotnist_v_ukraini_visim_visnovkiv_zi_schorichnoi_konferentsii (in Ukrainian).
13. Koropatnyk, M. (2016). Mediaosvita v Ukrayini: istoriya i s'ohodennya [Media education in Ukraine: history and present]. *Siveryans'kyi litopys – Severyan annals*, 3, 159-174. (in Ukrainian).
14. Plakhta, D. *Mediaosvitnya vaktsynatsiya: ukrayins'ki realiyi [Media-educational vaccination: Ukrainian realities]*. <https://day.kyiv.ua/uk/blog/polityka/mediaosvitnya-vakcynaciya> (in Ukrainian).
15. Rekun, O. O. (2020). Mediaqramotnist' u systemi vyshchoyi osvity [Media literacy in the system of higher education]. *Visnyk Natsional'noho universytetu «Chernihiv's'kyi kolehium» imeni T. H. Shevchenka – Bulletin of the Chernihiv Collegium National University named after T.G. Shevchenko*, 8 (164), 41-44. (in Ukrainian).
16. Sheybe, S. & Rohou, F. (2017). *Mediaqramotnist': Pidruchnyk dlya vchyteliv [Media literacy: Textbook for teachers]* / Perekl. z anhl. S.D'oma; za zahal. red. V.F. Ivanova, O.V. Voloshenyuk. Kyiv: Vil'noyi Presy, Akademiya Ukrayins'koyi Presy. (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 10.31110/2413-1571-2022-037-5-009

УДК 004.853

СТАН ЦИФРОВІЗАЦІЇ ОСВІТИ В КОНТЕКСТІ ВІДКРИТОЇ НАУКИ

Марія ШИШКІНА

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

Юлія НОСЕНКО

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

Майя МАР'ЄНКО

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

STATE OF DIGITALIZATION OF EDUCATION IN THE CONTEXT OF OPEN SCIENCE

Mariya SHYSHKINA

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

Yuliya NOSENKO

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

Maiia MARIENKO

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

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. На сьогодні багато розвинених країн перебувають на етапі запровадження принципів відкритої освіти. На шляху до запровадження відкритої науки існує низка перешкод. Визначення цих перешкод має важливе значення для розроблення відповідної політики, рекомендацій, спрямованих на їхнє усунення та на посилення рушійних чинників. Проектування та впровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки зумовлене метою забезпечити як високу продуктивність, так і простоту використання не лише науковими спільнотами, але й у навчанні та професійному розвитку вчителів.

Матеріали і методи. Поставлена мета статті була вирішена завдяки використанню наступних теоретичних методів наукового дослідження: аналіз наукових досліджень (сучасний стан, зокрема закордонний досвід), порівняння вітчизняного та закордонного досвіду, метод сходження від абстрактного до конкретного.

Результати. Розкрито роль цифровізації у досягненні цілей відкритої науки. Визначено загальні засади відкритої науки. Описано три «Кити» відкритої науки (відкритий доступ до наукових публікацій, відкриті дослідницькі дані, відкрита співпраця) та подано способи їх реалізації. Показано ключові аспекти, яких торкається відкрита наука. Розкрито зміст чотирьох відкритих наукових практик. Показано взаємозв'язок відкритої науки і відкритої освіти. Окреслено проблеми, що існують в межах даної тематики. Визначено перспективи цифровізації освіти в контексті відкритої науки. Визначено фактори для більш ефективного розвитку відкритої науки в Україні.

Висновки. Передбачено, що в результаті запровадження принципів відкритої науки Україна отримає низку переваг. Врахування сучасних тенденцій європейського простору відкритої науки, використання переваг хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки в науково-освітній діяльності сприятиме покращенню її якості та ефективності, ширшому використанню сервісів відкритої науки, підвищенню рівня підготовки кадрів освіти.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: дуальна форма здобуття освіти; якість освіти; професійна підготовка вчителів математики.

ABSTRACT

Formulation of the problem. Today, many developed countries are at the stage of introducing the principles of open education. There are a number of obstacles on the way to the introduction of open science. Identifying these obstacles is important for developing appropriate policies and recommendations aimed at eliminating them and strengthening driving factors. The design and implementation of cloud-oriented systems of open science is determined by the goal of ensuring both high productivity and ease of use not only by scientific communities, but also in education and professional development of teachers.

Materials and methods. The goal of the article was solved thanks to the use of the following theoretical methods of scientific research: analysis of scientific research (current state, in particular foreign experience), comparison of domestic and foreign experience, the method of ascent from the abstract to the concrete.

Results. The role of digitization in achieving the goals of open science is revealed. The general principles of open science are defined. The three "Whales" of open science (open access to scientific publications, open research data, open collaboration) are described and methods of their implementation are presented. The key aspects touched by open science are shown. The contents of four open scientific practices are revealed. The relationship between open science and open education is shown. The problems that exist within the scope of this topic are outlined. The prospects of digitization of education in the context of open science are determined. Factors identified for more effective development of open science in Ukraine.

Conclusions. It is foreseen that as a result of the introduction of the principles of open science, Ukraine will receive a number of advantages. Taking into account the modern trends of the European space of open science, using the advantages of cloud-oriented services of open science in scientific and educational activities will contribute to the improvement of its quality and efficiency, the wider use of services of open science, and the increase in the level of training of education personnel.

KEYWORDS: dual form of education; quality of education; professional training of mathematics teachers.

ВСТУП

Постановка проблеми. Нині хмаро орієнтовані системи відкритої науки надають дослідницьким спільнотам високопродуктивну хмарну інфраструктуру для опрацювання наукоємних даних. Проектування та впровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки зумовлене метою забезпечити як високу продуктивність, так і простоту використання не лише науковими спільнотами, але й у навчанні та професійному розвитку вчителів. Результатом є низка проєктів, що використовують хмаро орієнтовані системи відкритої науки у біологічних, природничих та цифрових гуманітарних науках (Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, 2020).

Для цитування:

Шишкіна М., Носенко Ю., Мар'єнко М. Стан цифровізації освіти в контексті відкритої науки. *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 37. № 5. С. 64-68. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-037-5-009
 Шишкіна, М., Носенко, Ю., & Мар'єнко, М. (2022). Стан цифровізації освіти в контексті відкритої науки. *Фізико-математична освіта*, 37(5), 64-68. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-009>

For citation:

Shyshkina, M., Nosenko, Yu., & Marienko, M. (2022). State of digitalization of education in the context of open science. *Physical and Mathematical Education*, 37(5), 64-68. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-009>
 Shyshkina, M., Nosenko, Yu., & Marienko, M. (2022). Stan tsyfrovizatsii osvity v konteksti vidkrytoï nauky [State of digitalization of education in the context of open science]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 37(5), 64-68. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-009>

✉ Corresponding author

© M. Shyshkina, Yu. Nosenko, M. Marienko, 2022

На сьогодні багато розвинених країн перебувають на етапі запровадження принципів відкритої освіти. Це ґрунтовний, глибокий процес, що торкається багатьох сфер життєдіяльності суспільства (політичних інститутів, університетського сектору, видавничих центрів, науково-дослідних інституцій та ін.) та потребує значних часових, інтелектуальних, організаційних інвестицій. На шляху до запровадження відкритої науки існує низка перешкод. Визначення цих перешкод має важливе значення для розроблення відповідної політики, рекомендацій, спрямованих на їхнє усунення та на посилення рушійних чинників.

Аналіз актуальних досліджень. 2016 р. – оприлюднено документ «Європейська хмарна ініціатива – розбудова конкурентоспроможної економіки даних і знань у Європі» (European Cloud Initiative, 2016).

Наразі на основі спільних потужностей е-інфраструктур ЄДП відбувається реалізація проекту Європейської хмари відкритої науки – European Open Science Cloud (EOSC), що є складовою розбудови Єдиного цифрового ринку Європейського Союзу. EOSC об'єднує в собі потужності основних пан-Європейських дослідницьких інфраструктур, таких, як EGI, EUDAT CDI, INDIGO-DataCloud та інших.

26 жовтня 2017 р. – у Брюсселі оприлюднена Декларація хмари відкритої науки, у якій були сформульовані основні принципи формування Хмари (European Open Science Cloud, 2017).

FAIR Data – «чесні, прозорі дані», що є такими, що можна знайти, доступними, сумісними і придатними для повторного використання (*Findable, Accessible, Interoperable and Re-usable*).

14 березня 2018 р. – Європейська Комісія уклала документ «Дорожня карта імплементації для Європейської хмари відкритої науки» (Ночвай, 2018).

В 2018 р. опубліковано документ «Підтримка практичної реалізації EOSC» (англ. «Prompting an EOSC in practice») (European Commission, 2018a) та оприлюднено документ «Перетворення принципів FAIR у дійсність» (англійська назва «Turning FAIR into Reality») (European Commission, 2018b).

«План Відновлення України» (Національна рада з відновлення, 2022).

Національна програма #12: Розвиток освіти, з фокусом на основні компетенції та інновації.

Цей пункт містить положення:

«Проект підвищення якості вчителів: реформування навчання вчителів, моделі фінансової компенсації, кар'єрного шляху та кар'єрного зростання». Реалізація цього пункту завдяки розробленню методик використання систем відкритої науки у процесі навчання і підвищенні кваліфікації вчителів, що є суттєвим чинником підготовки вчителів до роботи у наукових ліцеях.

Інтеграція науки та інновацій у навчальний процес

Реалізація цього пункту також пов'язана з запровадженням хмаро орієнтованих систем відкритої науки як провідної технології сучасного інформаційного суспільства в освітній процес закладів вищої педагогічної, післядипломної педагогічної освіти.

Гармонізація стандартів з Європою (European Higher Education Area)

Дослідження щодо впровадження і використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі були започатковані в Інституті цифровізації освіти НАПН України і спрямовані на реалізацію пріоритетів гармонізації стандартів з Європою у частині European Higher Education Area та European Research Area (ERA), зокрема: Наказ МОН №167 від 10.02.21 «Про затвердження Дорожньої карти з інтеграції науково-інноваційної системи України до Європейського дослідницького простору», пріоритет 5б «Відкрита наука та цифрові інновації» (Наказ МОН, 2021).

Наразі, з прийняттям рекомендацій ЮНЕСКО щодо відкритої науки (UNESCO Recommendation on Open Science), відбулося погодження загального стандарту, міжнародної рамки відкритої науки (UNESCO, 2021). Одним із завдань, визначених рекомендаціями, є людські ресурси, зокрема навчання, цифрова грамотність та розвиток потенціалу для відкритої науки. Цьому завданню повною мірою відповідають мета і кінцеві результати дослідження.

Мета статті. Проаналізувати та визначити стан, проблеми та перспективи цифровізації освіти в контексті відкритої науки.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Поставлена мета статті була вирішена завдяки використанню наступних теоретичних методів наукового дослідження: аналіз наукових досліджень (сучасний стан, зокрема закордонний досвід), порівняння вітчизняного та закордонного досвіду, метод сходження від абстрактного до конкретного.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

На шляху до становлення глобального інформаційного простору та розбудови суспільства знань європейська спільнота розвиває напрям, пріоритетний для європейської науково-дослідної політики, – відкриту науку (Open Science). Це нова концепція наукового процесу, своєрідна філософія наукових досліджень, заснована на високих стандартах прозорості і співробітництва та комунікації, базується на спільній роботі, нових можливостях поширення й обміну науковими знаннями з використанням сучасних цифрових технологій.

Відкрита наука – це підхід до організації досліджень, які є спільними, прозорими та доступними. Відкрита наука охоплює широкий спектр діяльності, включаючи публікацію у відкритому доступі, відкриті дані досліджень, відкриті препринти, відкриту експертну оцінку результатів та відкриту освіту. Також дотичним в даному контексті є таке поняття як наука для громадян, де кожен громадянин держави має безпосереднє відношення до участі у дослідженнях. Відкрита наука пов'язана з цілісністю досліджень і вимагає правової та етичної обізнаності з боку дослідників. Рушійною силою відкритої науки є підвищення прозорості процесу досліджень та обґрунтованості результатів, а також суспільне право власності на наукові розробки, особливо на ті, що фінансуються державою.

Три «Кити» відкритої науки. Відкрита наука базується на трьох головних «китах»: відкритому доступі до наукових публікацій, відкритих дослідницьких даних, відкритій співпраці.

Кожний із них реалізується, зокрема, у такий спосіб (Носенко, 2021):

- відкритий доступ до наукових публікацій – політика відкритого доступу (напр., журналів), запровадження стандартів «зеленого» і «золотого» доступу (бібліометрика);
- відкриті дослідницькі дані – політика відкритого доступу (напр., журналів), запровадження репозиторіїв відкритих даних, формування відношення дослідників до відкритих даних;

– відкрита співпраця – відкритий код, альтметрія, застосування колаборативних платформ, громадянська наука.

Відкритий доступ до публікацій означає вільний доступ до них – безплатно, часто без попередньої реєстрації. Тобто, будь-який дослідник, маючи цифровий гаджет із підключенням до мережі Інтернет, може за потреби вільно читати, завантажувати та використовувати потрібні матеріали будь-де і будь-коли, незалежно від часу і місця перебування. Види доступу можуть відрізнятися. Типовою є градація: платиновий відкритий доступ, золотий відкритий доступ, зелений відкритий доступ, бронзовий відкритий доступ, гібридний відкритий доступ. «Гібридні» журнали містять як статті у вільному доступі, так і закритому.

Ключові аспекти, яких торкається відкрита наука. Відкрита наука зазвичай стосується таких аспектів:

- відкриті дані (open data);
- відкритий доступ (open access);
- відкрите «сліпе» рецензування (open peer review);
- відкриті джерела (open source);
- відкриті освітні ресурси (open educational resources);
- громадянська наука (citizen science).

Існує чотири відкриті наукові практики (відкриті дані, попередня реєстрація наукової теми у загальному доступі, відкриті матеріали та препринти/відкритий доступ до чернеток), кожна з яких сприяє подальшим дослідженням, що науковці можуть включати у власну практику.

Можна навести практичні приклади відкритої науки, що включають:

1. Обмін аналітичними файлами та даними експериментів для покращення відтворюваності досліджень.
2. Переосмислення або чітке підтвердження меж статистичної значущості для забезпечення більш надійної інтерпретації результатів дослідження.
3. Попередня реєстрація досліджень та аналітичних планів для загального доступу до окремих результатів досліджень (констатувального етапу, проміжних зрізів).
4. Залучення повторних досліджень для оцінки узагальненості наукових висновків.
5. Виключення платіжних обмежень для розширення доступу до наукового контенту.
6. Зміна системи організації науково-освітнього процесу таким чином, щоб науковці та викладачі (вчителі, слухачі) отримували додаткові переваги за впровадження відкритого наукового середовища.

Є деякі ключові компоненти відкритості, які пов'язані з відкритою освітою. Крім того, ці аспекти також можуть бути пов'язані з дослідницькою та освітньою діяльністю. Одним із компонентів є інструменти, тобто системи та сервіси (переважно цифрові), які підтримують спілкування та співпрацю в науковому співтоваристві. Відкритість у цьому сенсі може означати доступність інструменту, його вартість або сумісність з іншими сервісами. Багато дослідників називають інструменти та програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом послугами, які доступні, змінюються та мають безкоштовний код. Таким чином, дослідницькі інструменти з відкритим кодом прості та доступні для використання у процесі навчання та викладання та можуть полегшити доступ до дослідницьких даних та джерел для студентів (слухачів) або учнів. Другий компонент — це діяльність, наприклад особиста поведінка та взаємодія науковців, наприклад спілкування та співпраця в наукових спільнотах. Діяльність може бути видимою для всіх, обмеженою для певних груп або закритою, як-от процеси сліпого перегляду. Адаптація їх до навчального процесу, наукової діяльності може стосуватися або поведінки викладачів, або поведінки студентів (слухачів). Варіанти створення та обміну власними матеріалами та обговорення їх з однолітками є актуальними аспектами для студентів (слухачів). Третій компонент — це такі ресурси, як книги, дані, або наукові статті (рис. 1).



Рис. 1. Взаємозв'язок відкритої науки і відкритої освіти

Отже, відкрита наука може призвести як до підвищення якості та довіри до вітчизняних досліджень, частково не лише за рахунок скорочення певних сумнівних дослідницьких практик, але і завдяки позитивній та продуктивній дослідницькій культурі, своєчасному обміну даними та прозорості освітньо-наукового процесу з опублікованими результатами.

Проблеми

Доцільно використовувати в процесі навчання і професійного розвитку вчителів концепцію відкритої науки, що є актуальною парадигмою розвитку освіти і науки в контексті низки міжнародних документів, зокрема, Дорожньої карти інтеграції України до Європейського дослідницького простору (2018 р.). Мета відкритої науки — це доступне поширення

наукових здобутків як науковцям так і всім охочим та зацікавленим верствам населення. Концепція відкритої науки базується на низці ключових пріоритетів, зокрема, щодо публікації у відкритому доступі результатів досліджень, відкритих даних, відкритих методів досліджень, відкритого оцінювання, відкритої комунікації, відкритої освіти та інших. Зокрема, важливу роль відіграє відкритий доступ до інструментів здійснення досліджень, опрацювання даних, їх обговорення і поширення.

Задля того, щоб дослідники, вчителі, науковці мали змогу зосередитися на своїй роботі, електронні обчислювальні ресурси та хмарні сервіси повинні не тільки підтримувати функції, необхідні для вирішення проблем подання і опрацювання наукових даних, зокрема великих даних, здійснення наукової співпраці і комунікації, поширення в науково-освітньому просторі результатів досліджень, але й працювати безперешкодно та інтуїтивно зрозуміло, при цьому не акцентуючи увагу на технічних деталях хмаро орієнтованих середовищ. Таким чином, сьогоденні потреби дослідницької та освітньої спільноти передбачають використання цілісного підходу в розробці інтелектуальних мереж і систем нового покоління, що мають працювати узгоджено з компонентами розподіленого застосування.

Перспективи

Існує потреба в розширенні як інфраструктури хмарних систем, так і послуг, що надаються, щоб задовольнити зростаючі потреби наукових досліджень у даних (особливо викладачів). Це розширення стане можливим завдяки дотриманню стратегії сталого розвитку. Крім того, стане можливим впровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки, заснованих на нових технологіях, уроках і нових дослідницьких проектах (з урахуванням пропозицій і зауважень професорсько-викладацького складу).

Професійний розвиток необхідний для здійснення всіх етапів дослідження, що стає каталізатором для зміни культури проведення досліджень. Ці зміни в мисленні та культурі, підкріплені модернізацією сектора вищої освіти, у свою чергу, мають бути підтримані університетами / науково-дослідними установами, фінансуючими установами та європейською, регіональною та національною політикою.

Набуття та розвиток компетентностей відкритої науки є важливим, бо це матиме значний вплив на цілісність досліджень, що дозволить педагогам, вчителям та їх учням, викладачам та студентам (чи слухачам) уникнути плагіату, маніпулювання даними та фальсифікації даних.

Компетентності відкритої науки мають стати частиною освіти в наукових ліцеях з самого раннього етапу; ці навички потрібно формувати ще в учнів, оскільки науковці формуються з талановитих учнів.

Подібний поглиблений підхід повинен бути застосований для визначення компетентностей та підготовки, необхідних для вчителів закладів освіти нового типу. Необхідно забезпечити підтримку розвитку та підвищення кваліфікації вчителів. Однак навчання саме по собі не може гарантувати формування компетентностей відкритої науки. Набуття навичок та навчання, навіть якщо вони стандартизовані та акредитовані, будуть менш ефективними, якщо вони не лежать в основі та не є частиною узгодженої та скоординованої програми курсів підвищення кваліфікації вчителів, що підтримуються керівництвом та ресурсами, системами та стимулами та підтримуються усіма суб'єктами, які беруть участь у дослідженнях на кожному рівні.

Передбачається, що в результаті впровадження принципів відкритої науки Україна отримає низку переваг:

- можливість пропонувати цифрові сервіси та послуги для широкого кола користувачів (науковців, викладачів, студентів, слухачів, вчителів);

- більше можливостей для співпраці між дослідниками та промисловістю через спільні проекти;

- технологічне та ресурсне забезпечення участі України в European Open Science Cloud (EOSC), можливість реалізації пілотного проекту зі створення в Україні Національного центру EOSC тощо.

Доцільно в Україні, для ефективного розвитку відкритої науки:

- сприяти створенню у відкритому доступі наукових видань;

- розробити механізми стимулювання процесу трансформації існуючих видань у видання відкритого доступу;

- сприяти створенню репозиторіїв відкритого доступу, що містять наукові джерела;

- заохочувати вчених публікувати результати досліджень відповідно до принципів FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable);

- сприяти ефективному приєднанню України до Європейської хмари відкритої науки, зокрема для забезпечення надійної роботи та розвитку національної грид- та хмарної інфраструктури, а також їх інтеграції з аналогічними іноземними та міжнародними інфраструктурами, для підготовки спеціалістів, здатних працювати в галузі Data Science.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Відкрита наука передбачає надання відкритого доступу до результатів досліджень, роз'яснення та популяризацію наукових знань серед громадськості, педагогів та освітян. У короткостроковій перспективі очікується, що запровадження принципів відкритої науки забезпечить більшу прозорість та цілісність наукових досліджень, а також у перспективі це підвищить якість науки та освіти в цілому.

Отже, в якості перспектив цифровізації освіти в контексті відкритої науки зазначимо:

- необхідність поширення інформації стосовно існуючих можливостей, послуг та переваг використання українських та міжнародних е-інфраструктур в процесі проведення наукових досліджень;

- забезпечення повноцінного доступу в українських вчених до міжнародних е-інфраструктур, тобто до світової бази знань, обчислювальних сервісів, консалтингу, досліджень у фундаментальній та прикладній сферах науки;

- створення центрів розвитку компетентностей для популяризації проведення досліджень з використанням е-інфраструктур, їх розвитку, навчання та підтримки користувачів;

- забезпечення відкритості наукових даних

- необхідно забезпечити підтримку розвитку та підвищення кваліфікації вчителів.

В якості перспектив подальших досліджень виступають шляхи та способи впровадження відкритої науки в усі ланки освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. European Cloud Initiative – Building a competitive data and knowledge economy in Europe. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels (2016).
2. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation (2018a). Prompting an EOSC in practice : final report and recommendations of the Commission 2nd High Level Expert Group on the European Open Science Cloud (EOSC), Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/112658>
3. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation (2018b). Turning FAIR into reality : final report and action plan from the European Commission expert group on FAIR data, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/1524>
4. European Open Science Cloud. New Research & Innovation Opportunities. Brussels (2017).
5. UNESCO (2021). *UNESCO Recommendation on Open Science*. The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
6. Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України (2020). *Анотований звіт про виконану роботу у 2020 році в рамках реалізації проекту із виконання наукових досліджень і розробок*. https://nrfu.org.ua/wp-content/uploads/2021/01/2020.02_0310_shyshkina_62_02.2020_az.pdf
7. Наказ МОН №167 від 10.02.21 «Про затвердження Дорожньої карти з інтеграції науково-інноваційної системи України до Європейського дослідницького простору» (2021). <https://mon.gov.ua/storage/app/media/rizne/2021/02/12/edp-nakaz.pdf>
8. Національна рада з відновлення (2022, липень). *План Відновлення України*. <https://cutt.us/NA58q>
9. Носенко, Ю. Г. (2021). Сервіси хмаро орієнтованих систем відкритої науки для підтримки науково-освітньої діяльності. *Матеріали XVI Міжнародної науково-практичної конференції “Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору”*. <https://lib.iitta.gov.ua/729278/1/Nosenko%20Y.%20Article.pdf>
10. Ночвай, В. (2018). *Заходи та інструменти розвитку відкритої науки в Дорожній карті інтеграції України до Європейського дослідницького простору*. http://ekmair.ukma.edu.ua/bitstream/handle/123456789/12750/-Nochvai_SCDA18.pdf?sequence=1&isAllowed=y

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. European Cloud Initiative – Building a competitive data and knowledge economy in Europe. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels (2016).
2. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation (2018a). Prompting an EOSC in practice : final report and recommendations of the Commission 2nd High Level Expert Group on the European Open Science Cloud (EOSC), Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/112658>
3. European Commission, Directorate-General for Research and Innovation (2018b). Turning FAIR into reality : final report and action plan from the European Commission expert group on FAIR data, Publications Office. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/1524>
4. European Open Science Cloud. New Research & Innovation Opportunities. Brussels (2017).
5. UNESCO (2021). *UNESCO Recommendation on Open Science*. The United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
6. Instytut informatsiinykh tekhnolohii i zasobiv navchannia NAPN Ukrainy [Institute of Information Technologies and Learning Tools of the National Academy of Sciences of Ukraine] (2020). *Anotovanyi zvit pro vykonanu robotu u 2020 rotsi v ramkakh realizatsii proiektu iz vykonannia naukovykh doslidzhen i rozrobok – Annotated report on the work performed in 2020 as part of the implementation of the project on the implementation of scientific research and development*. https://nrfu.org.ua/wp-content/uploads/2021/01/2020.02_0310_shyshkina_62_02.2020_az.pdf (in Ukrainian)
7. Nakaz MON No 167 vid 10.02.21 «Pro zatverdzhennia Dorozhnoi karty z intehratsii nauково-innovatsiinoi systemy Ukrainy do Yevropeiskoho doslidnytskoho prostoru» [Order of the Ministry of Education and Culture. On approval of the Roadmap for the integration of the scientific and innovative system of Ukraine into the European Research Area] (2021). <https://mon.gov.ua/storage/app/media/rizne/2021/02/12/edp-nakaz.pdf> (in Ukrainian)
8. Natsionalna rada z vidnovlennia [National Recovery Council] (2022, lypen). *Plan Vidnovlennia Ukrainy – Recovery Plan of Ukraine*. <https://cutt.us/NA58q> (in Ukrainian)
9. Nosenko, Yu. H. (2021). Servisy khmaro oriientovanykh system vidkrytoi nauky dlia pidtrymky nauково-osvitnoi diialnosti [Services of cloud-oriented systems of open science to support scientific and educational activities]. *Materialy XVI Mizhnarodnoi nauково-praktychnoi konferentsii “Vyshcha osvita Ukrainy u konteksti intehratsii do yevropeiskoho osvitnoho prostoru” – Materials of the XVI International scientific and practical conference “Higher education of Ukraine in the context of integration into the European educational space”*. <https://lib.iitta.gov.ua/729278/1/Nosenko%20Y.%20Article.pdf> (in Ukrainian)
10. Nochvai, V. (2018). *Zakhody ta instrumenty rozvytku vidkrytoi nauky v Dorozhnii karti intehratsii Ukrainy do Yevropeiskoho doslidnytskoho prostoru [Measures and tools for the development of open science in the Roadmap of Ukraine's integration into the European Research Area]*. http://ekmair.ukma.edu.ua/bitstream/handle/123456789/12750/-Nochvai_SCDA18.pdf?sequence=1&isAllowed=y (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 10.31110/2413-1571-2022-037-5-010

УДК 004.853

ХМАРНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ПРОЦЕСІ НАСКРІЗНОГО НАВЧАННЯ ІКТ В ОСВІТІ

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>

CLOUD TECHNOLOGIES OF OPEN SCIENCE IN THE PROCESS OF CONTINUOUS TRAINING OF ICT IN EDUCATION

Mariia SHYSHKINA

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

Yuliia 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. Стратегія цифрової трансформації освіти і науки спрямована на створення єдиної освітньої екосистеми, що допомагатиме здобувачам освіти та педагогам розвиватись, опановувати цифрові компетентності й мати постійний доступ до якісного цифрового контенту. Однією з умов поліпшення якості підготовки, підвищення рівня професійної компетентності фахівців щодо ширшого використання інноваційних педагогічних технологій, розширення частки дослідницького підходу у навчанні, є забезпечення наскрізного навчання ІКТ в освіті, у т.ч. за рахунок упровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах вищої освіти.

Матеріали і методи. Аналіз дослідницьких робіт вітчизняних і закордонних науковців, експертів, зокрема наукових статей, документів, освітніх програм та ін.; пілотне опитування студентів магістратури (спеціальність 011 «Освітні, педагогічні науки», спеціалізація «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті»), спрямоване на визначення обізнаності студентів щодо актуальних напрямів цифровізації освіти та науки, основних сучасних тенденцій і т.ін.

Результати. Усвідомлюючи необхідність забезпечення наскрізності підготовки кадрів цифровізації освіти, яка передбачає системність і наступність формування актуальних компетентностей (у т.ч. щодо здатності застосовувати хмарні технології відкритої науки) на різних рівнях освіти та забезпечується інтегрованістю змісту навчання ІКТ і відповідними методиками, було розроблено навчальний курс «Розумні технології в освіті». Запропоновано доцільні методи, форми, засоби навчання, орієнтовані тематику змістових модулів.

Висновки. Якість формування цифрової компетентності значно вища, якщо забезпечено умови наскрізності, наступності цього процесу. Важливим компонентом є набуття здатності застосовувати актуальні технології відкритої науки, зокрема хмаро орієнтовані системи. Цього можна досягти шляхом забезпечення інтегрованості змісту навчання ІКТ і відповідними методиками, впровадженням спеціалізованих дисциплін.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: відкрита наука; хмарні технології відкритої науки; адаптивні технології; цифрова компетентність; наскрізне навчання ІКТ в освіті.

ABSTRACT

Formulation of the problem. The strategy of digital transformation of education and science is aimed at creating a single educational ecosystem that will help students and teachers to develop their digital competencies and have constant access to high-quality digital content. One of the conditions for improving the quality of training, increasing the level of professional competence of specialists regarding the wider use of innovative pedagogical technologies, and expanding the share of the research approach in education, is to ensure end-to-end ICT training in education, including due to the introduction of cloud-oriented systems of open science in institutions of higher education.

Materials and methods. Analysis of research works of Ukrainian and foreign scientists, and experts, in particular scientific articles, documents, educational programs, etc.; a pilot survey of master's students (specialty 011 "Educational and pedagogical sciences", specialization "Information and communication technologies in education"), aimed at determining students' awareness of current vectors in digitalization of education and science, main modern trends, etc.

Results. Realizing the need to ensure comprehensive training of specialists in digitalization of education, which involves the systematic and continuous formation of relevant competencies (including the ability to apply cloud technologies of open science) at various levels of education and is ensured by the integration of ICT training content and relevant methods, a training course was developed "Smart technologies in education". Expedient methods, forms, aids of learning, and indicative topics of content modules are proposed.

Conclusions. The quality of the formation of digital competence is much higher if the conditions for the continuity of this process are ensured. An important component is acquiring the ability to apply current technologies of open science, in particular cloud-oriented systems. This can be achieved by ensuring the integration of the content of ICT education and appropriate methods, and the introduction of specialized disciplines.

KEYWORDS: open science; cloud technologies of open science; adaptive technologies; digital competence; continuous training of ICT in education.

ВСТУП

Формулювання проблеми. Інтелектуальний потенціал особистості, громадянина – одна з головних умов досягнення суспільством високого рівня розвитку в соціально-економічному та технологічному сенсі. Провідна роль у формуванні інтелекту нації належить закладам освіти, університетському та дослідницькому сектору. Наразі відбувається складний етап модернізації освіти та науки, зумовлений повсюдним поширенням цифрових технологій, розбудовою Суспільства 4.0.

Для цитування:

Шишкіна М., Носенко Ю. Хмарні технології відкритої науки у процесі наскрізного навчання ІКТ в освіті. *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 37. № 5. С. 69-74. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-037-5-010

Шишкіна, М., & Носенко, Ю. (2022). Хмарні технології відкритої науки у процесі наскрізного навчання ІКТ в освіті. *Фізико-математична освіта*, 37(5), 69-74. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-010>

For citation:

Shyshkina, M., & Nosenko, Yu. (2022). Cloud technologies of open science in the process of continuous training of ICT in education. *Physical and Mathematical Education*, 37(5), 69-74. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-010>

Shyshkina, M., & Nosenko, Yu. (2022). Khmarni tehnologii vidkrytoi nauky u protsesi naskriznoho navchannia IKT v osviti [Cloud technologies of open science in the process of continuous training of ICT in education]. *Fiziko-matematichna osvita – Physical and Mathematical Education*, 37(5), 69-74. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-037-5-010>

✉ Corresponding author

© M. Shyshkina, Yu. Nosenko, 2022

Цифрова трансформації освіти та науки спрямована на створення єдиної освітньо-наукової екосистеми, спрямованої на неперервний розвиток освітніх кадрів та тих, хто навчається, опанування та постійне вдосконалення цифрових компетентностей, забезпечення доступності якісного цифрового контенту. При цьому однією з важливих умов покращення якості підготовки і підвищення кваліфікації фахівців щодо використання інноваційних технологій, збільшення частки науково-дослідницького підходу у навчанні, є підтримка наскрізного навчання інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в освіті, у т.ч. шляхом упровадження хмарних технологій відкритої науки у закладах вищої освіти.

Аналіз актуальних досліджень. 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. 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. В стратегії «Україна 2030Е — країна з розвинутою цифровою економікою» (Україна 2030Е) наголошено на необхідності розв'язання низки проблем, зокрема пов'язаних з необхідністю оновлення системи освіти, подолання дефіциту висококваліфікованих кадрів для повноцінного розвитку цифрової економіки та цифровізації взагалі.

На успішність цифровізації освіти та науки прямо впливає планованість, системність, узгодженість, скоординованість дій учасників цього процесу. При цьому якість кадрового ресурсу, компетентність фахівців, безпосередньо включених у процеси цифрової трансформації освітньо-наукового сектора, є найважливішим чинником. Це – кадри вищого кваліфікаційного рівня, компетентні розв'язувати комплексні проблеми в галузі цифровізації.

Підготовка фахівців за напрямом ІКТ в освіті реалізується в багатьох країнах світу. Освітні програми можуть відрізнятися термінами підготовки, змістовим наповненням і т.ін., але всі вони спрямовані на розвиток компетентностей щодо застосування сучасних цифрових технологій в підтримці освітніх процесів. До прикладу, можна навести такі програми, як: «Digital Humanities» (Бельгія), «Education Sciences with New Technologies» (Греція), «ICT for education», (Іспанія), «Educational Technology and Digital Competences» (Мексика), «Management of Technology Enhanced Learning» (Німеччина), «Educational Innovation, Technology, and Entrepreneurship» (США), «Learning Sciences & Technologies» (США), «Smart-EdTech, Co-Creativity and Digital Tools for Educational Innovation» (Франція), «Information Technology and Learning» (Швеція) та ін.

В Україні підготовка фахівців вищого кваліфікаційного рівня з ІКТ в освіті здійснюється в межах магістратури (7 рівень національної рамки кваліфікацій) та аспірантури (8 рівень національної рамки кваліфікацій), за спеціальністю 011 «Освітні, педагогічні науки», спеціалізацією «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті». Проаналізувавши освітньо-професійні та освітньо-наукові програми за зазначеною спеціалізацією, можна відзначити низку розбіжностей, зокрема стосовно послідовності змісту, підходів, результатів навчання між рівнями магістра та доктора філософії. Програми, що нині реалізуються, не охоплюють аспекти наскрізності, наступності навчання в аспекті формування компетентностей з використання ІКТ в освіті. Також з'ясували, що ці програми не відображають окремі напрями, що наразі є актуальними і активно розвиваються закордоном (у т.ч. адаптивні системи навчання, імерсивні технології, технології відкритої науки тощо).

Наразі в Україні, 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; Носенко та ін., 2021; та ін.).

У низці закордонних досліджень визначено теоретичні засади (Fecher et al., 2014; Tacke, 2010), проблеми і перспективи запровадження технологій відкритої науки (Chakravorty et al., 2022), узагальнено рекомендації щодо впровадження практик відкритої науки (Banks et al., 2019) та ін.

Окреслені роботи утворюють методологічний базис для подальших досліджень за даним напрямом, зокрема в контексті застосування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі наскрізної підготовки за напрямом ІКТ в освіті.

Мета статті. Мета нашого дослідження полягає у висвітленні проміжних результатів дослідження, спрямованого на обґрунтування теоретичних і методичних засад запровадження і використання хмарних технологій відкритої науки у процесі наскрізного навчання ІКТ в освіті у закладі вищої педагогічної освіти.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Авторами застосовано теоретичні та емпіричні методи педагогічного дослідження. Зокрема, аналіз дослідницьких робіт вітчизняних і закордонних науковців, експертів – наукових статей, документів, освітніх програм та ін. На початку наприкінці викладання авторського курсу проведено пілотне опитування студентів магістратури Національного університету біоресурсів та природокористування (спеціальність 011 «Освітні, педагогічні науки», спеціалізація «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті»). Вибірку склали 30 осіб. Опитування було спрямоване на визначення обізнаності студентів щодо актуальних напрямів цифровізації освіти та науки, основних сучасних тенденцій і т. ін.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для науково-інноваційної політики сучасних європейських країн наразі пріоритетним напрямом є відкрита наука (Open Science). Згідно з рекомендаціями ЮНЕСКО щодо відкритої науки (UNESCO Recommendations, 2021), її визначено як інклюзивний конструкт, що поєднує різні рухи і практики, спрямовані на забезпечення відкритості та доступності наукових знань для кожного, розширення наукового співробітництва та обміну інформацією на користь науки і суспільства, забезпечення відкритості процесів створення наукових знань, їх оцінювання та наукової комунікації для суб'єктів, які не належать до наукової спільноти. Це – нова концепція наукового процесу, заснована на високих стандартах прозорості і

співробітництва, базується на спільній роботі та нових способах поширення наукових знань з використанням сучасних цифрових технологій.

Характерним для поточного етапу розвитку сучасних цифрових технологій є поширення хмаро орієнтованих сервісів та систем, зміна способів доступу до розподілених ресурсів, урізноманітнення видів роботи з ними. Знакова відмінна риса хмарних обчислень полягає в тому, що сервіси та ресурси є віртуальними (тобто, зберігаються віддалено, в «хмарі»), що створює умови для забезпечення широкого доступу до різних видів сервісів.

Хмаро орієнтовану систему відкритої науки розглядаємо як сукупність хмарних сервісів відкритої науки, що розміщені на єдиній платформі (або можуть бути інтегровані на базі єдиної платформи) та взаємопов'язані один з одним інструментарієм, адаптованим під потреби певного користувача (Коваленко та ін., 2020). До хмарних сервісів відкритої науки відносимо системи підтримки діяльності віртуальних навчальних/наукових колективів; інформаційно-аналітичні мережні системи і сервіси підтримки наукових досліджень (електронні журнальні системи, е-бібліотеки, системи веб-конференцій та ін.); системи підтримки навчальних/наукових проєктів; спеціалізоване програмне забезпечення (сервіси математичного призначення, конструювання, проектування, візуалізації даних, статистичних обрахунків тощо); дослідницькі наукові мережі й інфраструктури та ін. (Мар'єнко та ін., 2021).

З огляду на актуальність дослідження окресленого напрямку, в Інституті цифровізації освіти Національної академії педагогічних наук України розпочато виконання науково-дослідної роботи на тему «Методологія використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти» (ДР 0121U107673, 2021-2023 рр.), мета якої полягає в тому, щоби обґрунтувати та розробити методичну систему використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі. Планується, що результати НДР сприятимуть модернізації освітньо-наукового середовища закладів вищої освіти, підвищенню якості освітнього процесу, ширшому використанню хмарних технологій, відкритих наукових сервісів і ресурсів в освітньому процесі, підвищенню рівня цифрової компетентності фахівців освіти.

На часі уточнення змісту основних понять, що стосуються використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в освітньому процесі; аналіз світових тенденцій та перспективних шляхів формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти; обґрунтування принципів, методів і підходів, засобів і сервісів формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти; розроблення моделі використання хмаро орієнтованої системи відкритої науки у в освітньому процесі; обґрунтування методичної системи використання сервісів хмаро орієнтованої системи відкритої науки в освітньому процесі закладів вищої освіти та розроблення відповідних методичних рекомендацій та ін.

Проблеми розвитку, запровадження та використання хмарних технологій відкритої науки є предметом обговорення в рамках щорічних наукових заходів за ініціативою та участю Інституту цифровізації НАПН України, серед яких – міжнародний семінар «Cloud Technologies in Education», міжнародний воркшоп «Методи, ресурси і технології відкритого навчання та досліджень» (MROL) в рамках Міжнародної конференції «ІКТ в освіті, дослідженнях та промислових застосунках: інтеграція, гармонізація та передача знань» (ICTERI). Також варто згадати діяльність спільних лабораторій з окресленої проблеми, що є симбіозом досліджень університетського сектору та науково-дослідної установи. Зокрема, ведеться спільна робота з Криворізьким національним університетом, Житомирським державним університетом, Тернопільським національним педагогічним університетом імені Володимира Гнатюка.

Як уже зазначали вище, у низці державних документів України наголошено на необхідності посилення цифровізації освіти, запровадження переваг нових технологій та інструментів (Стратегія розвитку, 2020), важливості забезпечення сталого розвитку цифрової компетентності шляхом запровадження постійно діючих курсів, тренінгів для освітян, перегляду й осучаснення змісту освіти, зокрема забезпечення відповідності змісту освіти в галузі ІКТ сучасним вимогам тощо (Концепція цифрової трансформації, 2021), наголошено на необхідності вирішення проблем, пов'язаних з необхідністю оновлення системи освіти, подолання дефіциту висококваліфікованих кадрів для повноцінного розвитку цифрової економіки та цифровізації загалом (Україна 2030E). Дійсно, успішність цифровізації освітньо-наукового сектору, у т.ч. в напрямі запровадження перспективних хмарних технологій відкритої науки, у значній мірі залежить від кадрового потенціалу – фахівців, які безпосередньо включені в цифрову трансформацію освіти, а також від системності, узгодженості, скоординованості дій учасників цих процесів.

На початку нашого дослідження проведено пілотне опитування студентів магістратури (спеціальність 011 «Освітні, педагогічні науки», спеціалізація «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті») Національного університету біоресурсів та природокористування (2020-2021 н.р.). До вибірки увійшли 30 осіб. Опитування мало на меті визначити обізнаність магістрантів щодо актуальних напрямів цифровізації освіти та науки, основних сучасних тенденцій, технологій і т.ін.

За отриманими результатами з'ясували, що абсолютна більшість респондентів (97 %) не обізнані стосовно базових понять дослідження: «відкрита наука», «відкриті дані», «відкритий доступ» тощо. 76,7 % мають лише загальні уявлення щодо основних термінів, дещо чули або читали про окремі аспекти, однак не мають ґрунтового розуміння. Лише 3 % респондентів підтвердили, що мають усвідомлене розуміння сутності базових понять дослідження, достатньо обізнані щодо європейських тенденцій, знають суть і цілі Європейської хмари відкритої науки (European Open Science Cloud), можуть назвати конкретні сервіси і навести приклади їх можливого використання.

У зв'язку з необхідністю забезпечити наскрізність навчання ІКТ в освіті, у т.ч. в аспекті підготовки кадрів цифровізації освіти, що передбачає планованість, системність і наступність формування цифрових компетентностей (зокрема щодо здатності застосування хмарних сервісів і технологій відкритої науки) на різних рівнях освіти (від бакалавра до магістра та до доктора філософії) та забезпечується інтегрованістю змісту навчання ІКТ і відповідними методиками, було розроблено навчальний курс «Розумні технології в освіті». Авторський курс впроваджувався під час викладання студентам магістратури Національного університету біоресурсів та природокористування, за спеціальністю 011 «Освітні, педагогічні науки», спеціалізацією «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті» (2020-2021 н.р.). Навчання було спрямоване на теоретичне засвоєння і практичне застосування сервісів і технологій відкритої науки, вміння їх доцільно

обирали і застосовували у навчальній та професійній діяльності. Методика використання розумних систем відкритої науки під час підготовки магістрантів спрямовувалася на покращення організації педагогічних досліджень, підвищення рівня цифрової компетентності майбутніх викладачів педагогічних спеціальностей, опанування актуальних сервісів і технологій відкритої науки.

У ході навчання застосовувалися такі методи навчання, як пояснювально-ілюстративний, практичний, частково-пошуковий, проблемно-пошуковий, проблемно-евристичний. В якості форм навчання застосовувались лекції, семінари, лабораторні роботи, самостійна робота, індивідуальні і групові навчальні проекти. Засоби навчання охоплювали електронні ресурси і адаптивні сервіси хмарних технологій, що можуть бути використані у системах і задачах відкритої науки (зокрема, Office 365, Microsoft Teams, Power BI, Microsoft Azure, AWS та ін.).

Практичні завдання були орієнтовані на створення навчальних проектів «у хмарі», набуття навичок подання і опрацювання даних у хмаро орієнтованому середовищі (Office 365), використання адаптивних сервісів опрацювання даних (Power BI); створення і використання віртуальних машин з метою використання обчислювальних потужностей хмарних серверів (Microsoft Azure).

Навчання проходило за двома змістовими модулями, що охоплювали таку тематику:

Модуль 1. Адаптивні системи навчального та наукового призначення. В межах цього модулю розглядалися поняття адаптивних систем навчального призначення, що суттєво взаємопов'язані з такими трендами сучасного хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища, як “великі дані”, “смарт дані” і “FAIR дані”. Їх розроблення і усвідомлення науково-освітньою спільнотою лише починається, тоді як запровадження їх у процес навчання є нагальною і необхідною потребою. Адаптивні системи навчання з цього погляду можна розуміти в контексті останніх тенденцій формування Суспільства 5.0, що характеризується інтеграцією фізичного і кіберпростору, на основі інтелектуальних цифрових технологій, віртуальної і доповненої реальності, опрацювання великих даних. Розглядалися типи адаптивних систем навчання, одним із найбільш яскравих представників яких є Knewton, адаптивна платформа навчального призначення, що пропонує курси з найрізноманітніших предметів і дисциплін. Розглянуто еволюцію адаптивних систем навчального призначення в освіті, щоб підкреслити той факт, що саме завдяки виникненню і використанню хмарних технологій при розробці освітніх систем з'явилася дійсна можливість реалізувати на якісно новому рівні їх автоматичне налаштування на швидкозмінні інформаційно-комунікаційні та обчислювально-процесуальні потреби користувача. Практичні роботи за 1-м модулем здійснювалися із використанням сервісів Microsoft Office 365, Microsoft Teams, що дало можливість створювати як групові, так і індивідуальні навчальні проекти.

Модуль 2. Адаптивні хмаро орієнтовані системи в освіті і науці. У межах цього модулю розглядалися основи проектування адаптивних хмаро орієнтованих систем, зокрема, ґрунтовно вивчалися технології розгортання віртуальних машин, що є основою формування адаптивних хмаро орієнтованих додатків і сервісів. Запропоновано два підходи до вивчення даного матеріалу – створення кожним студентом індивідуальної віртуальної машини у власному акаунті (наприклад, на AWS), або створення викладачем віртуальної машини, тоді на практичних заняттях студенти навчалися отримувати доступ до віртуальної машини і здійснювати з нею певні дії. Для даного курсу було обрано другий підхід, який більше орієнтований на групову роботу студентів і відпрацювання навичок, що є більш актуальним для даної навчальної програми і спеціальності, а не на власне розробку додатків, що може бути більш доречно для навчання студентів в галузі комп'ютерних наук.

Поглиблене знайомство з адаптивними технологіями в освіті і науці було б неповним без розгляду хмаро орієнтованих систем відкритої науки. Це новий і перспективний клас хмаро орієнтованих систем, що використовується як інструмент цифрової трансформації процесів наукових досліджень. Основною концепцією при їх проектуванні є принципи FAIR даних (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable). Тобто передбачається опрацювання даних таким чином, щоб вони були зручними для пошуку, доступними, сумісними і придатними для повторного використання. Саме з цією метою у Європейському союзі у 2018 р. була створена і запущена в дію EOSC – European Open Science Cloud (Європейська хмара відкритої науки), що є пан-європейською інфраструктурою, що надає величезну кількість сервісів для опрацювання даних, доступну для науковців. Її опанування у навчальному процесі є найсучаснішим трендом, тому розгляд особливостей використання її сервісів також було включено до змісту даного модуля. Особливої уваги у межах теми відкритої науки займають хмарні сервіси адаптивного опрацювання даних, зокрема Microsoft Power BI. За допомогою цього сервісу студенти виконували практичні роботи. Зокрема, на рис. 1 зображено імпорт даних, що був виконаний студентом під час виконання практичної роботи.

Переважаюча більшість магістрантів (75 %) після проходження авторського курсу засвідчили високий рівень обізнаності з концепцією відкритої науки, продемонстрували вміння використовувати зазначені сервіси.

Розроблений курс розглядаємо як один з кроків на шляху до вдосконалення актуальних цифрових компетентностей студентів щодо застосування хмарних технологій відкритої науки. Наступним етапом має стати уніфікація освітніх програм підготовки кадрів цифровізації освіти, забезпечення наступності підготовки в системі бакалавр – магістр – доктор філософії, забезпечення наскрізного навчання ІКТ в освіті в закладах вищої освіти.

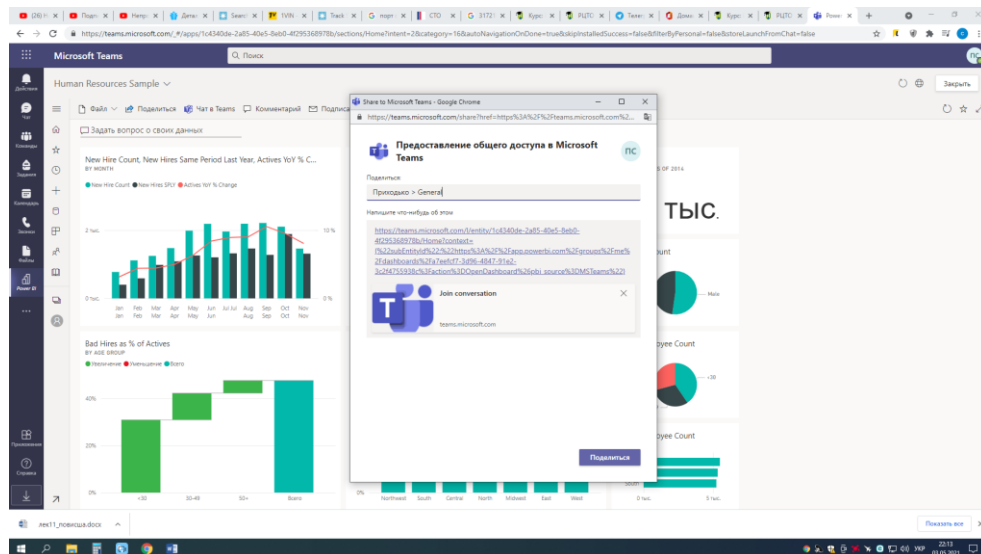


Рис. 1. Імпорт даних в Power BI – виконання студентом практичного завдання

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Підсумовуючи вищесказане, можемо дійти таких висновків:

– Відкрита наука – це нова концепція наукового процесу, що передбачає забезпечення відкритого доступу до результатів досліджень, роз'яснення і популяризацію наукових знань серед широких верств населення, досягнення високих стандартів прозорості і співробітництва та нові способи поширення знань з використанням цифрових технологій. У короткостроковій перспективі очікується, що запровадження принципів відкритої науки забезпечить більшу прозорість та цілісність наукових досліджень, а в довгостроковій перспективі – підвищить якість науки й освіти загалом;

– Хмаро орієнтовані системи відкритої науки – сукупність хмарних сервісів відкритої науки, що розміщені на єдиній платформі (або можуть бути інтегровані на базі єдиної платформи) та взаємопов'язані один з одним інструментарієм, адаптованим під потреби певного користувача. Запровадження цих гнучких, функціональних, потужних засобів сприятиме забезпеченню ширшого доступу до сучасних цифрових технологій, підвищенню якості наукових досліджень і освітніх послуг загалом;

– Цифровізація освіти є невід'ємним елементом побудови Суспільства 4.0, що потребує підготовки компетентних кадрів (кадрів цифровізації освіти);

– Ефективність підготовки кадрів цифровізації освіти значно вища, якщо забезпечено умови наскрізності, наступності цієї підготовки на різних рівнях освіти (від бакалавра до магістра та до доктора філософії). Формування здатності застосовувати хмаро орієнтовані технології відкритої науки є важливим компонентом такої підготовки;

– Авторський курс «Розумні технології в освіті» розглядаємо як один із кроків на шляху до вдосконалення актуальних цифрових компетентностей студентів щодо застосування хмарних технологій відкритої науки. Наступним етапом має стати уніфікація освітніх програм підготовки кадрів цифровізації освіти, забезпечення наступності підготовки в системі бакалавр – магістр – доктор філософії, забезпечення наскрізного навчання ІКТ в освіті в закладах вищої освіти.

Таким чином, проблема впровадження хмарних технологій відкритої науки у процесі наскрізного навчання ІКТ в освіті наразі є актуальною та потребує подальших досліджень. Врахування сучасних тенденцій європейського простору відкритої науки, використання переваг хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки в науково-освітній діяльності сприятиме покращенню її якості та ефективності, ширшому використанню сервісів відкритої науки, підвищенню рівня підготовки кадрів освіти. Зокрема, доцільно продовжити дослідження в напрямі розроблення відповідних моделей та методик запровадження хмарних технологій відкритої науки в освітній процес, забезпечення наступності та уніфікації освітніх програм підготовки кадрів цифровізації освіти, забезпечення наскрізного вивчення ІКТ в закладах вищої педагогічної освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Banks, G., Field, J., Oswald, F., O'Boyle, E., Landis, R., Rupp, D., & Rogelberg, S. (2019). Answers to 18 Questions About Open Science Practices. *Journal of Business and Psychology*, 34. <https://doi.org/10.1007/s10869-018-9547-8>.
2. 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>.
3. Chakravorty, N., Sharma, C.S., Molla, K. A., & Pattanaik, J. K. (2022). Open Science: Challenges, Possible Solutions and the Way Forward. *Proc. Indian Natl. Sci. Acad.* <https://doi.org/10.1007/s43538-022-00104-2>.
4. Fecher, B., & Friesike, S. (2014). Open Science: One Term, Five Schools of Thought. In: Bartling, S., Friesike, S. (eds) *Opening Science*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-00026-8_2.
5. Tacke, O. (2010). Open Science 2.0: How Research and Education Can Benefit from Open Innovation and Web 2.0. In: Bastiaens, T.J., Baumöl, U., Krämer, B.J. (eds). *On Collective Intelligence. Advances in Intelligent and Soft Computing*, 76. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-14481-3_4.
6. UNESCO Recommendation on Open Science. <http://surl.li/byvld>.
7. Коваленко, В., Литвинова, С., Мар'енко, 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>.
8. Концепція цифрової трансформації освіти і науки (2021). <http://surl.li/byvla>.
 9. 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>.
 10. 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>.
 11. 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>.
 12. Носенко, Ю. Г., & Шишкіна, М. П. (2021). Розвиток сервісів і систем відкритої науки. *Освітній дискурс: збірник наукових праць*, 38, 11–12. [https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.38\(11-12\)-3](https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.38(11-12)-3).
 13. *Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2021–2031 роки* (2020). <http://surl.li/iphq>.
 14. *Україна 2030E — країна з розвинутою цифровою економікою*. <http://surl.li/pmwq>.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Banks, G., Field, J., Oswald, F., O'Boyle, E., Landis, R., Rupp, D., & Rogelberg, S. (2019). Answers to 18 Questions About Open Science Practices. *Journal of Business and Psychology*, 34. <https://doi.org/10.1007/s10869-018-9547-8>.
2. 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>.
3. Chakravorty, N., Sharma, C.S., Molla, K. A., & Pattanaik, J. K. (2022). Open Science: Challenges, Possible Solutions and the Way Forward. *Proc. Indian Natl. Sci. Acad.* <https://doi.org/10.1007/s43538-022-00104-2>.
4. Fecher, B., & Friesike, S. (2014). Open Science: One Term, Five Schools of Thought. In: Bartling, S., Friesike, S. (eds) *Opening Science*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-00026-8_2.
5. Tacke, O. (2010). Open Science 2.0: How Research and Education Can Benefit from Open Innovation and Web 2.0. In: Bastiaens, T.J., Baumöl, U., Krämer, B.J. (eds) *On Collective Intelligence. Advances in Intelligent and Soft Computing*, 76. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-14481-3_4.
6. *UNESCO Recommendation on Open Science*. <http://surl.li/byvld>.
7. 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>. (in Ukrainian).
8. Kontseptsiiia tsyvrovoi transformatsii osvity i nauky [The concept of digital transformation of education and science] (2021). <http://surl.li/byvla>. (in Ukrainian).
9. Lytvynova, S., Burov, O., & Semerikov, S. (2021). Kontseptualni pidkhody do vykorystannia zasobiv dopovnenoї realnosti v osvithomu protsesi [Conceptual Approaches to the Use of Augmented Reality Means within the Educational Process]. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy — 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>. (in Ukrainian).
10. 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>. (in Ukrainian).
11. 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>. (in Ukrainian).
12. Nosenko, Yu., & Shyshkina, M. (2021). Rozvytok servisiv i system vidkrytoi nauky [Development of Cloud-Oriented Services and Systems of Open Science]. *Osvitnii dyskurs: zbirnyk naukovykh prats — Educational Discourse: Collection of Scientific Papers*, 38, 11–12. [https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.38\(11-12\)-3](https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.38(11-12)-3). (in Ukrainian).
13. *Stratehiia rozvytku vyshchoi osvity v Ukraini na 2021–2031 roky [Strategy for the Development of Higher Education in Ukraine for 2021–2031]* (2020). <http://surl.li/iphq>. (in Ukrainian).
14. *Ukraina 2030E — kraina z rozvynutoiu tsyvrovoiu ekonomikoiu [Ukraine 2030E is a Country with a Developed Digital Economy]*. <http://surl.li/pmwq>. (in Ukrainian).



АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

Б	Н
Боярищева Т..... 7	Набок Т..... 31
Бриль Т. 31	Носенко Ю. 64, 69
В	О
Васілюгло І. 17	Острога М. 25
Вода А. 25	
Г	П
Герич М. 7	Петренко С. 56
Горохова В. 56	Погоріляк О. 7
Д	Р
Дегтярьова Н. 56	Руденко Ю. 56
Дем'янченко О. 31	
Драганюк С. 17	С
К	Синюкова О. 17
Кобильська О. 31	Синявська О. 7
Кузьменков С. 37	
Л	Т
Ляшенко В. 31	Тегза А. 7
М	Ш
Мар'єнко М. 64	Шишкіна М. 64, 69
Михайленко Л. 43	
Мулеса П. 50	Ю
	Юрченко А. 25

Наукове видання

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА

Науковий журнал

Key title: Fiziko-matematična osvita

Abbreviated key title: Fiz.-mat. osv.

Том 37, № 5

2022

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/>