

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

ВИПУСК 5(31)

Суми – 2021

**Рекомендовано до видання вченою радою
Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка
(протокол №2 від 27.09.2021 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 (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)
М.М. Солдатенко	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)
М.Г. Друшляк	доктор педагогічних наук, доцент (Україна)
Т.Д. Лукашова	доктор фізико-математичних наук, доцент (Україна)
В.О. Швець	кандидат педагогічних наук, професор (Україна)
А.М. Добровольська	кандидат фізико-математичних наук, доцент (Україна)

Ф45 Фізико-математична освіта : науковий журнал. Вип. 5 (31). 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], 2021. 80 с.

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

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

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

Висловлені авторами думки можуть не співпадати з точкою зору редакції.

УДК 53+51]:37(051)

© СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2021

**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

ISSUE 5(31)

Sumy – 2021

**Recommended for publication of the Academic Council
of Makarenko Sumy State Pedagogical University
(protocol №27.09.2021)**

Editorial Board

M.P. Vovk	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Ukraine)
M.Gr. Voskoglou	Doctor of Philosophy, Professor Emeritus of Mathematical Sciences (Greece)
T.H. Dereka	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, Associate Professor (Ukraine)
T.Yu. Osykova	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)
M.M. Soldatenko	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)
M.G. Drushlyak	Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Ukraine)
T.D. Lukashova	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)

- F 45 Physical and Mathematical Education : Scientific Journal. Issue 5 (31). Makarenko Sumy State Pedagogical University, Physics and Mathematics Faculty ; O.V. Semenikhina (chief editor). Sumy : [Makarenko Sumy State Pedagogical University], 2021. 80 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 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)

© Makarenko Sumy State Pedagogical University, 2021

ЗМІСТ

Pokryshen D.	6
INFORMATION SYSTEM OF ACCOUNTING FOR PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF EDUCATORS IN FORMAL AND NON-FORMAL EDUCATION	6
Sosnickaya N., Kryvylova O.	11
TRAINING OF FUTURE ENERGY SPECIALISTS TO SOLVE PRACTICAL PROBLEMS ON THE BASIS OF PHYSICAL PROJECTS.....	11
Бакиров Т.Ю.....	17
ОБ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА» В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ И В ВУЗАХ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН	17
Гайда В.Я.....	23
ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З УПРОВАДЖЕННЯ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ САМООСВІТНЬОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ НА ЗАСАДАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ	23
Друшляк М.Г., Шамоня В.Г.	28
ЗАСОБИ ФОРМУВАННЯ ВІЗУАЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ	28
Кобильник Т.П., Когут У.П., Жидик В.Б.	36
МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИВЧЕННЯ ОСНОВ АЛГОРИТМІЗАЦІЇ І ПРОГРАМУВАННЯ МОВОЮ PYTHON У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ІНФОРМАТИКИ У СТАРШИХ КЛАСАХ.....	36
Коваленко В.В.	45
ЗАСТОСУВАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СЕРВІСІВ ВІДКРИТОЇ НАУКИ ДЛЯ ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ	45
Легка Л.В.....	54
СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ З ОСНОВ КВАНТОВОЇ ІНФОРМАТИКИ УЧНІВ ЛІЦЕЇВ	54
Мар'єнко М.В., Носенко Ю.Г., Шишкіна М.П.	60
ЗАСОБИ І СЕРВІСИ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ХМАРИ ВІДКРИТОЇ НАУКИ ДЛЯ ПІДТРИМКИ НАУКОВО-ОСВІТНЬОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	60
Плотнікова О.Л., Коробова І.В.	67
РЕАЛІЗАЦІЯ ТРАНСДИСЦИПЛІНАРНОГО ПІДХОДУ У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ МОРЯКІВ	67
Філер З.Ю., Чуйков А.С.	73
МЕТОДИКА ПОШУКУ КОМПЛЕКСНИХ РОЗВ'ЯЗКІВ НЕРІВНОСТЕЙ СПОСОБОМ НЕВ'ЯЗКИ	73
АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК	79

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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



Покришень Д.А. Інформаційна система обліку підвищення кваліфікації освітян у формальній та неформальній освіті. *Фізико-математична освіта*, 2021. Випуск 5(31). С. 6-10.

Pokryshen D. Information system of accounting for professional development of educators in formal and non-formal education. *Physical and Mathematical Education*, 2021. Issue 5(31). P. 6-10.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-031-5-001
 UDC 004.91

D. Pokryshen
 Chernihiv Regional Institute of Postgraduate Pedagogical Education. KD Ushinsky, Ukraine
 pokryshen@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0001-9572-413X>

INFORMATION SYSTEM OF ACCOUNTING FOR PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF EDUCATORS IN FORMAL AND NON-FORMAL EDUCATION

ABSTRACT

Formulation of the problem. The article is devoted to the possibility of conducting centralized or regional accounting of professional development of educators, recognition of learning outcomes of various subjects of professional development. The review and analysis of the structure of the information system of accounting for professional development of educators in formal and non-formal education is made, its structural components are characterized. The purpose of its use is determined. An ER model of such a system has been designed. The system of data access and the level of its distribution are determined.

Materials and methods. To achieve this goal, the following research methods were used: theoretical - analysis of legal documents relating to the system of teacher training; generalization of best practices in business documentation, accounting for issued certificates; analysis and systematization of functional responsibilities in educational institutions; diagnostic - research of structure of a database of the account of documents on passing of advanced training for the purpose of necessary structure; analysis of the activities of persons keeping records.

Results. The proposed structure of the information system of accounting for professional development of educators in formal and non-formal education provides for the need to preserve information about the educator, the subject of professional development, acquired competencies and documents received. The structure of each entity is proposed, the indices and the relationship between the components are defined. The information system needs to define users and access rights. Access to the table with information on professional development of educators should be open. This is necessary so that stakeholders and other educators can see how a teacher is involved in professional development. Data entry is provided through authenticated authorized access of the employee responsible for advanced training (internship) and certification. This person has the necessary data about educators, enters this information into the database.

Conclusions. The functioning of such a regional or all-Ukrainian information system for accounting for professional development of educators in formal and non-formal education will address a number of issues arising in the certification and certification of educators.

KEY WORDS: information system, accounting, advanced training, educational trajectory, non-formal education.

INTRODUCTION

In recent years, there have been many changes in our country. The education sector is no exception. New Laws of Ukraine "On Higher Education", "On Education" have been adopted, and relevant bylaws, such as the resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine approved the "Procedure for professional development of teachers and research and teaching staff." Digitization is being introduced with new force in various state institutions, a new Ministry of Digital Transformation has been created, deputy ministers for digital development are emerging, and so on. The state in the smartphone is slowly becoming a reality. As we see, evolutionary changes are taking place in the ministries, which necessitates the modernization of all systems to ensure the functioning of the branches of these ministries.

The adopted laws for the education sector define new rules for professional development and professional development of pedagogical and scientific-pedagogical workers. This determines the requirements and corresponding changes in these processes for the educators themselves, school administration, departments, ministries.

Now, under the new conditions, there is a loss of monopoly for institutions of postgraduate pedagogical education and educators have the right to decide where, how and when to improve their skills. The subjects of advanced training now include

public organizations, private entrepreneurs, scientists and experienced teachers. The term, volume, content is determined by the subject of advanced training. Postgraduate pedagogical education institutions or structural subdivisions of higher education institutions that provide postgraduate education must have licenses to conduct such activities. At the same time, subjects related to non-formal education are not required to have such a license, but the documents issued by them require an additional procedure for recognition by the educational institution.

If we talk about secondary and high school teachers, they must in five years receive documents certifying training for at least 150 hours and increased such competencies as professional, innovative, lifelong learning, social and civic, cultural, informational digital, mathematical, in the field of natural sciences, environmental literacy and healthy lifestyle, business and financial, speech, communication in the state language, communication in foreign languages and others.

Thus, we have the liberalization and free formation of their educational trajectory by teachers within the postgraduate formal and non-formal education, but it also raises the problem of accounting for the documents received.

Analysis of recent research and publications. Peculiarities of adult learning are paid to the researches of Burenko V.M. (Burenko, 2005), Gershunsky B.S. (Gershunsky, 1987), Zyazyun I.A., Kolesnikova I.O., Kramushchenko L.V., Krivonos I.F., Lukyanova L.B., Fopel K. (Fopel, 2010) and others. Aspects of continuing and postgraduate education are considered in the works of Bordovska N.V. (Bordovska, 2006), Dave R. (Dave, 1976), Zyazyun I.A., Kolesnikova I.O., Oliynyk V.V., Oliynyk O.O. (Oliynyk, 2002), Rean A. and others. The issue of non-formal education in the system of postgraduate pedagogical education is considered in the work of the authors M. Kyrychenko, O. Prosina and others (Kyrychenko, Prosina, Kravchynska & Shven, 2020).

Technologies for creating software, information systems are given attention in the works of domestic and foreign researchers: Braude E.J. (Braude, 2004), Voloshinova S.A., Grishko L.V. (Grishko, 2009), Zhaldaka M.I., Kramar Yu. M., Myers G. (Myers, 1980), Penkov A.V., Randy M., Semerikov S.O. (Semerikov, 2009), Sommerville I., Jacobson A. and others.

In order to monitor and self-assess educational institutions the effectiveness of the introduction of innovative digital technologies in the educational process, to determine the stage of digital development of the educational institution MES together with the European Education Fund with the support of the Ministry of Digital Transformation by Fostering the Use of Innovative Educational Technologies), which is specified in the letter of the Ministry of Education and Science №1 / 9-447 dated 07.09.2021.

Introduction and real use of information-analytical systems in the practical daily activities of educational institutions actualizes the state of material and technical base, demonstrates the level of information development in the management system. Thus, digitalization and digital transformation occurs not only on paper but also in real life.

This article is a development of the study, which began in (Pokryshen&Krepky, 2012; Pokryshen&Oleksienko, 2019). Issues of design, development and implementation in educational institutions of information-analytical accounting system for recognition of the results of professional development of educators in formal and non-formal education were left out of consideration.

The purpose of this study is to conduct a structural analysis of the information-analytical system of accounting for professional development of educators in formal and non-formal education.

METHODS OF THE RESEARCH

According to the purpose the following research methods were used:

theoretical – analysis of legal documents related to the system of teacher training; generalization of best practices in business documentation, accounting for issued certificates; analysis and systematization of functional responsibilities in educational institutions;

diagnostic – research of structure of a database of the account of documents on passing of advanced training for the purpose of necessary structure; analysis of the activities of persons keeping records.

RESULTS AND THEIR DISCUSSION

As already mentioned, according to the current legislation, professional development of educators must take place constantly. In the "Procedure for professional development of pedagogical and scientific-pedagogical workers" (Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy) it is stated that the forms of professional development are institutional (full-time, part-time, distance), dual and others. Among the types of advanced training are training in the advanced training program, including participation in seminars, workshops, trainings, webinars, workshops, research internships, self-education, etc. Thus, we see that professional development can take place within formal and non-formal education.

In this study, formal education will be understood as passing advanced training in postgraduate pedagogical education institutions or structural units of higher education institutions engaged in advanced training and having the appropriate licenses for such activities and the issuance of documents (certificates, certificates).

Non-formal education will be understood as passing of advanced training in the form of passing of internships, trainings, master classes at various subjects of advanced training.

If everything is clear and unambiguous with the procedure of enrollment in advanced training courses for licensed organizations, then the received documents on non-formal education need additional approval by pedagogical (academic) councils (paragraph 26 (Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy)). Paragraph 13 (Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy) specifies the requirements for the content and content of the document on professional development.

Thus, we have the problem of accounting for professional development of pedagogical and scientific-pedagogical workers and relevant documents. The solution of these problems is possible by creating and maintaining an information-analytical system of accounting for advanced training in formal and non-formal education.

The analysis of current normative documents showed that the information-analytical system should contain information about the educator, the subject of advanced training, acquired competencies and received documents.

Let's analyze each of the entities (tables). The first table Academic contains information about the pedagogical, scientific and pedagogical worker. Similar to scientometric databases, where there is information about scientists, it is necessary to have an identifier for the educator undergoing advanced training. In addition to the ID, you should keep your last name and first name, e-mail. It is not advisable to keep information about the city of residence or place of work, as advanced training does not depend on the administrative division of the territory and the legal name of the educational institution.

The second essence concerns the subject of advanced training. Today, educators have the right to choose where and how to improve their skills (institutions of postgraduate pedagogical education, free educational institutions, public organizations, entrepreneurs, scientists, other educators, in the workplace), so it is advisable to fix these subjects. Therefore, the table Subject of advanced training consists of the following fields identifier, name, official website, information about the license, its image. An official website is needed because it is necessary to publish information about the courses taken by the educator, which is provided by the procedure for professional development. Information about the presence of a license in the subject is necessary, because in its absence, the document and the results of advanced training must be approved by the relevant pedagogical or academic councils where the educator works.

The professional development of an educator is to increase the level of not only hard skills (the subject he teaches) but also other soft skills. Therefore it is necessary to add the table with the list of competences. But take into account the fact that during the year the educator can increase different competencies or simultaneously (multi-hour courses).

The main table should contain the record identifier, information about the educator, subject of advanced training, course topic, date of receipt of the document, number of hours, reference to the document (certificate, certificate, certificate), reference to disclosure of information from the subject and whether approved by pedagogical or scientific council. In the case of courses taken by a licensed entity, the approval mark is set automatically.

The conceptual ER-model of such an information-analytical system is presented in Figure 1.

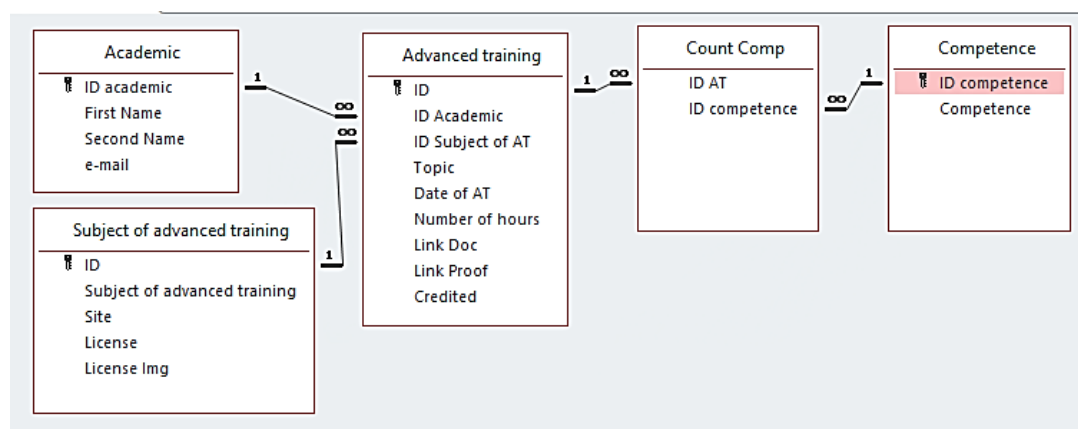


Fig. 1. ER-model of information system of accounting for professional development of educators in formal and non-formal education

Access to the table with information on professional development of educators should be open. This is necessary so that students, parents, the administration of the educational institution, education authorities and other educators can see how this or that educator is engaged in professional development.

The current state of development of desktop (Linux, Windows, MacOS X distributions) and mobile (iOS, Android, Fuchsia, HarmonyOS) operating systems, changing levels of abstraction, the transition to multi-core, the introduction of big.LITTLE in x86 and other technological solutions emphasize the need universal access to this IAS. The solution to this problem is to use a web interface (HTML, CSS, Java, PHP, etc.). Thus, the system will not depend so much on changes in technology and available hardware for users.

The system of queries, reports, sorting and filtering of data in the system will provide the formation of the necessary reporting, analytics, monitoring, ease of use of the system.

The proposed accounting system can be national, where data on all educators will be entered, or local, for use within the educational institution. Note the fact that in the case of implementation of such local systems and confirmation of their convenience and efficiency, the implementation of a common state system will not require much effort and time.

The organization of access for data entry is realized with the help of authenticated authorized access. Each educational institution has an employee who is responsible for advanced training (internship) and certification. It has all the necessary information about educators, their courses, trainings, webinars and information about the time and date of certification. In this case, the effectiveness of maintaining the database, entering data and keeping them up to date depends on the responsibility of teachers and timely informing the administration about the documents received from formal and non-formal education, as well as the employee who has access to the system.

CONCLUSIONS

The existence and maintenance of such a regional or all-Ukrainian information-analytical system of accounting for professional development of educators in formal and non-formal education will solve a number of issues that arise during the certification and certification of educators. Every head of an educational institution and the educator himself can observe the process of professional growth of teachers, understand the relevance of skills and existing gaps. Students and their parents will be able to choose the best educational institutions and the best teachers for themselves. Thus, the information system of accounting for

professional development of educators in formal and non-formal education opens up new opportunities for the formation of educational trajectories and prompt information of all stakeholders and the active introduction of digitalization in the management of educational institutions.

References

1. Bordovskaya, N.V. & Rean, A.A. (2006) *[Pedagogy]*. St.Peterbyrg: Piter [in Russian].
2. Braude, E. (2004) Tehnologiya razrabotki programnogo obespecheniia [*Software development technology*]. St.Peterbyrg: Piter [in Russian].
3. Burenko, V.M. (2005) Andrahohichnyy pidkhdid do profesinyoyi perepidhotovky vchytelya humanitarnoho profilu [Andragogic approach to professional retraining of a teacher of humanitarian profile]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Kyiv: Central Institute of Postgraduate Pedagogical Education of the Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine [in Ukraine].
4. Dave, R. H. (1976) Foundation of Lifelong Education: Some Methodological Aspects. Hamburg. [in English].
5. Fopel, K. (2010) Psikhologicheskkiye printsipy obucheniya vzroslykh [*Psychological principles of adult learning*]. Moscow: Genesis [in Russian].
6. Gershunsky, B.S. (1987) Komp'yuterizatsiya v sfere obrazovaniya : Problemy i perspektivy [Computerization in the field of education: Problems and prospects]. Moscow: Pedagogica [in Russian].
7. Grishko, L.V. (2009) Metodychna systema navchannya osnov prohramuvannya maybutnikh inzheneriv-prohramistiv [Methodical system of training of bases of programming of future engineers-programmers]. *Candidate's thesis*. Kyiv: Cherkasy National University named after Bohdan Khmelnytsky [in Ukraine].
8. Myers, G. (1980) Nadozhnost' programmogo obespecheniya [*Reliability of software*]. Moscow: Mir [in Russian].
9. Kyrychenko, M., Prosina, O., Kravchynska, T. & Shven, Ya. (2020) The adult education in nonlinear world: non-formal education in the system of postgraduate education of the Ukrainian Open University. – *I Conference on professional development of specialists in the digitized society: current trends (PDSDig-2020)*, 59-65. [in Ukraine].
10. Oliynyk, O.O. (2002) Pisyadyplomna pedahohichna osvita v Ukrayini v konteksti svitovoho rozvytku [Postgraduate pedagogical education in Ukraine in the context of world development] *Postgraduate education in Ukraine*, 12. 25-29. [in Ukraine].
11. Oliynyk, V.V. Osvita vprodovzh zhyttya: yak i chomu vchyty doroslykh? [Lifelong learning: how and why to teach adults?] Retrieved from <http://www.apsu.org.ua/ua/info rmation/press/956784/> [in Ukraine].
12. Pokryshen, D.A. & Krepyk, Yu.O. (2012) Funktsional'nyy i strukturnyy analiz informatsiynoyi systemy obliku naukovopedahohichnykh pratsivnykiv [Functional and structural analysis of the information system of accounting of scientific and pedagogical workers] – *Information technologies and teaching aids: electronic scientific professional publication*. 2 (28) [in Ukraine].
13. Pokryshen, D.A & Oleksienko, S.O. (2019) Rol' i mistse informatsiyno-analitychnykh system u pidvyshchenni kvalifikatsiyi vchyteliv informatyky [The role and place of information-analytical systems in professional development of computer science teachers] *Open educational e-environment of modern University*. 6, 55-62. [in Ukraine].
14. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrayiny «Deyaki pytannya pidvyshchennya kvalifikatsiyi pedahohichnykh i naukovopedahohichnykh pratsivnykiv»[Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine "Some issues of professional development of pedagogical and scientific-pedagogical workers"]. zakon.rada.gov.ua. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/800-2019-%D0%BF#n10>. [in Ukraine].
15. Semerikov, S.O. (2009) Teoretyko-metodychni osnovy fundamentalizatsiyi navchannya informatychnykh dystsyplin u vyshchykh navchal'nykh zakladakh [Theoretical and methodical bases of fundamentalization of training of computer science disciplines in higher educational establishments]. *Doctor's thesis*. Kyiv: NPU named after Drogomanov. [in Ukraine]
16. Tkachuk, V. O., Yechkalo, Yu., Semerikov, S. O., Kislova, M. & Khotskina, V. (2020) Exploring Student Uses of Mobile Technologies in University Classrooms: Audience Response Systems and Development of Multimedia: *ICT-based Competence Approach. CEUR Workshop Proceedings*. 2732 [in English].
17. Shven, Ya. & Farukhshyna, M. (2020) The Challenge Soft Skills for pedagogical teachers: theoretical analysis and integration in the space of formal and non-formal education. *I CONFERENCE ON PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF SPECIALISTS IN THE DIGITIZED SOCIETY: CURRENT TRENDS (PDSDig-2020)*. 251-255. [in English]

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ОБЛІКУ ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ ОСВІТЯН У ФОРМАЛЬНІЙ ТА НЕФОРМАЛЬНІЙ ОСВІТІ

Д.А. Покришень

Чернігівський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти імені К.Д. Ушинського, Україна

Анотація.

Формулювання проблеми. Стаття присвячена питанням можливості ведення централізованого або регіонального обліку підвищення кваліфікації працівників освіти, визнанням результатів навчання у різних суб'єктах підвищення кваліфікації. Зроблено огляд та аналіз структури інформаційної системи обліку підвищення кваліфікації освітян у формальній та неформальній освіті, охарактеризовано її структурні компоненти. Визначено мету її використання. Спроековано ER-модель такої системи. Визначено систему доступу до даних та рівень її розповсюдження.

Матеріали і методи. Для досягнення поставленої мети було використано такі методи дослідження: теоретичні – аналіз нормативно-правових документів, що стосуються системи підвищення кваліфікації учителів; узагальнення передового досвіду з ведення ділової документації, обліку виданих сертифікатів; аналіз та систематизація функціональних обов'язків у закладах освіти; діагностичні – дослідження структури бази даних обліку документів про проходження підвищення кваліфікації з метою необхідної структури; проведення аналізу діяльності осіб, що ведуть облікову документацію.

Результати. Запропонована структура інформаційної системи обліку підвищення кваліфікації освітян у формальній та неформальній освіті передбачає необхідність збереження відомостей про освітянина, суб'єкта підвищення кваліфікації, здобуті компетентності та отримані документи. Запропоновано структуру кожної сутності, визначено індекси та взаємозв'язок

між компонентами. Інформаційна система потребує визначення користувачів та прав доступу. Доступ до таблиці із відомостями про підвищення кваліфікації освітян повинен бути відкритим. Це потрібно для того, щоб зацікавлені особи та інші освітяни бачили як той чи інший педагог займається професійним розвитком. Введення даних забезпечується через аутентифікований авторизований доступ працівника, що відповідає за підвищення кваліфікації (стажування) та атестацію. Ця людина має необхідні дані про освітян, вносить ці відомості до бази даних.

Висновки. Функціонування такої регіональної або всеукраїнської інформаційної системи обліку підвищення кваліфікації освітян у формальній та неформальній освіті дозволить вирішити низку питань, що виникають при атестації та сертифікації працівників освіти.

Ключові слова: інформаційна система, облік, підвищення кваліфікації, освітня траєкторія, неформальна освіта.



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



Сосницька Н., Кривильова О. Підготовка майбутніх фахівців енергетичного профілю до вирішення практичних задач на основі фізичних проєктів. Фізико-математична освіта, 2021. Випуск 5(31). С. 11-16.

Sosnickaya N., Kryvylova O. Training of future energy specialists to solve practical problems on the basis of physical projects. Physical and Mathematical Education, 2021. Issue 5(31). P. 11-16.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-031-5-002

Natalya Sosnickaya

Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Ukraine
 natalia.sosnytska@tsatu.edu.ua

<https://orcid.org/0000-0001-6329-768X>

Olena Kryvylova

Berdiansk State Pedagogical University, Ukraine
 Krivileva.lena@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2542-0506>

TRAINING OF FUTURE ENERGY SPECIALISTS TO SOLVE PRACTICAL PROBLEMS ON THE BASIS OF PHYSICAL PROJECTS

ABSTRACT

Formulation of the problem. In the field of higher education, general and special competencies are acquired, which have in common the ability to apply knowledge in practical situations. Therefore, the formation of mental and practical skills and abilities of future energy specialists to solve practical problems is becoming more and more important.

The effectiveness of solving practical problems in the field of power engineering, electrical engineering and electromechanics depends on the understanding by future specialists of energy profile the theories and methods of physics. There is a need to develop and implement effective teaching methods, in particular on the basis of physical projects.

Materials and methods. The analysis of research in the field of education, the National Qualifications Framework, the standard of higher education in the specialty 141 "Electricity, Electrical Engineering and Electromechanics" for the first (bachelor's) level of higher education to theoretically substantiate the requirements for mental and practical skills of future energy specialists to solving practical tasks and advantages of physical projects in their formation was carried out; pedagogical experiment was carried out for testing the effectiveness of the use of physical projects in the training of future energy specialists; diagnostics (using the 16-factor personal questionnaire of R. Cattell and the method of analysis of products of activity as projects) was for evaluation the levels of ability of future energy specialists to solve practical problems using theories and methods of physics; statistical calculations, such as quantitative and qualitative data processing, graphical presentation of results, were for tracking the dynamics of the levels of formation of the ability of future energy specialists to solve practical problems and establishing the scientific reliability of the results of the study.

Results. The essence of physical projects and features of their using are theoretically substantiated on the example of discipline "Alternative energy", the maintenance of which is directed on formation of ability to apply the received theoretical knowledge, scientific and technical methods for the decision of scientific and technical problems and problems of power.

Such criteria as personal, content-procedural, evaluation-regulatory, indicators and diagnostic tools for testing the ability of future energy specialists to solve practical problems with the using of physics methods are characterized.

The analysis of experimental data showed significant qualitative changes in the levels of formation of the ability of future energy specialists to solve practical problems by EG physics. That is confirmed by calculations of Pearson's criterion ($17,61 > 7,8$).

Conclusions. The using of physical projects is an effective teaching method in the training of future energy specialists to solve practical problems in the field of power engineering, electrical engineering and electromechanics.

KEY WORDS: energy specialists, practical problems, physical project, competence, pedagogical experiment.

INTRODUCTION

Ukraine's integration into the world educational space requires constant improvement of the national education system, the main result of which should be competitive and mobile individuals who acquire educational and professional competencies in the labor market, according to their own interests, abilities, capabilities, needs of the economy and society.

The quality of achieving the above results of professional education depends, in particular, on the compliance of its content with the requirements of the labor market, professional standards and the National Qualifications Framework, as a result

for the applicant of higher education is to obtain professional qualifications in demand in the labor market, the acquisition of competencies that ensure competitiveness and self-realization of the individual.

In the field of higher education, general and special competencies are acquired, which have in common the ability to apply knowledge in practical situations. Therefore, the formation of mental and practical skills and abilities of future energy specialists to solve practical problems is becoming more and more important.

Analysis of relevant research. The main components of qualification requirements under the National Qualifications Framework are knowledge, skills, communication, autonomy and responsibility. According to this, skill is the ability to apply knowledge to perform tasks and solve problems. Skills are divided into cognitive (including logical, intuitive and creative thinking) and practical (including manual dexterity, application of practical methods or techniques, materials, tools and tools, communication). Thus, the sixth level of the National Qualifications Framework, which corresponds to the first (bachelor's) level of higher education, reflects the expected results as: in-depth cognitive and practical skills, skill and innovation at the level needed to solve complex specialized problems and practical problems in the field professional activity or training (On approval of the national qualifications framework, 2011).

In particular, the standard of higher education in the specialty 141 "Electricity, Electrical Engineering and Electromechanics" for the first (bachelor's) level of higher education states the need to develop the ability to solve practical problems involving methods of mathematics, physics and electrical engineering (C12), resulting of this is to know the basics of the theory of the electromagnetic field, methods of calculating electric circuits and be able to use them to solve practical problems in professional activities (PR05); to apply application software, microcontrollers and microprocessor technology to solve practical problems in professional activities (PR06); to carry out the analysis of processes in the electric power, electrotechnical and electromechanical equipment, the corresponding complexes and systems (PR07); select and apply suitable methods for analysis and synthesis of electromechanical and electric power systems with specified indicators (PR08); be able to assess the energy efficiency and reliability of electrical, electrical and electromechanical systems (PR09); solve complex specialized problems in the design and maintenance of electromechanical systems, electrical equipment of power plants, substations, systems and networks (PR17), apply suitable empirical and theoretical methods to reduce electricity losses in its production, transportation, distribution and use (PR19). The formed components will promote the formation of integrative competence, namely the ability to solve specialized problems and solve practical problems during professional activities in the field of power engineering, electrical engineering and electromechanics or in the learning process involving theories and methods of physics and engineering and characterized by complexity and uncertainty conditions (On approval of the standard of higher education in the specialty 141 "Electric power, electrical engineering and electromechanics" for the first (bachelor's) level of higher education, 2019).

Nowadays, research methods of teaching, in particular the project method, as an opportunity to rationally combine theoretical knowledge and their practical application to solve specific problems of reality in the process of joint activities of participants in the educational process, in particular in the context of end-to-end integration in four areas (science), technology, engineering and mathematics) became more popular (Sosnytska et al, 2019; Sosnytska & Titova, 2020).

The word "project" (Latin *projectus*) means "forward". Traditionally, the concept of "project" has several meanings: 1) developed a plan for construction, manufacture, reconstruction of something; 2) the preliminary text of the document, the idea of something; 3) a certain form of organization of large and relatively independent initiatives; 4) the form of restructuring of purposeful activity; 5) in fact, the project is any plan that has a purpose, deadline and specific steps of implementation (Busel, 2005: 1152).

According to the researchers, a "project" is a time-limited purposeful change of a separate system with established requirements for the quality of results, possible costs of funds and resources and a specific organization (Burkov & Novikov, 1997); a sequence of interrelated events that occur within a set limited time and which are aimed at achieving a unique, but at the same time defined result (Bagley, 2004); systematic form of organization of activity in the relationship of its theoretical and practical aspects (Krimskiy, 2003) and others.

Thus, based on the analysis of scientific approaches to the content of this concept, we consider the project as a complete cycle of productive activities aimed to obtain an objectively new or subjectively new result.

Design as a project creation activity is characterized by two points: the ideal nature of the action and its focus on the emergence of something in the future. These two characteristics distinguish design from other activities. In the pedagogical literature there are different definitions of the educational project, but in any case they are based on the development of cognitive and creative skills of students, the ability to seek information and act independently, presenting project results and cooperation between participants in the educational process. Thus, the essence of the project I. Sergeev recognizes as "six P": problem – design (planning) – information retrieval – product – presentation – portfolio, which collects all project materials, including drafts, daily plans, reports, etc. (Sergeev, 2004: 28).

The project method is a method based on the development of cognitive, creative skills of students, the ability to independently construct their knowledge, navigate in the information space, think critically.

Reasons for the widespread use of the project method in the training of future energy specialist: pedagogical – learning to acquire knowledge independently; ability to use the acquired knowledge to solve cognitive and practical problems; ability to use research methods (collect the necessary information, comprehensively analyze it, make hypotheses, draw conclusions); social – the ability to work in different groups; the ability to perform different social roles (leader, performer, mediator, etc.); the need to acquire skills to overcome conflict; wide human contacts, acquaintance with different cultures, views on one problem (Sosnytska & Kryvylova, 2020).

All this will contribute to the formation of higher education seekers with a clear, personally meaningful and meaningful image of future professional activity, as an important step towards competitiveness in the labor market.

Tasks that are solved in the process of project activities: 1. Personal orientation of project training, taking into account the goals, objectives, needs, interests, motivation, life experience, individual characteristics and abilities of the individual. 2. Preparing learners for real activities through practical actions that affect their emotional sphere and increase motivation to

learn due to the closer connection of project ideas with real life. 3. Creative work of project participants on the basis of independently collected, systematized and generalized information from various sources. 4. Development of independent thinking in identifying and solving problems based on knowledge from various fields of science; use of various research and exploration methods and teaching methods. 5. Development of skills to establish cause and effect relationships between phenomena, to anticipate the possible consequences of different solutions, to plan and predict the results, to take action to implement decisions. 6. The use of various forms of organization of educational activities in order to enhance the interaction of teachers and students as equal partners in the educational process. 7. Increasing the individual and collective responsibility of project participants in connection with the need to coordinate actions to obtain results (Grudin, 2017).

The aim of the article. The purpose of the research is to theoretically substantiate the peculiarities of training future energy specialists to solve practical problems on the basis of physical projects and to reveal the results of experimental verification of the effectiveness of the chosen method.

To achieve this goal, the following tasks are formulated: theoretically substantiate the essence of physical projects and features of their use; to characterize the criteria, indicators and diagnostic tools for testing the ability of future energy specialists to solve practical problems; to reveal the results of experimental verification of the effectiveness of the use of physical projects.

RESEARCH METHODS

The analysis of research in the field of education, the National Qualifications Framework, the standard of higher education in the specialty 141 "Electricity, Electrical Engineering and Electromechanics" for the first (bachelor's) level of higher education to theoretically substantiate the requirements for mental and practical skills of future energy specialists to solving practical tasks and advantages of physical projects in their formation was carried out; pedagogical experiment was carried out for testing the effectiveness of the use of physical projects in the training of future energy specialists; diagnostics (using the 16-factor personal questionnaire of R. Cattell and the method of analysis of products of activity as projects) was for evaluation the levels of ability of future energy specialists to solve practical problems using theories and methods of physics; statistical calculations, such as quantitative and qualitative data processing, graphical presentation of results, were for tracking the dynamics of the levels of formation of the ability of future energy specialists to solve practical problems and establishing the scientific reliability of the results of the study.

RESULTS

During the training of future energy specialists, we use a physical project, which means solving practical problems in the field of power engineering, electrical engineering and electromechanics using theories and methods of physics. When considering the topics and content of project activities of future energy specialists, we adhere to the following conditions: 1) the physical project should be based largely on already known knowledge and skills; 2) the physical project must contain contradictions between the known and the search - the problem of research; 3) the physical project should arouse interest in finding ways to solve a practical problem.

For example, we use physical projects in teaching the discipline "Alternative Energy", which aims to develop the ability to apply the acquired theoretical knowledge, scientific and technical methods to solve scientific and technical problems and problems of energy. We take into account interdisciplinary connections with the discipline "Physics", in particular electrodynamics, which occupies a special place given the richness of worldview and polytechnic content. It is in this section that the problems of electric power are considered – generation, transmission and conversion of electric energy with induction generators and transformers, etc.

Thus, future energy specialists are developing a project with the general title "Physical Fundamentals of Alternative Energy", which is adjusted according to the chosen direction.

The main task of the projects is to consolidate the general principles of energy efficiency assessment of non-conventional and renewable energy sources based on knowledge of the principle of operation and the main functional and structural features of non-conventional energy installations, namely solar, wind, heat pump installations, hydropower plants, energy batteries, hydro and ebbs, fuel cells, biofuels, magnetohydrodynamic energy converters, thermoelectric generators, radioisotope energy sources, etc.

In particular, while choosing the topic "Physical foundations of wind turbines" higher education students perform the calculation of wind turbines taking into account the parameters of wind turbines and the proposed conditions of their location. The content of the work includes: calculation of wind turbine power with rotor radius R , m at starting wind speed V , m / s, wind utilization factor ξ , reducer efficiency - η_{red} ; generator efficiency - η_{gen} ; calculation of wind speed at which the wind turbine will generate enough power to provide energy, for example, the average cottage with a radius of rotor R , m, wind utilization factor - ξ , efficiency of the reducer - η_{red} ; Generator efficiency - η_{gen} ; or calculation of wind power capacity containing n of the same type of wind power plants, where the length of the windmill blade L , wind speed V , wind turbine efficiency η_w , electric efficiency of the installation (generator and converter) η_e , air temperature t , atmospheric pressure p and others.

The process of developing a physical project consists of the main stages: the choice of topic; problem formulation; setting tasks; selection of participants (group or individual project development); distribution of tasks; analysis of sources on the research problem; experimental part (if it is necessary); processing of results; report preparation and project defense.

The order of execution provides for the implementation of actions by future energy specialists: 1) to get acquainted with the primary information; 2) perform an analysis of methods of obtaining electricity; 3) search for information on the Internet at the addresses of the above sites in order to obtain and analyze the physical and technical characteristics of devices for obtaining alternative energy; 4) make assumptions about the methods of obtaining electricity that can be sold in your area; 5) provide information on the methods of obtaining electricity that are sold in your area; 6) design and implement a device for obtaining alternative energy; 7) draw conclusions; 8) compile a project portfolio.

The individual activity of future energy specialists during project development depended on external factors, namely: the functional distribution between group members; availability of author's findings; opportunities to argue their own positions and summarize the results of activities, to discuss with opponents, etc.

Thus, future energy specialists not only demonstrate the formation of mental and practical skills in solving specialized problems by physics, but also acquire the ability to be critical and self-critical in making informed decisions and assess the quality of work performed.

The pedagogical experiment was carried out on the basis of higher education institutions of Ukraine: Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University (Faculty of Energy and Computer Technologies) and Berdyansk State Pedagogical University (Faculty of Physics, Mathematics, Computer and Technology Education) during 2018-2021 academic years.

To conduct a pedagogical experiment, an experimental and control groups of higher education students of the specialty 141 "Electric Power, Electrical Engineering and Electromechanics" (1-4 levels) were selected. These groups covered a total of 284 people. A representative sample in the study consists of parallel experimental and control groups. The control group included 142 students who studied on the basis of traditionally formed practice, the experimental group - 142 students of the same faculties, who studied using the developed educational and methodological support.

The pedagogical experiment involved the implementation of actions of ascertaining, formative and control content. Thus, the purpose of the observational experiment was to establish the actual state and level of the studied characteristics of the participants at the beginning of the experiment. The formative experiment is aimed at studying the phenomenon under study directly in the process of implementing physical projects. The control experiment was conducted in order to compare the results of the experimental and control groups regarding the dynamics of acquiring the ability of future energy professionals to solve practical problems by all criteria and levels.

Criteria and indicators of the formation of the ability of future energy specialists to solve practical problems involving the methods of physics: personal criterion - the presence and level of development of professionally important abilities and qualities; substantive-procedural criterion - practical and operational application of knowledge to specific situations; evaluation and regulatory criterion - self-assessment and self-control of activities (Kryvylova, 2017).

In particular, the need to successfully solve practical problems in the energy sector, interest to the process of solving them and a strong desire to master the physical foundations in the modeling, design, development and maintenance of energy systems (personal criterion); understanding the content of practical problems in the energy sector, assessing their significance and knowledge of ways to solve them by physical methods, ability to solve practical problems in the energy sector with the use of physical laws (substantive and procedural criteria); ability to self-assessment and self-control of own actions on the application of physical laws in solving practical problems in the energy sector and focus on self-improvement in achieving the expected results (evaluation and regulatory criteria).

The level of formation of the ability of future energy specialists to solve practical problems with the use of physics methods was checked using a 16-factor personality questionnaire R. Kettell (Metodika mnogofaktornogo issledovaniya lichnosti R. Kettella) and the method of analysis of products of activities - projects.

The purpose of using the 16-factor personality questionnaire R. Kettell was to establish the presence and level of development of professionally important qualities of future energy specialists who can contribute to or hinder the successful acquisition of the ability to solve practical problems by physics.

According to the theory of personality traits of R. Kettell, the personality consists of stable, stable, interconnected elements (properties, traits) that determine its inner essence and behavior. Differences in behavior are explained by differences in the expression of personality traits. The set of individual factors creates symptom complexes of communicative, intellectual, emotional and regulatory personality traits.

After the experiment, a significant shift in the group of regulatory personality traits of future energy specialists EG (+16.15% at a high level), which indicates the formation of the ability to mobilize to achieve this goal in spite of internal resistance and external obstacles; ability to act thoughtfully, persistently and organized (to finish the started cases, to have a clear idea of the order of executed cases, to plan time); the ability to maintain self-control in critical situations and regulate the external manifestations of emotions; be critical of yourself.

The shift in the group of intellectual properties of EG (+5.21% – high level, -4.17% – low level) indicates an increase in the number of future energy specialists who are able to establish cause-and-effect relationships between phenomena and have developed figurative thinking (different high level of generalization). These manifestations prove the effectiveness of the use of physical projects in the training of future energy specialists.

The group of communicative properties at the end of the experiment characterizes future energy specialists at a high level as: energetic, sincere in relationships with others, dynamic in communication, which promotes leadership in group activities; socially courageous, active, ready to deal with unfamiliar circumstances, prone to risk; independent in judgments and behavior; independent in decision-making; prudent, perceptive, intelligent with a sentimental approach to events and others; open, tolerant of others, willing to cooperate with the team. These shifts in communicative properties became possible due to the use of physical projects.

The use of project results as a diagnostic tool helped to identify knowledge, skills, abilities and professionally important qualities of future energy specialists who provide the ability to solve practical problems of future professional activity.

At the end of the experiment, the development of group and individual projects began to contain a large number of original and inventive techniques, characterized by complete independence and high activity of future energy specialists. The formed generalized integrated abilities and skills on the analysis and documentation of the information are observed; ability to realize goals and make decisions in professional activity in the conditions of complex systems of different nature; perfect mastery of various methods and means of modeling, forecasting, design.

During the pedagogical experiment, future energy specialists changed their attitudes to their personal and academic achievements, which was reflected in predicting the prospects of self-improvement and the desire to achieve better results in developing the ability to solve practical problems, including physics.

The analysis of experimental data showed qualitative changes in the low level of formation of the ability of future energy specialists to solve practical problems, due to a decrease in the number of students in the relevant category during the pedagogical experiment by 3.9% in CG and 9.64% in EG. At the average level, there was an increase in the number of students by 1.82% in CG and a decrease of 10.15% in EG. Sufficient and high levels of formation of this component also showed positive qualitative changes: an increase in the number of students in the control (by 0.52% and 1.56%, respectively) and experimental (by 10.42% and 9.37%, respectively) groups.

Comparative analysis of the absolute average value of qualitative changes in the level of formation of the ability of future energy specialists to solve problems in control and experimental groups led to the conclusion that the positive dynamics of qualitative changes in CG (Aver. = 1.95%) due to traditional training, and in EG (Aver. = 9.9%) – the result of professional training of students by experimental methods (Fig. 1).

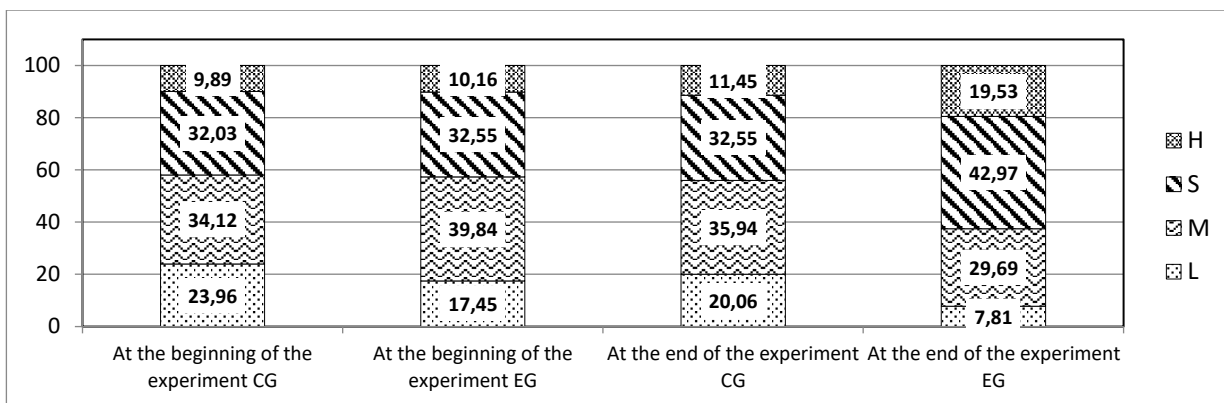


Fig. 1. Dynamics of qualitative changes in the formation of the ability to solve practical problems of control and experimental groups at the beginning and end of the experiment

The results of the experimental study were confirmed by using the methods of mathematical statistics, in particular the calculation of the nonparametric Pearson criterion – χ^2 . For this purpose, statistical hypotheses were formulated:

H_0 : experimental forms, methods and means of training future energy specialists do not affect the qualitative changes in the level of formation of mental and practical skills and abilities to solve practical problems by methods of physics, and the results are random.

H_1 : qualitative changes in the level of formation of mental and practical skills and abilities to solve practical problems of future energy specialists due to the influence of experimental forms, methods and tools.

The obtained value of Pearson's criterion ($17.61 > 7.8$), that means the experimental value of Pearson's criterion, is the basis for rejecting the null hypothesis H_0 and accepting the alternative hypothesis H_1 about the influence of experimental training on the ability of future energy specialists to solve practical problems by physics.

Thus, for all parameters there were statistically significant changes in the level of formation of the ability of future energy specialists to solve practical problems by methods of physics, which gives reason to conclude about the high efficiency of using the physical projects.

CONCLUSIONS

Based on the analysis of scientific research in the field of education, the National Qualifications Framework, the standard of higher education in the specialty 141 "Electricity, Electrical Engineering and Electromechanics" for the first (bachelor's) level of higher education theoretically substantiated requirements for mental and practical skills of future energy specialists. and the advantages of physical projects in their formation.

Criteria and indicators of the formation of the ability of future energy specialists to solve practical problems involving the methods of physics: personal criterion – the presence and level of development of professionally important abilities and qualities; substantive-procedural criterion – practical and operational application of knowledge to specific situations; evaluation and regulatory criterion – self-assessment and self-control of activities.

The expediency of diagnostic tools to test the formation of the ability of future energy specialists to solve practical problems by methods of physics (16-factor personality questionnaire R. Cattell and the method of analysis of products as projects) is indicated.

The analysis of experimental data showed significant qualitative changes in the levels of formation of the ability of future energy specialists to solve practical problems by EG physics: high level – increase by 9.37%, sufficient level – increase by 10.42%, medium level - decrease by 10.15 %, low level – a decrease of 9.64%. The positive dynamics of qualitative changes in CG (Aver. = 1.95%) is due to traditional training, and in EG (Aver. = 9.9%) – the result of professional training of students based on physical projects. That is confirmed by calculations of Pearson's criterion ($17,61 > 7,8$).

References

1. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine On approval of the national qualifications framework from November 23 2011, № 1341. (2011, november). Retrieved from <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-n> [in Ukrainian].

2. Order of the Ministry of Education and Science On approval of the standard of higher education in the specialty 141 "Electric power, electrical engineering and electromechanics" for the first (bachelor's) level of higher education from June 20 2019, № 867. (2019, June). Retrieved from <http://www.tsatu.edu.ua/enf/wp-content/uploads/sites/42/141-eee-standart-zatverdzhenyj.pdf> [in Ukrainian].
3. Sosnytska, N., Titova, O., Symonenko, S., Kravets, O. (2019). Examining the creative potential of engineering students. Modern Development Paths of Agricultural Production, p. 299-306, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-14918-5_31 [in English].
4. Sosnytska, N., Titova, O. (2020). The Engineer's Creative Potential Scales. 2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP), Kremenchuk, Ukraine. DOI: <https://doi.org/10.1109/PAEP49887.2020.9240882> [in English].
5. Busel, W. T. (ed.). (2005). Velykyi tlumachnyi slovnyk suchasnoi ukrainskoi movy [Large explanatory dictionary of the modern ukrainian language]. K.; Irpen: VTF "Perun" [in Ukrainian].
6. Burkov, V.N., Novikov, D.A. (1997). Kak upravlyat proektami [How to manage projects]. Moscow: Sinteg-GEO [in Russian].
7. Bagley, F. (2004). Upravlenie proektom [Project Management]. Moscow: GRAND [in Russian].
8. Krimskiy, S.B. (2003). Zapyty filosofskykh smysliv [Requests of philosophical meanings]. Kyiv [in Ukrainian].
9. Sergeev, I.S. (2004). Kak organizovat proektnuyu deyatel'nost uchashchih'sya: prakticheskoe posobie dlya rabotnikov obsheobrazovatel'nykh uchrezhdeniy [How to organize project activities of students: a practical guide for employees of educational institutions]. Moscow [in Russian].
10. Sosnytska, N., Kryvylova, O. (2020). Formation of social skills as a step towards competitiveness in the labor market of future specialists of energy profile. 2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (PAEP). Kremenchuk, Ukraine. Retrieved from <https://ieeexplore.ieee.org/document/9240836> [in English].
11. Grudin, B.O. (2017). Doslidnytska kompetentnist uchniv starshykh klasiv u protsesi navchannia fizyky: teoriia i praktyka [Research competence of high school students in the process of teaching physics: theory and practice]. Kharkiv [in Ukrainian].
12. Kryvylova, O. A. (2017). Psykholoho-pedahohichna pidhotovka maibutnikh vykladachiv profesiino-tekhnichnykh navchalnykh zakladiv: teoretychnyi ta metodychnyi aspekty [Psychological and pedagogical training of future teachers of vocational training schools: theoretical and methodological aspects]. Berdyansk: BSPU [in Ukrainian].
13. Metodika mnogofaktornogo issledovaniya lichnosti R. Kettella [Methods of multifactorial study of the personality of R. Kettell]. Retrieved from <http://psycabi.net/testy/293-16-faktornyj-lichnostnyj-oprosnik-r-b-kettella-metodika-mnogofaktornyj-oprosnik-kettella-test-kettella-187-voprosov-test-ketela-16-pf> [in Russian].

ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПРОФІЛЮ ДО ВИРІШЕННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАДАЧ НА ОСНОВІ ФІЗИЧНИХ ПРОЄКТІВ

Наталія Сосницька

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, Україна

Олена Кривильова

Бердянський державний педагогічний університет, Україна

Анотація.

Формулювання проблеми У сфері вищої освіти набуваються загальні та спеціальні компетентності, спільними для яких є здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. Відтак, формування розумових та практичних вмінь та навичок майбутніх фахівців енергетичного профілю до вирішення практичних задач, набуває все більшої актуальності. Результативність вирішення практичних задач галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки залежить від розуміння майбутніми фахівцями енергетичного профілю теорій та методів фізики. Виникає потреба у розробці та запровадженні ефективних методів навчання, зокрема на основі фізичних проєктів.

Матеріали і методи. Проведено аналіз наукових досліджень у галузі освіти, Національної рамки кваліфікацій, стандарту вищої освіти за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з метою теоретичного обґрунтування вимог до розумових та практичних умінь майбутніх фахівців енергетичного профілю до вирішення практичних задач та переваг фізичних проєктів у їхньому формуванні; педагогічний експеримент – для перевірки дієвості використання фізичних проєктів у професійній підготовці майбутніх фахівців енергетичного профілю; діагностика (за допомогою 16-факторного особистісного опитувальника Р. Кеттелла та методу аналізу продуктів діяльності у якості проєктів) – для оцінки рівнів сформованості вмінь майбутніх фахівців енергетичного профілю розв'язувати практичні задачі з використанням теорій і методів фізики; статистичні розрахунки (кількісна та якісна обробка даних, графічне подання результатів) – для відстеження динаміки рівнів сформованості вмінь майбутніх фахівців енергетичного профілю розв'язувати практичні задачі та встановлення наукової достовірності отриманих результатів дослідження.

Результати. Теоретично обґрунтовано сутність фізичних проєктів та особливості їх використання на прикладі дисципліни «Альтернативна енергетика», зміст якої спрямовано на формування здатності застосовувати отримані теоретичні знання, наукові і технічні методи для вирішення науково-технічних проблем і задач енергетики. Схарактеризовано критерії (особистісний, змістовно-процесуальний, оцінно-регулятивний), показники та діагностичний інструментарій перевірки сформованості здатності майбутніх фахівців енергетичного профілю до вирішення практичних задач із залученням методів фізики. Аналіз експериментальних даних засвідчив вагомі якісні зміни рівнів сформованості здатності майбутніх фахівців енергетичного профілю до вирішення практичних задач методами фізики (ЕГ), що підтверджено розрахунками критерію Пірсона ($17,61 > 7,8$).

Висновки. Використання фізичних проєктів є дієвим методом навчання у підготовці майбутніх фахівців енергетичного профілю до вирішення практичних задач у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Ключові слова: фахівці енергетичного профілю, практичні задачі, фізичний проєкт, компетентності, педагогічний експеримент.



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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



Бакиров Т.Ю. Об изучении темы «Комплексные числа» в общеобразовательной школе и в ВУЗах Республики Узбекистан. Фізико-математична освіта, 2021. Випуск 5(31). С. 17-22.

Bakirov T. The continuity of the study on the topic "Complex numbers" in secondary schools and in pedagogical universities of the Republic of Uzbekistan. Physical and Mathematical Education, 2021. Issue 5(31). P. 17-22.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-031-5-003

УДК 51(077)+511.24

Т.Ю. Бакиров

Ферганский государственный университет, Узбекистан

bakirov_t75@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9848-9542>

ОБ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «КОМПЛЕКСНЫЕ ЧИСЛА» В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ И В ВУЗАХ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

АННОТАЦИЯ

Формулировка проблемы. В связи с реформами, проводимыми в сфере образования в Республике Узбекистан, меняется содержание среднего образования, в частности, математического образования. В этой статье рассматривается вопрос преемственности изучения темы «Комплексные числа» в школе и педагогическом ВУЗе, и изменение содержания среднего образования, в частности, математического образования. В программу школьной математики Республики Узбекистан были введены такие новые разделы как комбинаторика, элементы математической логики, комплексные числа, элементы теории вероятности, элементы математической статистики и финансовой математики. В результате некоторые темы или их содержание повторяются и в курсе вузовской математики. Необходимо разработка методики изучения вновь вводимых разделов математики, в особенности, некоторых повторяющихся тем, определить уровни усвоения повторяющихся понятий учениками школ и студентами вузов.

Материалы и методы. В ходе исследования были применены различные методы исследования, а именно: изучение и анализ научно-педагогической, методической, математической литературы и школьных учебников по математике; анализ преемственных связей раздела «Комплексные числа»; педагогический эксперимент с целью проверки остаточных знаний учащихся по теме «Комплексные числа», в котором участвовали 89 студентов первого курса Ферганского государственного университета; обсуждение материалов исследования.

Результаты. В ходе исследования были предложены уровни усвоения учебных элементов и ступеней абстракции, характеризующих язык изложения учебной информации по теме «Комплексные числа».

Выводы. Полученные результаты могут быть использованы школьными учителями для развития компетенций учащихся по теме «Комплексные числа», а также преподавателями математики в высших учебных заведениях при выборе методики изучения тем, связанные с комплексными числами.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: преемственность, комплексные числа, алгебра и теория чисел, математический анализ, теория аналитических функций, уровень усвоения, степень абстракции.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие информационного общества ставит свои требования к системе образования. Эти требования относятся как к содержанию образования, так и к результатам обучения. Развитие информационных технологий, педагогических идей, результаты международных исследований по образованию (TIIMS, PISA и др.), важность развития STEAM-технологий обуславливают изменение содержания школьного математического образования. В связи с этим в программу школьной математики Республики Узбекистан были введены такие новые разделы, как комбинаторика, элементы математической логики, комплексные числа, элементы теории вероятности, элементы математической статистики, и финансовой математики. В результате некоторые темы или их содержание, в частности, тема «Комплексные числа», повторяются. Возникает вопрос: «Нужно ли повторное изучение в вузе?» Преподаватели вузов отвечают «Да», так как знания и умения вчерашних учеников по данной тематике не удовлетворяют требованиям вузовской программы. Естественно, возникают вопросы разработки методики изучения темы «Комплексные числа» в школе и в вузе. Поэтому обеспечение преемственности обучения математики в системе «школа-ВУЗ» вновь становится актуальной.

Теоретические основы исследования. В научных источниках, в которых рассматривались вопросы преемственности обучения математике в системах «школа-ВУЗ», «лицей-ВУЗ» (Turgunbaev, 2012; Алламбергенов, 2019; Антонова, 2005) в основном рассмотрены изучение основ математического анализа. В работе (Мордкович, 2002) для обеспечения преемственности изучения основных понятий анализа предлагают посредством наглядно-интуитивного введения основных понятий алгебры и основ анализа в школе и педагогических вузах. А так как комплексные числа в практику общеобразовательной школы введены недавно, то преемственность изучения этой темы в системе «школа-ВУЗ» не рассмотрены. Для достижения целей нашего исследования были рассмотрены работы Р.М.Тургунбаева и И.Алламбергенова (Turgunbaev, 2012; Алламбергенов, 2019; Тургунбаев & Алламбергенов, 2011; Тургунбаев & Алламбергенов, 2013). В этих исследованиях в целях обеспечения преемственности изучения основных понятий математического анализа проанализированы повторяющиеся темы в программах математики академических лицеев и математического анализа университетов, изложение этих тем в учебной литературе и составлены таблицы учебных элементов, характеризующие уровень усвоения учебных элементов (α), ступеней абстракции, характеризующих язык изложения учебной информации (β), предложенные В.П.Беспалько (Беспалько, 1989). Таким образом, Р.М.Тургунбаев и И.Алламбергенов предложили свой вариант обеспечения преемственности изучения повторяющихся тем в академическом лицее и университете.

Следует отметить, что в новых школьных программах по математике качество усвоения элементов обучения не указано. Например, в разделе «Комплексные числа» программы по математике указано, что «учащиеся...могут вычислять значения простых выражений с комплексными числами» (Государственный образовательный стандарт, 2017). Но нет никакой информации о сложности этих выражений. Согласно утвержденной новой программе в курсе математики планируется преподавать тему «Комплексные числа». Эти же темы изучаются в высшем учебном заведении, в частности в курсе «Алгебра и теория чисел» направления бакалавриата «5110100-методика преподавания математики». Кроме того, комплексные числа используются в математическом анализе (аналитических функций). Если анализировать учебные пособия, рекомендованные для педагогических вузов (Dixon, 2010; Куликов, 1979; Назаров, 1993; Сирожиддинов, 1978), то видно, что понятия комплексных чисел, арифметика комплексных чисел, геометрическая интерпретация повторяются. Естественно возникает вопрос, надо ли повторное изучение этих материалов, если да, то почему и как. Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо ответить на вопросы о том, каковы знания студентов-первокурсников по теме «Комплексные числа». Для того чтобы ответить на эти вопросы, необходимо проанализировать теоретический материал и вопросы, связанные с комплексными числами. Также провести контрольную работу со студентами 1 курса, поступившими на математические направления, проанализировать полученные результаты. Важно также уточнить степень усвоения студентами материала, связанного с комплексными числами, путем уточнения контекстов преподавания дисциплин «Математический анализ» и «Алгебра и теория чисел».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В ходе исследования были применены различные методы исследования, а именно: изучение и анализ научно-педагогической, методической, математической литературы и школьных учебников по математике; анализ преемственных связей раздела «Комплексные числа»; педагогический эксперимент с целью проверки остаточных знаний учащихся по теме «Комплексные числа», в котором участвовали 89 студентов первого курса Ферганского государственного университета; обсуждение материалов исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сначала рассмотрим изложение темы «Комплексные числа» в школьном учебнике (Мирзахмедов, 2017). 4-глава школьного учебника называется «Комплексные числа» и для изучения отводится 6 уроков в конце четвертой четверти 10-класса.

Первые два урока посвящены темам «Комплексные числа и действия над ними» и «Изображения комплексного числа». В данных темах вводится понятие комплексного числа, и связанные с ним понятия: мнимая единица, действительная часть, мнимая часть комплексных чисел, равенство комплексных чисел, арифметические операции над комплексными числами, противоположные комплексные числа, сопряженные комплексные числа, взаимно обратные комплексные числа; вводятся обозначения для комплексных чисел, множества комплексных чисел, мнимой единицы, действительной и мнимой частей, сопряженного комплексного числа, понятие изображение комплексных чисел на координатной плоскости (комплексное число – точка плоскости, комплексное число – радиус-вектор), понятия мнимой и действительной оси, геометрическая интерпретация сложения комплексных чисел – правило параллелограмма.

В этих темах рассматриваются следующие типы упражнений и задач: назовите действительные и мнимые части комплексных чисел; напишите комплексные числа в алгебраической форме, когда заданы действительные и мнимые части; укажите равные комплексные числа; найдите сопряженное число заданному комплексному числу; найдите сумму, разность, произведение и (или) частное комплексных чисел; изобразите комплексные числа в плоскости.

На 3-уроке дается информация о комплексных числах в тригонометрической и показательной формах, в частности модуль комплексного числа, аргумент комплексного числа; области значений модуля и аргумента; формы записи тригонометрической и показательной формы комплексного числа (следует отметить, что формула Эйлера не вводится).

Предлагаются упражнения и задачи следующих типов: найдите модуль комплексного числа; найдите аргумент комплексного числа; запишите комплексное число в тригонометрической и показательной формах.

Следующие два урока касаются нахождения действий над комплексными числами, заданными в тригонометрической форме. В данной теме без доказательства приводятся формулы произведения и частного комплексных чисел, заданных в тригонометрической форме, возведения в натуральную степень комплексного числа (формула Муавра). Рассматриваются упражнения и задачи на умножение, деление, возведения в степень

комплексных чисел, заданных в тригонометрической форме; на выполнение действий, в которых требуется использование тригонометрические формы комплексных чисел.

Следующий урок посвящен теме извлечения квадратного корня из комплексного числа. Доказывается формула извлечения квадратного корня из комплексного числа, заданного в тригонометрической форме. При этом формулы извлечения корней в степени 3 и 4 даются без доказательства. Приведены упражнения и задачи на извлечение квадратного корня из комплексного числа.

Глава 4 содержит 8 видов упражнений (всего 55 упражнений). Все они могут быть использованы при организации математической деятельности учеников.

4-й модуль учебной программы дисциплины «Алгебра и теория чисел» направления 5110100 – методика преподавания математики (Учебная программа Алгебра и теория чисел, 2018) называется «Алгебраические системы». Его 11-й и 12-й темы посвящены изучению поля комплексных чисел, модуля и аргумента комплексного числа и их свойствам; рассматривается геометрический смысл комплексного числа, тригонометрическая форма комплексных чисел, формула Муавра, извлечения корня n -ной степени из единицы и произвольного комплексного числа, аксиоматическая теория комплексных чисел. Для изучения этих тем отведены 8 часов лекций, 8 часов практических занятий и 12 часов самостоятельной работы.

16-й модуль учебной программы дисциплины «Математический анализ» направления 5110100 – методика преподавания математики (Учебная программа дисциплины Математический анализ, 2018) называется «Теория аналитических функций». В рамках темы «Комплексная плоскость» планируется изучение понятия «множество комплексных чисел» и установление изоморфизма этого множества с точками евклидовой плоскости, а также понятия плоской линии и области в комплексной плоскости.

Анализ учебников, используемых для изучения комплексных чисел в школе и ВУЗе показывают, что комплексные числа преподаются в школьной математике с точки зрения расширения понятия чисел, изложение тем издается материал направлен на формирование процедурных знаний школьников. В курсе «Алгебра и теория чисел» комплексные числа изучаются как числовая система – математической основой будущей теории полиномов и теории аналитических функций. Множество комплексных чисел является полем, далее изучаются полиномы над полем комплексных чисел. Курс математического анализа рассматривает комплексные числа как числовую систему. Изучается их геометрическая интерпретация, вводится понятие комплексной плоскости, непрерывные кривые и области в комплексной области, изучаются их топологические свойства, аналитические функции и их свойства. Отметим, что в этом курсе доказываются основные теоремы алгебры, формула Эйлера, а также даётся окончательное решение вопроса о степени комплексного числа – определяется произвольная степень произвольного ненулевого комплексного (в частности, действительного) числа.

Очевидно, что изучение комплексного числа как объекта алгебраической системы должно основываться на знании учащихся о комплексных числах, полученных в школьном курсе математики. В то же время, знания, полученные в курсе «Алгебра и теория чисел», будут использоваться и дополняться в разделе аналитических функций курса математического анализа.

Для оценки остаточных знаний студентов первокурсников по теме «Комплексные числа», полученных ими в школьном курсе, в профессиональных колледжах или цехах, было проведено экспериментальное исследование. Оно проводилось в октябре 2019 года в Ферганском Государственном Университете. В эксперименте участвовали студенты первого курса. Студентам были предложены задачи, подобные тем, которые рассматривались в школьном курсе математики. Ниже приведен один из вариантов письменной работы.

№1. Укажите равные комплексные числа: 1) $2 - 4i$; 2) $2 + 3i$; 3) $\frac{2}{3} + i$; 4) $\sqrt{121} - 7i$; 5) $33 + 44i$; 6) $\sqrt[3]{8} + \sqrt[3]{27}i$;

№2. Найти сопряженное комплексное число \bar{z} данному числу: $z = 5 - 3i$;

№3. Найти сумму: $(-5 + 3i) + (2 - i)$;

№4. Найти разность: $(3 + 4i) - (4 + 2i)$;

№5. Найти произведение: $(4 + 6i) \cdot (3 + 4i)$;

№6. Найти частное: $\frac{2+2i}{1-2i}$;

№7. Выполните действия: $\frac{(3-4i)(4-3i)}{2+i}$;

№8. Изобразите комплексное число $z = 3 + 4i$ на плоскости. $z = 3 + 4i$;

№9. Найти модуль комплексного числа: $z = 1 + \sqrt{3}i$;

№10. Найти аргумент комплексного числа: $z = \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}i$;

№11. Записать в тригонометрической и показательной формах комплексное число: $z = \sqrt{2} - \sqrt{2}i$;

№12. Найти произведение: $z_1 = -\frac{\sqrt{3}}{2} \left(\cos \frac{\pi}{4} + i \sin \frac{\pi}{4} \right)$; $z_2 = \frac{1}{2} \left(\cos \frac{\pi}{6} + i \sin \frac{\pi}{6} \right)$;

№13. Найти частное: $z_1 = \sqrt{2} \left(\cos \frac{\pi}{8} + i \sin \frac{\pi}{8} \right)$; $z_2 = 2 \left(\cos \frac{\pi}{12} + i \sin \frac{\pi}{12} \right)$;

№14. Возвести в степень: $\left(3 \cdot \left(\cos \frac{\pi}{15} + i \sin \frac{\pi}{15} \right) \right)^5$;

№15. Извлечь квадратный корень из комплексного числа: $25 \left(\cos \frac{\pi}{3} + i \sin \frac{\pi}{3} \right)$;

№16. Записать в алгебраической форму: $z = \left(\frac{1-\sqrt{3}i}{3i} \right)^2$;

№17. Найти частное: $5(\cos 100^\circ + i \sin 100^\circ) : \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}i \right)$;

№18. Возвести в степень: $\left(\frac{1}{\sqrt{3}} + \frac{1}{\sqrt{3}}i \right)^{10}$;

№19. Извлечь квадратный корень из комплексного числа: $\sqrt{-27i}$;

№20. Извлечь кубический корень из комплексного числа: $\sqrt[3]{1+i}$;

№21. Извлечь корень четвертой степени из комплексного числа: $\sqrt[4]{16}$.

Результаты письменной работы отражены в таблице 1. Здесь в первой строке даются номера задач, в следующих строках – результаты студентов, закончивших академический лицей (АЛ), школу (Ш), профессиональный колледж (ПК). В отдельных строках показаны результаты студентов, окончивших обучение в 2019 году. В скобках указано количество студентов.

Таблица 1.

Результаты контрольной работы

№ задач	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
АЛ (20) в %	70	50	75	80	85	60	50	45	50	5,0
Ш (26) в %	73,1	53,9	92,3	92,3	84,6	65,4	57,7	46,2	61,5	7,7
ПК (43) в %	72,1	46,5	93	95,4	81,4	62,8	48,8	48,8	37,2	7
2019(Ш 26) в %	73,1	53,9	92,3	92,3	84,6	65,4	57,7	46,2	61,5	7,7
2019(ПК27) в %	66,7	55,6	92,6	92,6	77,8	59,3	51,9	48,2	33,3	3,7
2019(АЛ19) в %	68,4	52,6	73,7	79	84,2	63,2	52,6	47,4	52,6	5,3
2019 (72) в %	69,4	54,2	87,5	88,9	81,9	62,5	54,2	47,2	48,6	5,6
всего (89) в %	71,9	89	91	91	83	62,9	51,7	47,2	47,2	6,7

№	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
АЛ (20) в %	25	25	40	40	5,0	15,0	10,0	5,0	5,0	0,0	0,0
Ш (26) в %	26,9	38,5	34,6	42,3	15,4	34,6	3,9	34,6	7,7	3,9	0,0
ПК (43) в %	9,3	27,9	25,6	27,9	9,3	23,3	0,0	7	4,7	7	0,0
2019(Ш26) в %	26,9	38,5	34,6	42,3	15,4	34,6	3,9	34,6	7,7	3,9	0,0
2019(ПК27) в %	7,4	25,9	22,2	25,9	7,4	29,6	0,0	7,4	7,4	3,7	0,0
2019(АЛ 19) в %	26,3	26,3	42,1	42,1	5,4	10,5	10,5	5,3	5,3	0,0	0
2019 (72) в %	19,4	30,6	31,9	36,1	9,7	26,4	4,2	16,7	6,9	2,8	0
всего (89) в %	18	30,3	31,5	35	10,1	25	3	14,6	5,6	4,5	0

Из полученных результатов следует, что большинство студентов правильно решили 3, 4, 5-е примеры, а более 50% студентов решили правильно примеры 1, 2, 6, 7. Но большинство оставшихся примеров не были должным образом рассмотрены студентами. Это примеры на геометрическое представление комплексного числа, тригонометрическую форму, выполнение действий над комплексными числами в тригонометрической форме.

Следует также отметить, что результаты практически не зависят от того, окончили ли студенты школу, или академический лицей.

ОБСУЖДЕНИЕ

Для изучения алгебры и теории чисел, аналитических функций важно, чтобы студенты хорошо знали геометрическую интерпретацию комплексного числа, алгебраическую, тригонометрическую, показательную формы комплексного числа, выполнение действий над такими числами в той или иной форме и их применение.

Анализ программ, учебной литературы (Dixon, 2010; Алламбергенов, 2019; Тургунбаев & Алламбергенов 2011) показывает, что большинство учебных элементов по теме повторяются. Но, как мы указали выше, тождественного повторения нет, контекст обучения другой. В курсе алгебры и теории чисел изучаются свойства множества комплексных чисел, повышается уровень абстракции. Количество понятий, связанных с комплексными числами увеличивается, комплексные числа рассматриваются как числовая система. То же самое можно наблюдать и в ходе анализа тем, посвященных комплексным числам, курса математического анализа.

Исходя из анализа результатов проведенного эксперимента и анализа учебников, учебных пособий, посвященных изучению комплексных чисел мы предложили следующие уровни усвоения учебных элементов (α) и ступеней абстракции, характеризующих язык изложения учебной информации (таблица 2).

Таблица 2.

Уровни усвоения учебных элементов и ступени абстракции изложения темы “Комплексные числа”

№	Учебные элементы	Общеобразовательная школа				Бакалавриат (направление методика преподавания математики)			
		α_n	α_k	β_n	β_k	α_n	α_k	β_n	β_k
1	Комплексное число в алгебраической форме	0	1	0	1	1	3	1	4
2	Равные комплексные числа	0	2	0	1	2	3	1	4
3	Сопряженные комплексные числа	0	2	0	1	2	3	1	4
4	Действия над комплексными числами	0	1	0	1	1	3	1	4
5	Противоположные комплексные числа	0	2	0	1	2	3	1	4
6	Взаимно обратные комплексные числа	0	2	0	1	2	3	1	4
7	Изображение комплексных чисел на плоскости	0	1	0	1	1	3	1	4

№	Учебные элементы	Общеобразовательная школа				Бакалавриат (направление методика преподавания математики)			
		α_n	α_k	β_n	β_k	α_n	α_k	β_n	β_k
8	Действительная ось, мнимая ось	0	1	0	1	1	3	1	3
9	Изображения комплексного числа в виде вектора	0	1	0	1	1	2	1	3
10	Правило параллелограмма сложения комплексных чисел	0	1	0	1	1	2	1	3
11	Тригонометрическая форма комплексного числа	0	1	0	1	1	2	1	3
12	Комплексные числа в экспоненциальном виде	0	1	0	1	1	2	1	2
13	Модуль комплексного числа	0	1	0	1	1	2	1	4
14	Аргумент комплексного числа	0	1	0	1	1	2	1	2
15	Переход от тригонометрического вида к алгебраическому	0	1	0	1	1	3	1	2
16	Умножение и деление комплексных чисел, заданных в тригонометрической форме	0	1	0	1	1	3	1	3
17	Формула Муавра	0	1	0	1	1	3	1	3
18	Квадратные корни из комплексных чисел	0	1	0	1	1	3	1	3

ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Результаты исследования, в частности приведенные выше таблицы, обсуждались на семинаре кафедры математики и были одобрены преподавателями дисциплин «Математический анализ» и «Алгебра и теория чисел».

Эти результаты могут быть использованы школьными учителями для формирования и развития компетенций учащихся по теме комплексных чисел, а также преподавателями математики в высших учебных заведениях при выборе методов обучения, касающихся данной тематики.

В педагогическом вузе при изучении комплексных чисел также необходимо установление преемственных связей между курсами «Математический анализ» (теория аналитических функций) и «Алгебра и теория чисел». Важно ознакомить студентов (будущих учителей математики) с приложениями комплексных чисел к решению задач тригонометрии, планиметрии в кружковых занятиях или в рамках курсов по выбору, при написании курсовых и выпускных работ. Кроме этого, в курсе геометрии студентам можно рекомендовать комплексную интерпретацию геометрии Лобачевского, в курсе математического анализа подробно изучить дробно-линейные функции во взаимосвязи с отображениями на плоскости. В результате у студентов обогащаются знания и умения по теме «Комплексные числа», студенты получают возможность в будущем организовать внеурочную деятельность учащихся школы по данной теме.

Список использованных источников

1. Dixon M.R., Kurdaschenko L.A., Subbotin I. Ya. *Algebra and Number theory. An Integrated Approach*. New Jersey, 2010. 523 p.
2. Turgunbaev R.M. About some approaches of realization of succession in training elements of the mathematical analysis in the system college – pedagogical university. *European Applied Sciences*, 2012. №1. P. 202-209.
3. Алламбергенов И.Х. Методика обеспечения преемственности при обучении основам математического анализа в системе академический лицей-университет: Автореф. дисс. PhD/ Нукус, 2019. 50 с.
4. Антонова И.В. Реализация принципа преемственности обучения математике в средней и высшей школах: Дис. ... канд. пед. наук. / М., 2005. 197 с.
5. Беспалько В.П. *Слагаемые педагогической технологии*. Москва: Педагогика, 1989. 192 с.
6. Государственный образовательный стандарт и учебная программа среднего образования. Физика, математика, информатика, биология, география, химия. Ташкент, 2017. 142 с. (на узб.)
7. Куликов Л.Я. *Алгебра и теория чисел*. М.: Высшая школа, 1979. 558 с.
8. Математика 10-класс (2-часть) / Мирзахмедов М.А. и др. Ташкент: O'qituvchi, 2017. 144 с.
9. Мордкович А.Г. Методические проблемы изучения элементов математического анализа в общеобразовательной школе. *Математика в школе*. М., 2002. № 9. С. 2-12.
10. Назаров Р.Н., Ташпулатов Б.Т., Дусумбетов А.Д. *Алгебра и теория чисел*, I часть. Ташкент: O'qituvchi, 1993. (на узб.)
11. Сирождидинов С., Максудов Ш., Салохиддинов М. *Теория функции комплексного переменного*. Т.: Укитувчи, 1978. 367 с. (на узб.)
12. Тургунбаев Р.М., Алламбергенов И.Х. Об обеспечении преемственности в обучении математике в академических лицеях и университетах. *Вестник КГУ имени Бердаха*. Нукус, 2011. №3-4. С. 42-44 (на узб.)
13. Тургунбаев Р.М., Алламбергенов И.Х. О преемственности в обучении элементам математического анализа (на примере академического лицея-университета). *Science and Education New Dimension*, 2013. V.5. P. 29-35.
14. Учебная программа дисциплины Математический анализ. Ташкент, 2018. 22 с. (на узб.)
15. Учебная программа дисциплины Алгебра и теория чисел. Ташкент, 2018. 24 с. (на узб.)

References

1. Dixon M.R., Kurdaschenko L.A., Subbotin I. Ya. (2010) *Algebra and Number theory. An Integrated Approach*. New Jersey. 523 p.

2. Turgunbaev, R.M. (2012) About some approaches of implementation of succession in training elements of the mathematical analysis in the system college – pedagogical university. European Applied Sciences, No. 1. P. 202-209.
3. Allambergenov, I. Kh. (2019) The methodology for ensuring continuity in teaching the basics of mathematical analysis in the academic lyceum-university system. Abstract. Diss. PhD. Nukus. 50 p.
4. Antonova, I.V. (2005) Implementation of the principle of continuity of teaching mathematics in secondary and higher schools: Dis. ... cand. ped sciences. M. 197 p.
5. Bepalko V.P. (1989) Components of educational technology. Moscow: Pedagogy, 192 p.
6. State educational standard and curriculum of secondary education. Physics, mathematics, computer science, biology, geography, chemistry. T., 2017. 142 p. [in Uzbek]
7. Kulikov, L.Ya. Algebra and number theory. M. High School. 1979. 558 p.
8. Mathematics 10-grade (2-part). Mirzakhmedov M.A. et al.T., Ukituvchi. 2017. 144 p.
9. Mordkovich, A.G. (2002) Methodological problems of studying the elements of mathematical analysis in a comprehensive school, 2002. No. 9. P. 2-12.
10. Nazarov, R.N., Tashpulatov, B.T., Dusumbetov, A.D. (1993) Algebra and number theory. Tashkent., I - part [in Uzbek]
11. Sirozhiddinov, S., Maksudov, Sh., Salokhiddinov, M. (1978) Theory of the function of a complex variable. T.: Ukituvchi. 367 p. [in Uzbek]
12. Turgunbaev, R.M., Allambergenov, I.Kh. (2011) On ensuring continuity in the teaching of mathematics at academic lyceums and universities. Bulletin of KSU named after Berdakh. Nukus No. 3-4. P. 42-44 [in Uzbek]
13. Turgunbaev, R.M., Allambergenov, I.Kh.(2013) On continuity in teaching elements of mathematical analysis (for example, academic lyceum-university). Science and Educationa New Dimension. Vol. 5.
14. Curriculum discipline Mathematical analysis. T.: 2018. P. 22 [in Uzbek]
15. The curriculum of the discipline Algebra and number theory. T.: 2018. P. 24 [in Uzbek]

THE CONTINUITY OF THE STUDY ON THE TOPIC "COMPLEX NUMBERS" IN SECONDARY SCHOOLS AND IN PEDAGOGICAL UNIVERSITIES OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Tolkinjon Yunusalievich Bakirov

Fergana state university, Uzbekistan

Abstract.

Brief descriptions of the problem. In connection with the reforms carried out in the field of education in the Republic of Uzbekistan, the content of secondary education, in particular mathematical education is changing. This article discusses the question of studying succession of the topic "Complex numbers" at school and pedagogical university, and changes in the content of secondary education, in particular mathematical education. In the curriculum of school mathematics of the Republic of Uzbekistan, such new sections as combinatorics, elements of mathematical logic, complex numbers, elements of probability theories, elements of mathematical statistics, and financial mathematics were introduced. As a result, some topics or their content, the particular topic "Complex numbers", are repeated in the course of university mathematics. It is necessary to develop a methodology for studying newly introduced sections of mathematics, especially some recurring topics, to indicate the levels of assimilation of repetitive concepts by pupils of school and students of university.

Materials and methods. During the study, various research methods were applied, namely, the study and analysis of scientific and pedagogical, methodological, mathematical literature and school textbooks in subject of mathematics; analysis of the continual relationships of the section "Complex numbers"; a pedagogical experiment, in which 89(eighty nine) first-year students of Fergana State University were participated, was hold to test the residual knowledge of students on the topic "Complex numbers"; research materials were discussed.

Results. In the course of the study, the levels of understanding of educational elements and levels of abstraction characterizing the language of presentation of educational information on the topic "Complex numbers" were proposed.

Conclusion. The results obtained can be used by schoolteachers to develop the knowledge and competence of students on the topic of complex numbers, as well as by mathematics teachers in higher educational institutions when choosing a methodology for teaching complex numbers.

Keywords: succession, complex numbers, algebra and number theory, mathematical analysis, theory of analytical functions, level of assimilation, degree of abstraction.



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



Гайда В.Я. Організація педагогічного експерименту з упровадження методичної системи формування самоосвітньої компетентності учнів основної школи на засадах сталого розвитку. Фізико-математична освіта, 2021. Випуск 5(31). С. 23-27.

Gaida V. Organization of pedagogical experiment on implementation of methodological system of formation of self-educational competence of competence. Physical and Mathematical Education, 2021. Issue 5(31). P. 23-27.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-031-5-004
 УДК 373.51

В.Я. Гайда

Центральноукраїнський державний педагогічний університет
 імені Володимира Винниченка, Україна
 gaidavasil@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3077-2311>

ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З УПРОВАДЖЕННЯ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ САМООСВІТНЬОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ НА ЗАСАДАХ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. У статті висвітлені результати здійсненого педагогічного експерименту з упровадження розробленої методичної системи формування самоосвітньої компетентності учнів основної школи в процесі вивчення фізики на засадах сталого розвитку. При дотриманні принципів системного підходу до аналізу й організації освітнього процесу формування самоосвітньої компетентності учнів основної школи в освітньому процесі з фізики, повноцінному дотриманні педагогічних умов його реалізації та забезпеченні комплексом ефективних форм, методів, засобів та технологій в освітньому процесі, передбачаємо сформованість високого рівня самоосвітньої компетентності учнів ЗЗСО.

Матеріали і методи. Під час реалізації педагогічного експерименту послуговувалися теоретичними (аналіз науково-методичної літератури з питань формування самоосвітньої компетентності учнів), емпіричними (спостереження, анкетування, тестування), а також статистичними методами опрацюванню результатів дослідження (критерій Пірсона та Стюдента). Проведено педагогічний експеримент (констатувальний, пошуковий, формувальний та підсумковий етапи) до якого було залучено 1227 учнів із 24 закладів освіти Тернопільської (18), Волинської (3) та Кіровоградської (3) областей.

Результати. Результати педагогічного експерименту підтвердили статистичну достовірність впливу запропонованої методичної системи на якісні показники самоосвітніх умінь та позитивні зрушення у засвоєнні учнями навчального матеріалу з фізики.

Висновки. Впровадження розробленої методичної системи сприяє: підвищенню мотивації учнів до самоосвіти, зацікавленості до вивчення фізики, розвитку критичного мислення, удосконаленню вмінь учнів використовувати хмарні сервіси для виконання особистісних і соціально значущих завдань та навчальних проєктів, розвитку вмінь використовувати у процесі вивчення фізики прикладне програмне забезпечення, виробленню навичок самостійності, роботи в групі, навчальної комунікації тощо.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: самоосвітня компетентність, навчання фізики, педагогічний експеримент, сталий розвиток, учні основної школи, формування самоосвітньої компетентності учнів основної школи.

ВСТУП

Постановка проблеми. Інформаційне суспільство потребує молоді, здатної до саморозвитку та самонавчання в умовах загострення глобальної екологічної кризи, інертності освіти та переходу на засади сталого розвитку, що є найперспективнішою ідеологією третього тисячоліття і поєднує три важливі елементи суспільного розвитку: екологічний, економічний та соціальний. Освіта повинна нести випереджувальний характер, відповідати основним тенденціям розвитку суспільства, допомагати молоді швидко адаптовуватися до умов цифрового суспільства. Тому постає проблема формування самоосвітньої компетентності як здатності навчатися впродовж життя в умовах закладів освіти загалом, а також у процесі навчання фізики, зокрема.

© В.Я. Гайда, 2021.

Актуальність дослідження. Проблему вдосконалення методики навчання фізики досліджували: П.С. Атаманчук, О.І. Бугайов, С.П. Величко, С.У. Гончаренко, Є.В. Коршак, Н.В. Подопрігора, М.І. Садовий, В.П. Сергієнко, О.М. Трифонова та ін. Враховуючи тривале вивчення проблеми дослідження (Гайда, 2019; Гайда, 2020) та на основі вивчення досвіду роботи учителів фізики Тернопільської області, ми дійшли до висновку, що проблема формування самоосвітньої компетентності учнів основної школи на засадах сталого розвитку потребує детального вивчення, розробки відповідного методичного супроводу та проведення педагогічного експерименту з перевірки ефективності такої методичної системи.

Мета статті полягає у висвітленні особливостей організації, проведення та аналізу результатів педагогічного експерименту щодо впровадження методичної системи формування самоосвітньої компетентності учнів основної школи в освітньому процесі з фізики на засадах сталого розвитку.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення поставленої мети були використані теоретичні та емпіричні методи дослідження: аналіз психолого-педагогічної та науково-методичної літератури. Також були використані методи: спостереження за освітнім процесом; анкетування – для виявлення проблем у вивченні; тестування – на етапі діагностики знань учнів перед початком впровадження нововведень та на етапі визначення педагогічної ефективності; експеримент – з метою перевірки ефективності запровадженої методичної системи формування самоосвітньої компетентності учнів основної школи; статистичні методи – для опрацювання результатів дослідження.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За результатами науково-методичних розвідок поняття самоосвітня компетентність учня закладів загальної середньої освіти тлумачиться нами як інтегрована якість особистості, що визначається чіткими мотивами діяльності, зацікавленості в якісній самостійній діяльності, прагненням до самовдосконалення, певним чином організованими і систематизованими знаннями, самоосвітніми вміннями та рефлексивними навичками, спрямованістю на здобуття освіти впродовж життя, що дозволять успішно вирішувати питання самореалізації та саморозвитку. У структурі самоосвітньої компетентності виокремлено мотиваційно-ціннісний, когнітивний, організаційно-діяльнісний та рефлексивно-аналітичний компоненти. Методика формування самоосвітньої компетентності учнів основної школи в освітньому процесі з фізики на засадах сталого розвитку базувалась на тлумаченні та дотриманні педагогічних умов. Педагогічними умовами формування самоосвітньої компетентності учнів основної школи в освітньому процесі з фізики на засадах сталого розвитку визначені: готовність вчителів до організації та реалізації процесу формування самоосвітньої компетентності учнів основної школи у процесі вивчення фізики на засадах сталого розвитку; здатність вчителів до формування мотиваційно-ціннісного ставлення учнів до самоосвітньої діяльності; наявність матеріально-технічного забезпечення кабінетів фізики; моніторинг рівня самоосвітніх умінь учнів.

Для комплексного вивчення педагогічного явища та перевірки ефективності методичної системи формування самоосвітньої компетентності учнів основної школи в освітньому процесі вивчення фізики на засадах сталого розвитку, ми опиралися на праці С.У. Гончаренка (Гончаренко, 2008) та Ю.К. Бабанського (Бабанский, 1985), у яких висвітлено основні вимоги до проведення педагогічного дослідження.

Педагогічний експеримент проводився впродовж 2018 – 2021 років.

На констатувальному етапі дослідження (2018 – 2019) вивчалися теоретичні засади та практичні напрацювання щодо проблеми формування самоосвітньої компетентності учнів основної школи під час вивчення фізики на засадах сталого розвитку (нормативні документи, які регламентують організацію освітнього процесу з фізики, з метою виявлення потенційної можливості формування самоосвітньої компетентності учнів основної школи на засадах сталого розвитку; навчально-методичне забезпечення викладання фізики в основній школі; поняттєвий апарат дослідження; стан сформованості самоосвітньої компетентності учнів основної школи та готовність учителів здійснювати формування самоосвітньої компетентності учнів на засадах сталого розвитку).

В ході дослідження було з'ясовано, що проблема формування самоосвітньої компетентності учнів основної школи в освітньому процесі на засадах сталого розвитку в цілому не розв'язана (Гайда, 2020), тому запропоновано кроки щодо вирішення цієї проблеми. При цьому особливу увагу приділено соціокультурним, природним та педагогічним чинникам, які сприяли / гальмували цей процес, впливаючи на мотивацію, ціннісні орієнтації учнів тощо.

В ході формувального етапу дослідження (2019 – 2020) схарактеризовано методику формування самоосвітньої компетентності учнів основної школи в освітньому процесі на засадах сталого розвитку та обґрунтовано педагогічні умови ефективності її впровадження в освітній процес. Запровадження в освітній процес ідей сталого розвитку полягало в: інтегуванні ідей сталого розвитку у зміст навчального матеріалу; поширенні позитивного досвіду в освіті, що сприятиме змінам у поведінці на користь сталості; сприянні розуміння сутності глобальних, національних і місцевих екологічних проблем з акцентом на їх соціально-економічні наслідки; впровадження нових підходів у навчанні, заохочування самоосвіти. Формування самоосвітньої компетентності учнів передбачало виконання вправ та задач, проведення дослідів та здійснення спостережень, реалізацію дослідницьких навчальних проєктів, ситуаційних вправ.

На підсумковому етапі педагогічного експерименту (2020 – 2021) здійснено перевірку ефективності методичної системи формування самоосвітньої компетентності учнів основної школи на засадах сталого розвитку через проведення педагогічного експерименту. Були сформовані контрольні та експериментальні класи; здійснено методичну підготовку учителів фізики до впровадження розробленої методичної системи в освітній процес; залучення до роботи творчої групи вчителів фізики з проблеми «Методичний супровід та діагностика якості сформованості самоосвітньої компетентності учнів закладів загальної середньої освіти»; організовувалися он-лайн лекції, тренінги, консультації з питань впровадження методичної системи; проведено контрольний зріз; проаналізовані якісні результати Учителі, які брали участь в експерименті, забезпечувалися відповідними дидактичними матеріалами (https://ternofizik.blogspot.com/p/blog-page_12.html).

У рамках дослідження відстежувалася динаміка процесу набуття учнями основної школи самоосвітніх знань та умінь, зокрема: цілеспрямованість, потреба в самовдосконаленні, ціннісні орієнтації, уміння планувати пізнавальну діяльність, інтелектуальні уміння, здатність орієнтуватися в інформаційних потоках, навички самоконтролю самоосвітньої діяльності, рефлексія, самостійність, комунікативні якості тощо.

На констатувальному етапі експерименту були залучені 801 учень 7 класу, 802 учні 8 класу, 852 учні 9 класу та 28 учителів фізики, які викладають в обраних для експерименту класах. Обсяг вибірки був достатнім, оскільки в основі добору вибірок лежала методика П. М. Воловика (Воловик, 1969), згідно з якою мінімальна кількість учасників експерименту вираховувалася за формулою:

$$n = \frac{t^2 pq}{\varepsilon^2}$$

де n – обсяг вибірки, t – коефіцієнт Стюдента, p і q – ймовірність правильних і неправильних відповідей, ε – гранично допустима похибка, яка забезпечує рівень достовірності $P = 0,95$. Тоді за таблицями критичне значення коефіцієнта $t = 1,96$. За таких умов $p = q = 0,5$ і n буде становити 384 респонденти (Воловик, 1969).

З метою виявлення рівня сформованості компонентів самоосвітньої компетентності учнів основної школи при вивченні фізики в рамках констатувального експерименту було проведено низку контрольних робіт, опитування, анкетування із застосуванням засобів дистанційного зв'язку (<https://ternofizik.blogspot.com/>).

Виявлено, що: 43 % учнів зазвичай на уроках фізики працюють з великим напруженням, 44 % опитаних не бачать сенсу в більшості завдань і вправ, які виконують в школі на уроках фізики, а 46 % вважають, що в наш час не обов'язково добре знати фізику, 79 % школярів стверджують, що є багато предметів, які цікавіше вивчати, ніж фізику, а 53 % школярів дуже важко змусити себе вивчати фізику. На нашу думку це пов'язано із методами організації освітнього процесу учителями, які в основному використовують розв'язування задач, розповідь та бесіду, а школярі очікують побачити дивовижні та захоплюючі експерименти, активно досліджувати явища та виконувати завдання, пов'язані із довкіллям. Тому 25 % учнів стверджують, що якби випала можливість, то вони навчалися б в іншій школі. Про те 62 % учнів вважають, що людина повинна доводити свої вміння та навички до досконалості, 70 % переконані, що самовиховання та самоосвіта повинні бути обов'язковими, якщо людина хоче досягти досконалості в чомусь, 67 % прагнуть до найвищих результатів, виступаючи в будь-яких конкурсах чи змаганнях, 54 % учнів стверджують, що якщо вони налаштовані до навчання, то роблять це краще, ніж інші, 65 % вважають, щоб себе реалізувати в житті, всі предмети потрібно вивчати однаково добре, 49 % думають, що люди, які добре знають фізику, у житті успішні та 35 % впевнені, що добре знання з фізики надасть їм моральне задоволення і матеріальний достаток в житті. Для 89 % учнів досягнення в навчанні не завжди однакові, а 40 % школярів не доводять до кінця багато справ, за які беруться, хоча 91 % стверджує, що якщо їм доводиться виконувати певне завдання, то намагаються робити це якомога краще.

Якість оволодіння певними навичками самоосвітньої діяльності (когнітивний та операційно-діяльнісний компоненти самоосвітньої компетентності) визначалися за допомогою коефіцієнта успішності засвоєння навички, як частки правильно виконаних суттєвих операцій певного рівня (Беспалько, 1989).

$$K_3 = \frac{1}{4N} \sum_{i=1}^4 n_i i$$

де K_3 – коефіцієнт успішності засвоєння навички класом, N – загальна кількість учнів, n_i – кількість учнів, що засвоїли навичку на рівні i , (тут $i=1$ – початковий рівень, $i=2$ – середній, $i=3$ – достатній, $i=4$ – високий рівень).

Ми отримали наступні результати для коефіцієнта успішності засвоєння самоосвітніх умінь учнями 7-9 класів: здатність розкривати суть фізичних термінів на основі узагальнених планів становить близько 60 %; працювати із текстом – 55 %; працювати з опорними конспектами – 52 %; виокремлювати структурно-логічні частини тексту – 53 %; виокремлювати спільні – 54 %; розрізняти певні об'єкти – 48 %; групувати та класифікувати – 65 %; користуватися пошуковими системами – 55 %; аналізувати табличну інформацію – 53 %; читати графічну інформацію – 56 %; розуміти схеми електричних кіл – 52 %; встановлювати причинно-наслідкові зв'язки – 54 %.

Коефіцієнт успішності засвоєння вміння розв'язувати задачі за малюнком сформований на рівні 54 %; за графіком – 53 %; за таблицею – 50 %; задачі-оцінки – 49 %. Коефіцієнт успішності засвоєння вміння планувати дослідження, визначати найкращі умови для його проведення сформовано на рівні 58 %; обирати оптимальні умови спостережень – 55 %; конструювати – 58 %; аналізувати самоосвітню діяльність – 51 %; аналізувати результати здійсненого дослідження – 52 %.

Формуючи завдання, зорієнтовані на формування і розвиток самоосвітньої компетентності учнів основної школи у процесі вивчення фізики на засадах сталого розвитку, ми інтегрували у зміст уроку фізики та зміст пропонованих завдань інформації, що пов'язана з проблемами навколишнього середовища, здоров'я людини, розвитку суспільства та можливими шляхами їх покращення, які сприяли здатності усвідомлено будувати свою навчальну діяльність залежно від форми пропонованої інформації, здійснювати контроль і самоконтроль результатів власної діяльності.

З метою формування самоосвітніх умінь учнів нами були розроблені самостійно (Гайда, 2016) та запозичено із існуючої методичної та науково-популярної літератури різні типи навчальних завдань та інтерактивних вправ, орієнтованих на формування самоосвітньої компетентності учнів, зміст яких стосувався ідей сталого розвитку (https://ternofizik.blogspot.com/p/blog-page_10.html).

З метою виявлення формуального впливу розробленої методики організації освітнього процесу на засадах сталого розвитку на рівні сформованості самоосвітньої компетентності учнів наприкінці експериментального навчання ми здійснили контрольний етап педагогічного експерименту. Дослідження здійснювали за ідентичними методиками, що застосовували на констатувальному етапі педагогічного експерименту.

Письмові роботи складались з двох варіантів контрольних і двох варіантів самостійних робіт, які були визначені в ході констатуючого експерименту (https://ternofizik.blogspot.com/p/blog-page_82.html). Контрольні зрізи проводилися наприкінці семестру.

Узагальнюючи характерні відмінності у розподілах за рівнями сформованості мотиваційно-ціннісного, когнітивного, організаційно-діяльнісного та рефлексивно-аналітичного компонентів самоосвітньої компетентності учнів контрольних і експериментальних класів зазначимо, що в експериментальних класах по завершенню педагогічного експерименту засобами статистики доведено наявність позитивних змін у всіх компонентах самоосвітньої компетентності учнів основної школи (рис.1.). Варто відзначити, що в експериментальних класах суттєво зменшився відсоток учнів із початковим рівнем сформованості кожної із компонент самоосвітньої компетенції учнів, та зросла кількість учнів із високим рівнем сформованості цих компонент.

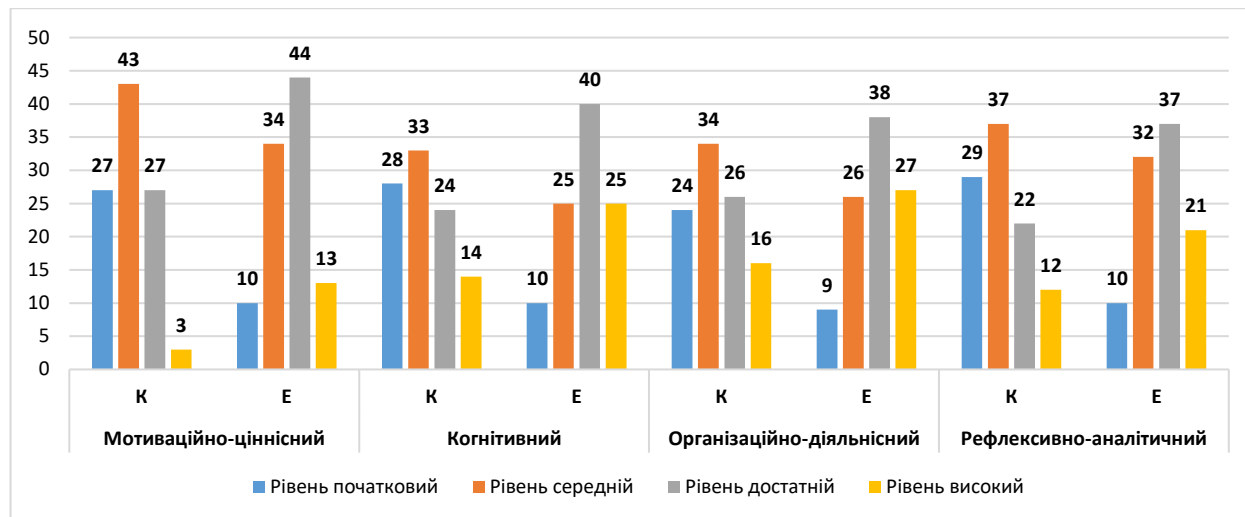


Рис 1. Розподіл за рівнями сформованості компонентів самоосвітньої компетентності учнів контрольних і експериментальних класів.

Спостережуване значення критерію $\chi^2_{\text{спост}}$ для обраних нами вибірок становить 66,17, що значно більше критичного значення $\chi^2_{\text{кр}}=7,81$. Здійснене порівняння вказує на суттєві відмінності між контрольними та експериментальними класами. Отримане значення критерію $Z_{\text{сп}}$ для вибірок становить 8,2, що значно більше критичного значення критерію за таблицею функції Лапласа ($Z_{\text{кр}}=1,96$). Отже кількісні та якісні показники контрольних та експериментальних класів суттєво відрізняються.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

У результаті проведеного педагогічного експерименту щодо формування самоосвітньої компетентності учнів основної школи в освітньому процесі вивчення фізики на засадах сталого розвитку встановлено: підвищення мотивації учнів до самоосвіти та ріст зацікавленості до вивчення фізики; розвиток логічного мислення та уміння учнів використовувати хмарні сервіси для виконання особистісних і соціально значущих завдань та навчальних проєктів; сформованість навичок пошуку, отримання, опрацювання інформації для розв'язування навчальних та життєвих завдань; удосконалення уміння використовувати у процесі вивчення фізики прикладне програмне забезпечення; вироблення навичок самостійності, роботи в групі, навчальної комунікації тощо.

Отже, результати педагогічного експерименту дають підстави для висновку, що запропонована нами методична система формування самоосвітньої компетентності учнів основної у процесі вивчення фізики на засадах сталого розвитку є продуктивною та може рекомендуватися до впровадження у практику навчання фізики у закладах загальної середньої освіти. Перспективи подальших досліджень полягають в удосконаленні методики формування когнітивного та організаційно-діяльнісного компонентів самоосвітньої компетентностей учнів; забезпеченні наступності в реалізації компетентнісного підходу до навчання фізики в основній школі; розробці методики формування самоосвітньої компетентності учнів старшої школи в освітньому процесі з фізики; створенні матеріально-технічного забезпечення реалізації процесу формування самоосвітньої компетентності учнів закладів загальної середньої освіти на засадах сталого розвитку.

Список використаних джерел

1. Бабанский Ю. К. Избранные педагогические труды. М. : Педагогика, 1989. 560 с.
2. Беспалько В.П. Основы теории педагогических систем. Воронеж: Издательство Воронежского университета, 1977. 304 с.
3. Воловик П.М. Теорія імовірності і математична статистика в педагогіці. К.: Рад. Школа, 1969.
4. Гайда В.Я. Модель процесу формування самоосвітньої компетентності учнів основної школи на уроках фізики. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 3 (25). Частина 1. С. 38-43.
5. Гайда В.Я. Структура самоосвітньої компетентності учнів закладів загальної середньої освіти. *Інноваційна педагогіка*. Науковий журнал. Одеса: Причорноморський науково-дослідний інститут економіки та інновацій, 2019. Випуск 17. Том 2. С. 83-87.
6. Гайда В.Я. Фізика. Самостійні роботи. 7 клас. Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2016. 44 с.
7. Гончаренко С. У. Педагогічні дослідження: Методологічні поради молодим науковцям. Київ-Вінниця: ДОВ „Вінниця”, 2008. 278 с.

References

1. Babansky, Y. K. (1989). Selected pedagogical works. M.: Pedagogika. [in Russian]
2. Bepalko, V. P. (1989). Fundamentals of the theory of pedagogical systems. Voronezh: Voronezh University Press. [in Russian]
3. Volovik, P. M. (1989). Probability theory and mathematical statistics in pedagogy. K.: Rad. School. [in Ukrainian]
4. Gaida, V. Ya. (2020). Model of the process of formation of self-educational competence of primary school students in physics lessons. Physical and mathematical education. Issue 3 (25). Part 1. 38-43. [in Ukrainian]
5. Gaida, V. Ya. (2019). The structure of self-educational competence of students of general secondary education. Innovative pedagogy. Scientific journal. Odessa: Black Sea Research Institute of Economics and Innovation. Issue 17. Volume 2. 83-87. [in Ukrainian]
6. Gaida, V. Ya. (2016). Physics. Independent works. 7th grade. Kamyanets-Podilsky: FOP Sysyn OV. [in Ukrainian]
7. Goncharenko, S. V. (2008). Pedagogical research: Methodological advice to young scientists. Kyiv – Vinnytsia: DOV "Vinnytsia". [in Ukrainian]

ORGANIZATION OF PEDAGOGICAL EXPERIMENT ON IMPLEMENTATION OF METHODOLOGICAL SYSTEM OF FORMATION OF SELF-EDUCATIONAL COMPETENCE OF COMPETENCE

Vasil Gaida

Central Ukrainian State Pedagogical University named after Volodymyr Vynnychenko, Ukraine

Abstract.

Problem formulation. The article highlights the results of a pedagogical experiment on the implementation of the developed methodological system for the formation of self-educational competence of primary school students in the study of physics on the basis of sustainable development. In compliance with the principles of a systematic approach to the analysis and organization of the educational process of forming self-educational competence of primary school students in the educational process in physics, full compliance with pedagogical conditions of its implementation and providing a set of effective forms, methods, tools and technologies in the educational process, envisage the formation of a high level of self-educational competence of students of general secondary education institution.

Materials and methods. During the implementation of the pedagogical experiment we used theoretical (analysis of scientific and methodological literature on the formation of self-educational competence of students), empirical (observation, questionnaires, testing), as well as statistical methods of processing research results (Pearson and Student's test). A pedagogical experiment (ascertaining, searching, forming and final stages) was conducted, which involved 1227 students from 24 educational institutions of Ternopil (18), Volyn (3) and Kirovohrad (3) regions.

Results. The results of the pedagogical experiment confirmed the statistical significance of the influence of the proposed methodological system on the qualitative indicators of self-educational skills and positive changes in the assimilation of teaching material in physics by students.

Conclusions. The introduction of the developed methodological system contributes to: increasing students' motivation for self-education, interest in studying physics, developing critical thinking, improving students' ability to use cloud services to perform personal and socially significant tasks and educational projects, developing skills to use application software in physics, independence skills, group work, educational communication, etc.

Key words: teaching physics, pedagogical experiment, self-educational competence, sustainable development, primary school students, formation of self-educational competence of primary school students.



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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



Друшляк М.Г., Шамоня В.Г. Засоби формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики. Фізико-математична освіта, 2021. Випуск 5(31). С. 28-35.

Drushlyak M., Shamon V. Means of formation of visual and information culture of pre-service mathematics and computer science teachers. Physical and Mathematical Education, 2021. Issue 5(31). P. 28-35.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-031-5-005

УДК 378.14: 371.214.46

М.Г. Друшляк

Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Україна

marydru@fizmatsspu.sumy.ua

<https://orcid.org/0000-0002-9648-2248>

В.Г. Шамоня

Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Україна

shamonawg@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-3201-4090>

ЗАСОБИ ФОРМУВАННЯ ВІЗУАЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Сучасний вчитель математики та інформатики повинен мати високий рівень сформованості візуально-інформаційної культури, тобто повинен мати ціннісні установки, прагнення до розвитку в галузі візуалізації та інформатизації освіти; володіти інформатико-математичні, психолого-педагогічні та технологічні знаннями; уміннями сприймати, аналізувати, порівнювати, зіставляти, інтерпретувати, продукувати з використанням інформаційних технологій, структурувати, інтегрувати, оцінювати поданий наочно навчальний матеріал. Це залежить, серед іншого, від методу пізнавальної теоретичної та практичної діяльності викладачів і студентів, який передбачає постановку мети, необхідну систему дій, відповідні засоби й одержаний результат – високий рівень сформованості візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики.

Матеріали і методи. Основою дослідження стали наукові розвідки вітчизняних і закордонних учених, які займаються вивченням питань підготовки майбутніх вчителів математики та інформатики. Для досягнення мети були використані методи теоретичного рівня наукового пізнання: аналіз наукової літератури, синтез, формалізація наукових джерел, опис, зіставлення, узагальнення власного досвіду.

Результати. З метою формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики використані нами засоби навчання можна умовно поділити на групи: друковані засоби (навчально-методична література, навчальні посібники, навчальні програми, системи задач для лабораторних робіт), комп'ютерні засоби (програмне забезпечення предметного спрямування, програми динамічної математики, хмаро орієнтовані сервіси, віртуальні лабораторії), інтерактивні засоби (візуалізовані завдання, інтерактивні аплети, когнітивно-візуальні моделі).

Висновки. За результатами впровадження розглянутих засобів у професійну підготовку у майбутніх учителів математики та інформатики спостерігалася підвищення рівнів сформованості візуально-інформаційної культури за всіма компонентами: професійно-мотиваційним, когнітивним, операційно-діяльним та рефлексивним.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: візуально-інформаційна культура, майбутні вчителі математики та інформатики, засіб навчання, візуалізоване завдання, інтерактивний аплет, електронний посібник, доповнена реальність, QR код.

ВСТУП

Постановка проблеми. Сучасний вчитель математики та інформатики повинен мати високий рівень сформованості візуально-інформаційної культури, тобто повинен мати ціннісні установки, прагнення до розвитку в галузі візуалізації та інформатизації освіти; володіти інформатико-математичні, психолого-педагогічні та технологічні знаннями; уміннями сприймати, аналізувати, порівнювати, зіставляти, інтерпретувати, продукувати з використанням інформаційних технологій, структурувати, інтегрувати, оцінювати поданий наочно навчальний матеріал. Це залежить, серед іншого, від методу пізнавальної теоретичної та практичної діяльності викладачів і студентів, який передбачає постановку мети,

необхідну систему дій, відповідні засоби й одержаний результат – високий рівень сформованості візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики. В даному дослідженні зосередимося саме на обґрунтуванні доцільності використання засобів формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти. Будемо дотримуватися широкого розуміння поняття «засіб навчання» і вважати засобами навчання вважати все те, що сприяє досягненню цілей освіти.

З метою формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики використані нами засоби навчання можна умовно поділити на групи: друковані засоби (навчально-методична література, навчальні посібники, навчальні програми, системи задач для лабораторних робіт), комп'ютерні засоби (програмне забезпечення предметного спрямування, програми динамічної математики, хмаро орієнтовані сервіси, віртуальні лабораторії), інтерактивні засоби (візуалізовані завдання, інтерактивні аплети, когнітивно-візуальні моделі).

Мета статті. Обґрунтувати доцільність використання засобів формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Основою дослідження стали наукові розвідки вітчизняних і закордонних учених, які займаються вивченням питань підготовки майбутніх вчителів математики та інформатики. Для досягнення мети були використані методи теоретичного рівня наукового пізнання: аналіз наукової літератури, синтез, формалізація наукових джерел, опис, зіставлення, узагальнення власного досвіду.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Візуалізовані завдання. У навчальних планах підготовки учителів математики та інформатики особливе місце займають дисципліни фундаментальної предметної підготовки, оскільки саме вони забезпечують майбутніх учителів науковим, фундаментом, базисом для побудови інформаційної наукової картини світу і необхідним професійним інструментарієм, розрахованим на тривале його застосування в мінливих умовах життя.

Для формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики при викладанні професійних дисциплін важливо використовувати не лише візуальну підтримку теоретичного матеріалу, а й візуалізовані завдання із дотриманням принципів науковості та доступності. О. Князева дає визначення *візуалізованій задачі* як задачі, «в якій образ явно чи неявно задіяний в умові, відповіді, задає метод розв'язання задачі, створює опору кожному етапу розв'язування задачі або явно чи неявно супроводжує на певних етапах її розв'язування» (Князева, 2003).

Використання візуалізованих завдань в процесі фахової підготовки майбутніх учителів математики та інформатики дозволяє швидко засвоювати певні фрагменти теорії, формулювати і розповсюджувати узагальнений алгоритм практичних дій, акцентувати увагу на вузлових моментах процесу розв'язування задачі. Візуалізовані завдання дозволяють надавати інформацію про навчальні досягнення, певні особливості розумової діяльності учнів і тим самим слугують інструментарієм для діагностики навчальних і особистісно значущих якостей.

Візуалізовані завдання є інструментом реалізації когнітивно-візуального підходу до навчання і є засобом формування навичок візуального пошуку. Візуальний пошук – це процес породження нових образів, нових візуальних форм, що несуть конкретне візуально-логічне навантаження і роблять видимим значення шуканого об'єкта або його властивості. Вихідною позицією такого процесу є запас готових, відомих студенту візуальних образів, структура і елементи інформації, візуально доступні для спостереження зв'язку між ними. При розв'язуванні математичних задач образ може використовуватися або явно, або неявно, але і в тому, і в іншому випадку це призводить до пошуку шляхів розв'язування завдання (Далингер, 2006).

Нами розроблено авторські приклади візуалізованих завдань з фахових дисциплін (математичний аналіз, аналітична геометрія, дискретна математика, проєктивна геометрія, теорія ймовірностей, математична статистика, методика навчання математики) підготовки майбутніх учителів математики та інформатики у вигляді динамічних когнітивно-візуальних моделей на базі програм динамічної математики (Друшляк, 2020).

Поширення інформаційних технологій на усі галузі функціонування суспільства зумовили появу комп'ютерних засобів підтримки освітнього процесу, яка виявилася не лише у використанні пакету офісних програм (тексти, презентації тощо), а й у залученні спеціалізованого програмного забезпечення предметного спрямування, а також створенні програм комп'ютерного контролю знань. Останні, як правило, зорієнтовані на тестування як метод діагностики навчальних досягнень, що передбачає у своїй більшості закриті форми відповіді (одна з багатьох, декілька з багатьох, встановлення відповідності, упорядкування тощо), але не завжди може охарактеризувати реальний стан засвоєння навчального матеріалу. Особливо це стосується математики як галузі знань, для якої часто більш важливими є логіка міркувань, їх обґрунтованість і лаконічність, а не одержання відповіді.

З цих позицій тестування як форма контролю математичних знань не завжди є ефективною, а тому затребуваними стають комп'ютерні засоби, які з одного боку спрощують для вчителя/викладача процес контролю, а з іншого, – відслідковують правильність розв'язування поставлених задач. Запит освітян на автоматизацію контролю математичних знань зумовив розвиток програм динамічної математики у бік розширення їх методичного інструментарію. Останні версії окремих ПДМ поповнилися додатковими комп'ютерними інструментами, використання яких не зводиться до простого тестування і водночас може забезпечити спрощення організації контролю навчальних досягнень саме у галузі математики.

Проведений нами аналіз комп'ютерного інструментарію ПДМ *Математический конструктор, GeoGebra* дозволив визначити шляхи автоматизації контролю математичних знань, серед яких: безпосередня перевірка цілісності конструкції; покрокова демонстрація розв'язання; використання спеціальних інструментів контролю (інструмент *Проверит ответ* для автоматичної перевірки відповіді через реалізований заздалегідь алгоритм розв'язання, *Поле ввода ответа* для запитань з відкритою формою відповіді, *Чекбокс* для запитань із закритою формою відповіді (з однією

чи кількома правильними відповідями). Більш детально шляхи автоматизації контролю математичних знань на базі ПДМ описано нами у (Drushlyak, Semenikhina & Proshkin, 2019).

Візуалізовані завдання використовувалися нами у рамках вивчення дисциплін математичного циклу («Математичний аналіз», «Аналітична геометрія», «Проективна геометрія і методи зображень», «Дискретна математика») як на рівні «підміни», коли відбувається пряма заміна традиційного інструменту без будь-яких функціональних змін, так і на рівні «покращення», коли використовуються більш широкі можливості програм динамічної математики, наприклад, під час проведення лекцій-демонстрацій, використання візуалізованих завдань, автоматизованого контролю знань на практичних заняттях, виконання індивідуальних робіт, у рамках вивчення спецкурсів («Застосування комп'ютера при вивченні математики», «Комп'ютерна математика», «Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання математики та інформатики», «Шкільний курс алгебри з комп'ютерною підтримкою», «Шкільний курс геометрії з комп'ютерною підтримкою», «Комп'ютерне моделювання в освіті», «Інформаційні технології в роботі вчителя математики і інформатики»), коли візуалізовані завдання виступали як об'єкт навчання, тобто детально відпрацьовувалися уміння їх створення, та у рамках вивчення професійно-спрямованих дисциплін («Застосування комп'ютера при вивченні математики», «Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання математики та інформатики», «Шкільний курс алгебри з комп'ютерною підтримкою», «Шкільний курс геометрії з комп'ютерною підтримкою», «Інформаційні технології в роботі вчителя математики і інформатики»), коли візуалізовані завдання виступали у ролі засобу навчання в організації освітнього процесу.

За результатами впровадження візуалізованих завдань майбутні вчителі математики та інформатики проявляли позитивне ставлення до впровадження візуалізованих завдань з різною дидактичною метою у освітній процес; були ознайомлені з можливостями використання засобів комп'ютерної візуалізації при вивченні фундаментальних математичних дисциплін; демонстрували наявність знань про можливості використання засобів комп'ютерної візуалізації, їх функціональність при візуалізації розв'язання математичних задач; про можливості використання комп'ютерного контролю знань; демонстрували конструктивну активність при мисленнєвій трансформації заданого матеріалу, актуалізації мисленнєвих візуальних образів та видозміні образів; стратегіально-семантичну гнучкість при встановленні властивостей математичних об'єктів, знаходженні їх числових характеристик та інтерпретації отриманих результатів; демонструвати вміння раціонального вибору засобів комп'ютерної візуалізації для розв'язування математичних задач з урахування наявного в них комп'ютерного інструментарію; навички використання та створення когнітивно-візуальних моделей для автоматизованого контролю знань учнів; навички усвідомленої інтерпретації отриманого результату під час розв'язування математичних задач засобами комп'ютерної візуалізації; навички сприймання, аналізу, інтерпретації, порівняння, співставлення, інтегрування та оцінки навчального матеріалу, поданого візуально; демонстрували вміння раціонально використовувати візуалізовані завдання при розробці уроків, поєднуючи традиційні системи навчання та зазначені цифрові технології; критичне ставлення до обраних засобів комп'ютерної візуалізації та до того, з якою дидактичною метою вони були використані, проявляли потребу у оновленні і поповненні власних знань, умінь та навичок у галузі математичних дисциплін.

Інтерактивні аплети. Термін «апет» по різному трактується дослідниками. Так, Д. Клеменс (Clenents & McMillen, 1996) описує «аплет» (англ. applet від application – додаток і -let – зменшувальний суфікс) як комп'ютерні програми, використання яких дає можливість маніпулювати репрезентацією конкретного об'єкта. Термін «апет» також трактується як несамоістний компонент програмного забезпечення, який може працювати в рамках іншої програми і який призначений для однієї вузької задачі. Прикладами аплетів є Java-додатки і Flash-фільми.

Проведений нами аналіз джерел по створенню аплетів як засобів комп'ютерної візуалізації виявив два шляхи: можливість безпосереднього написання коду самого аплету на мові Java, що не завжди підходить рядовому учителю математики; можливість використання існуючих програмних засобів з послугою створення аплету.

Пропонуємо авторські інтерактивні аплети, розташовані на нашій сторінці спільноти *GeoGebra* https://www.geogebra.org/u/marydru_pro що детально нами описано у (Семеніхіна, Друшляк & Безуглий, 2016b).

Зауважимо, що інтерактивний аплет має конструюватися таким чином, щоб навігація і принципи роботи інструментів були інтуїтивно зрозумілі студентам, що є саме по собі непростим завданням. Якщо аплет має складну систему управління і неочевидні функції інструментів, то вся увага суб'єктів навчання буде зосереджена на технічних деталях, а не на самій математичній проблемі. Тому конструктивно складні аплети за замовчуванням представляють мінімальний набір опцій і кнопок, достатній для початкового знайомства з інтерфейсом і для розуміння певних математичних ідей. Всі інші можливості аплету пред'являються поступово в ході практичної роботи з ним.

Виділимо дидактично значущі характеристики аплетів, які призначені для навчання математики: наявність динамічного зв'язування математичних об'єктів; можливість подання навчальної інформації з супроводжуваною її анімацією в покроковому режимі; маніпулювання об'єктами за допомогою миші; візуалізація процесу розв'язування, що сприяє побудові адекватних відповідним поняттям уявних образів. Наявність цих характеристик є необхідною умовою для розробки та успішного використання в навчальному процесі інтерактивних аплетів.

Дидактичний аналіз проблеми, для розв'язання якої створюється аплет – візуалізація, є важливим фактором, який визначає ефективність його використання. Сам аплет має бути орієнтований на цілісне сприймання істотних характеристик математичного поняття. Також варто звертати увагу на конструювання спеціальних допоміжних віртуальних елементів, на основі яких можна такі зв'язки виявити, а також на розробку нетривіальних дидактичних завдань, які дозволяють учню вивчати математичне поняття в умовах проведення самостійного експерименту.

З розвитком інформаційних технологій та їх активним впровадженням в освітню сферу змінилися підходи до сприймання підручника як основного засобу подання навчального матеріалу. Разом з друкованими виданнями активно стали використовуватися електронні, які за час свого розвитку пройшли етапи від простого текстового документа до структурованої системи, що включає в себе різні способи подачі навчального матеріалу (текст, аудіо, відео, графіка, анімація, аплети).

Основною рисою сучасного **електронного посібника** (ЕП) повинна бути інтерактивність, яка дозволяє суттєво змінити способи управління навчальною діяльністю студентів, залучити їх до активної роботи, спрямувати на самостійне оволодіння знаннями.

Нами було створено ЕП на підтримку вивчення спецкурсу «Застосування комп'ютера при вивченні математики», який викладається для студентів 4 року навчання спеціальності 014.04 «Середня освіта (Математика)». У нашому дослідженні інтерактивні аплети виступали як у ролі об'єктів вивчення, так і засобів навчання у структурі електронного посібника (рис. 1). Створений посібник має зручний, простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс (рис. 2). Він побудований за модульним принципом і вміщує у собі текстову частину, графіку та інтерактивний блок, який містить динамічні аплети, створені на базі програми динамічної математики *GeoGebra*. Зміст матеріалу ЕП не дублює матеріал, поданий у друкованому виданні – він його доповнює. Так, кожен розділ містить по декілька лабораторних робіт, де передбачені теоретичний блок та практична частина. Теоретичний блок (де це можливо і доцільно) містить інтерактивні аплети із вказівками до організації експерименту.



Рис. 1. Структура ЕП

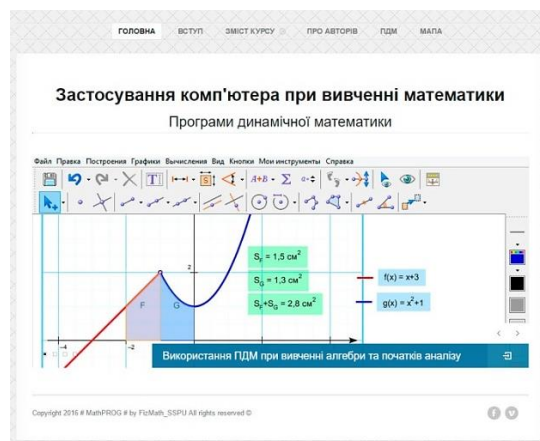


Рис. 2. Головна сторінка ЕП

Кожен розділ містить по декілька лабораторних робіт, в яких передбачені теоретичний блок та практична частина. Теоретичний блок (де це можливо і доцільно) містить аплети із вказівками, що забезпечує високий рівень інтерактивності. Практичні завдання кожної лабораторної роботи розроблені у кількості 6 варіантів. До того ж для виконання завдань із використанням тієї чи іншої програми динамічної математики ці програми можна завантажити на сторінці підручника «ЕПМ». Більш детально розроблений ЕП описано у (Семеніхіна, Друшляк & Безуглий, 2016а).

Як показує наш досвід, використання ЕП із вбудованими аплетами дозволяє вивести навчання на якісно новий рівень: організація безпосереднього експерименту у інтерактивному режимі для побудови гіпотез чи підтвердження певного факту сприяє більш ґрунтовному засвоєнню навчального матеріалу, підвищує зацікавленість у навчанні і демонструє шляхи використання ІТ у незвичному для традиційного подання матеріалу ключі.

За результатами впровадження запропонованої технології формуються: бажання та потреба у використанні хмарних сервісів предметного спрямування; уявлення про існування та можливості хмарних сервісів математичного спрямування щодо візуалізації навчального матеріалу, знання про інтерактивні аплети, створені на базі програм динамічної математики та їх дидактичний потенціал в освітньому процесі, розвивається візуальне мислення; вміння створення інтерактивних аплетів з різною навчальним призначенням, уміння впроваджувати власноруч створені інтерактивні аплету в освітній процес та вміння адаптувати вже готові інтерактивні аплету, розміщені на хмарному сервісі *GeoGebra*, для вирішення власних професійних завдань, формуються навички сприймання, аналізу, інтерпретації, порівняння, співставлення, інтегрування, оцінки, створення та застосування навчального матеріалу, поданого візуально; формуються навички візуальної комунікації, навички передавання, сприймання та розуміння візуального навчального повідомлення, представленого у вигляді інтерактивного аплету; критичне ставлення до доцільності впровадження хмаро орієнтованих технологій в освітній процес.

Використання доповненої реальності в освітньому процесі. Інформаційні технології дуже швидко стали невід'ємною частиною сучасного життя. І якщо для покоління, яке переважно представляють викладачі, комп'ютерні технології є часто чимось новим, незрозумілим, чому потрібно вчитися, то для покоління студентів, народжених наприкінці ХХ-го століття і пізніше, які з раннього дитинства опинилися в умовах цифрового, комп'ютерно-орієнтованого, мобільного й переважно віртуального середовища, ці технології є природними. Навколишній світ для них не ділиться на цифровий і реальний, пошук будь-якої інформації займає лічені хвилини, перевага віддається спілкуванню в мережі.

Традиційні методи подання навчального контенту, такі як лекції, семінари, не можуть викликати інтересу у сучасних цифрових студентів. За традиційними педагогічними підходами студенти відіграють роль пасивних учасників освітнього процесу, але для цифрового покоління така позиція неприйнятна. Тому актуальною є ідея використання віртуальної, а також доповненої реальності в освітньому процесі.

Доповнена реальність (англ. Augmented Reality, AR) – це фактично звичайна реальність з доданою до неї цифровою графікою. Іншими словами, це поєднання реального світу і нашарування на нього віртуальних зображень. При цьому доповнена реальність принципово відрізняється від віртуальної реальності (англ. Virtual Reality, VR), оскільки віртуальна

реальність VR на відміну від доповненої AR – це повністю цифровий (і фактично не існуючий) світ. У VR спостерігає перебуває повністю у 3D-згенерованому світі (Ibili & Sahin, 2015).

Доповнена реальність додає навчальному контенту властивостей інтерактивності, динамічності, посилює інтерес до навчання, який важко викликати друкованими підручниками і довгими текстами. Доповнена реальність покращує сприймання реального світу через нові відчуття і нові форми сприймання, що є передумовою кращого розуміння фізичного світу і його процесів (Kesim & Ozarslan, 2012).

Доповнена реальність – це можливість навчання в реальному світі, в якому є можливості маніпулювати та взаємодіяти з об'єктами, які неможливі в фізичному світі (наприклад, з молекулами, атомами, планетами, органами людини). З доповненою реальністю студенти можуть активно брати участь у навчальному процесі. Вони отримують доступ до навчальних матеріалів через власні мобільні пристрої, активно досліджують властивості реальних і віртуальних об'єктів, можуть взаємодіяти з ними. В результаті простіше і швидше відбувається розуміння складних абстрактних понять.

Першим кроком впровадження доповненої реальності в освіту можна назвати впровадження інтерактивних підручників, які передбачають можливість використання доповненої реальності. Такі підручники містять більший обсяг навчального контенту, ніж традиційні, оскільки поряд зі звичним матеріалом вони додатково/паралельно пропонують цифровий контент. Додатковою перевагою таких підручників є те, що віртуальні навчальні матеріали можуть бути представлені у багатомовному режимі.

Нами досліджено мобільні додатки, які підтримують віртуальну і доповнену реальність в освітньому процесі за окремими галузями знань (Семеніхіна & Друшляк, 2018), зокрема додаток *GeoGebra AR*. Його можна безкоштовно завантажити на сайті <https://www.geogebra.org> (наразі існує версія тільки для iPad та iPhone, але швидкий розвиток ІТ сприятиме появі аналогів для інших операційних систем). Зокрема, з його використанням більш цікавим стає вивчення математичних дисциплін (аналітична геометрія, диференціальна геометрія, топологія тощо): студенти через мобільні додатки планшетів чи смартфонів можуть побачити просторовий аналог, наприклад, пляшки Клейна чи трикутника Пенроуза, обертаючи власні камери, спостерігати об'єкти з різних ракурсів, робити скріншоти екранів з різних точок, порівнювати та обговорювати одержані зображення з іншими.

На нашу думку, такі технології не лише сприяють підвищенню інтересу до навчання, якісній візуалізації абстрактних понять, теорій, явищ, а й дозволяють перевести навчання на новий рівень спілкування між суб'єктами учіння, надати цифрову платформу для досліджень реальних процесів, а значить, для набуття навичок аналізу, спілкування, роботи в команді, що може сприяти модернізації української освітньої галузі.

Водночас використання мобільних додатків у рамках BYOD-підходу доцільно розглядати не тільки з позицій подання навчальної інформації, а також з позицій контролю знань студентів, серед яких відзначимо мобільний додаток Plickers. Досвід використання даної технології доповненої реальності дозволив виділити організаційні і методичні переваги та недоліки використання мобільного додатку Plickers, які детально описано нами у (Drushlyak et al, 2020).

Використання QR-кодів в освітньому процесі. Однією з найбільш доступних технологій доповненої реальності, яка не потребує додаткових засобів, ніж ті, що вбудовані у звичайний смартфон, є технологія використання QR-кодів. QR-код (з англійської Quick Response Code «швидкий відгук») – це графічне зображення, в якому зашифрована інформація (текстова, графічна, відео тощо).

Інтеграція мобільних технологій у освітню діяльність може докорінно модернізувати освітній процес, оскільки використання QR-кодів у освітньому процесі з різною дидактичною метою: розміщення у підручниках довідкового матеріалу, відомостей про видатних людей, підказок до вивчення теми, візуалізації умов деяких задач та геометричних об'єктів, завдань для самоперевірки, будь-якої додаткової інформації; завдання для самостійної або контрольної роботи, підказки, алгоритми розв'язання задач або додаткове завдання для суб'єктів навчання з високим рівнем успішності; при проведенні навчальних ігор, квестів, вікторин із завданнями з QR-кодом; у домашньому завданні (завданням відповідно до рівня знань студентів можуть відрізнятися кольорами); як доповнення до реального об'єкту; аудіо та відео версія теоретичного матеріалу для студентів «візуалів» та «аудіалів».

У структурі спецкурсу «Шкільний курс алгебри з комп'ютерною підтримкою», який розрахований на студентів першого року навчання другого освітнього рівня (магістр) спеціальності 014.09 «Середня освіта (Інформатика)», передбачено змістовий модуль «Використання BYOD-підходу при вивченні алгебри», в межах якого студенти знайомляться з можливостями використання QR-кодів, із застосунками для створення та зчитування QR-кодів, відпрацьовують уміння створювати QR-коди з різною початковою метою та доцільно впроваджувати їх у освітній процес. У ході вивчення спецкурсу ми знайомимо майбутніх учителів із можливостями використання QR-кодів на уроках алгебри та початків аналізу.

За результатами вивчення модуля майбутні учителі усвідомлюють, що QR-коди можна використовувати на різних етапах уроку: від постановки цілей до домашнього завдання. За допомогою QR-кодів можна задавати алгоритми роботи та покрокові інструкції. У вигляді QR-кодів у підручниках можна розміщувати додаткові матеріали для вчителя та методичний супровід. У процесі роботи з QR-кодами майбутні вчителі відпрацьовують уміння створення та впровадження навчального контенту, які містять у собі закодовану інформацію: підбір електронного контенту, якісна інтеграція відкритого та закодованого контенту.

Важливо, щоб навчальний контент був структурований належним чином, містив усі необхідні матеріали для засвоєння запропонованої теми, гармонічно доповнювався закодованою інформацією у вигляді візуального контенту та оберненого зв'язку. Зауважимо, що впровадження QR-кодів у освітній процес має базуватися на виваженій методичній ідеї, бути доречним, а головним критерієм ефективності застосування QR-коду є те, наскільки усвідомлений буде досвід взаємодії суб'єктів навчання з додатком і наскільки активно вони будуть задіяні у процес осмислення одержаних результатів.

Основною перевагою **друкованих навчальних матеріалів із вбудованими QR-кодами** є те, що вони містять більший обсяг навчального контенту, ніж традиційні, оскільки поряд зі звичним матеріалом вони додатково/паралельно

пропонують цифровий контент. Нами було розроблено посібник «Застосування комп'ютера при вивченні математики» для студентів четвертого року навчання спеціальності 014.04 «Середня освіта (Математика)» із використанням QR-кодів. Під час створення посібнику з використанням QR-кодів ми мали за мету: зменшити обсяг друкованого посібника за рахунок кодування певних блоків інформації; навести візуальні приклади графічних об'єктів чи анімацій високої якості; відобразити покрокову інструкцію, рекомендації для виконання лабораторної чи практичної роботи у певному програмному середовищі, замінивши хід роботи відео-інструкцією, закодованою у QR-код; розмістити допоміжні матеріали (зразки, шаблони тощо) для виконання роботи у хмарі і передбачити можливість їх завантаження за необхідності для подальшого виконання лабораторних чи практичних робіт; закодувати завдання для колективної чи індивідуальної роботи; зашифрувати посилання на необхідне програмне забезпечення або інші посилання на веб-ресурси для використання їх в освітньому процесі; передбачити можливість проведення контролю знань (Друшляк, Семеніхіна & Юрченко, 2020).

Перевага друкованих посібників з QR-кодами у тому, що QR-код може бути динамічним, тобто дані, що відображаються при його скануванні за необхідності можуть бути змінені. В такий спосіб наповнення друкованого посібника можна змінити, не змінюючи і не передрукуючи сам посібник.

За результатами впровадження запропонованої технології формуються: бажання та потреба у використанні QR-кодів у освітньому процесі; уявлення про існування технології мобільного навчання та технологій використання доповненої реальності в освітньому процесі; формується система знань про QR-коди, їх типологію, історію виникнення та технології їх створення, про програмне забезпечення для їх створення та зчитування, про дидактичне призначення QR-кодів з метою візуалізації навчального матеріалу та організації контролю знань; вміння створення та зчитування QR-кодів з різним навчальним призначенням, уміння раціонально обирати програмне забезпечення для створення QR-коду залежно від його навчальної мети, формуються навички сприймання, аналізу, інтерпретації, порівняння, співставлення, інтегрування, оцінки, створення та застосування навчального матеріалу, поданого візуально; формуються уміння доцільно впроваджувати власноруч створені QR-коди на різних етапах освітнього процесу, уміння гармонійно та якісно інтегрувати відкритий та закодований контент; критичне ставлення до доцільності впровадження QR-кодів в освітній процес, усвідомлення типових помилок щодо використання закодованої інформації у вигляді візуального контенту в процесі групового обговорення результатів навчальної діяльності.

ВИСНОВКИ

За результатами дослідження зроблено наступні висновки.

Доцільним є використання спеціалізованих комп'ютерних засобів (програми динамічної математики (GRAN, Живая геометрия, Математичний конструктор, Cabri3D, GeoGebra), хмаро орієнтованого сервісу GeoGebra, сервісів для створення карт пам'яті X-Mind, Free-Mind, Mind-Meister, сервіси для створення інфографіки Inforg.am, Easel.ly, Canva) та інтерактивних засобів (візуалізовані завдання, інтерактивні аплети, доповнена реальність у вигляді QR-кодів, когнітивно-візуальні моделі, когнітивно-візуальна графіка).

За результатами впровадження візуалізованих завдань у підготовку у майбутніх учителів математики та інформатики спостерігалось позитивне ставлення до впровадження візуалізованих завдань з різною дидактичною метою у освітній процес, майбутні учителі математики та інформатики демонстрували наявність знань про можливості використання засобів комп'ютерної візуалізації, їх функціональність при візуалізації розв'язання математичних задач; про можливості використання комп'ютерного контролю знань, демонстрували конструктивну активність при мисленнєвій трансформації заданого матеріалу, актуалізації мисленнєвих візуальних образів та видозміні образів; стратегіально-семантичну гнучкість при встановленні властивостей математичних об'єктів, знаходженні їх числових характеристик та інтерпретації отриманих результатів, демонструвати вміння раціонального вибору засобів комп'ютерної візуалізації для розв'язування математичних задач з урахування наявного в них комп'ютерного інструментарію; навички використання та створення когнітивно-візуальних моделей для автоматизованого контролю знань учнів; навички усвідомленої інтерпретації отриманого результату під час розв'язування математичних задач засобами комп'ютерної візуалізації; навички сприймання, аналізу, інтерпретації, порівняння, співставлення, інтегрування та оцінки навчального матеріалу, поданого візуально, демонстрували вміння раціонально використовувати візуалізовані завдання при розробці уроків, поєднуючи традиційні системи навчання та зазначені цифрові технології.

За результатами впровадження інтерактивних аплетів формується бажання та потреба у використанні хмарних сервісів предметного спрямування; уявлення про існування та можливості хмарних сервісів математичного спрямування щодо візуалізації навчального матеріалу, знання про інтерактивні аплети, створені на базі програм динамічної математики та їх дидактичний потенціал в освітньому процесі, розвивається візуальне мислення; вміння створення інтерактивних аплетів з різною навчальним призначенням, уміння впроваджувати власноруч створені інтерактивні аплети у освітній процес та вміння адаптувати вже готові інтерактивні аплети, розміщені на хмарному сервісі GeoGebra, для вирішення власних професійних завдань, формуються навички сприймання, аналізу, інтерпретації, порівняння, співставлення, інтегрування, оцінки, створення та застосування навчального матеріалу, поданого візуально; формуються навички візуальної комунікації, навички передавання, сприймання та розуміння візуального навчального повідомлення, представленого у вигляді інтерактивного аплету.

За результатами впровадження QR-кодів в освітній процес формуються уявлення про існування технології мобільного навчання та технологій використання доповненої реальності в освітньому процесі; формується система знань про QR-коди, їх типологію, історію виникнення та технології їх створення, про програмне забезпечення для їх створення та зчитування, про дидактичне призначення QR-кодів з метою візуалізації навчального матеріалу та організації контролю знань; вміння створення та зчитування QR-кодів з різним навчальним призначенням, уміння раціонально обирати програмне забезпечення для створення QR-коду залежно від його навчальної мети, формуються навички сприймання, аналізу, інтерпретації, порівняння, співставлення, інтегрування, оцінки, створення та застосування навчального матеріалу,

поданого візуально; формуються уміння доцільно впроваджувати власноруч створені QR-коди на різних етапах освітнього процесу, уміння гармонійно та якісно інтегрувати відкритий та закодований контент.

Список використаних джерел

1. Ibili E., Sahin S. The effect of augmented reality assisted geometry instruction on students' achievement and attitudes. *Teaching Mathematics and Computer science*, 2015, 13/2, P 177-193.
2. Clenents D. H., McMillen S. Rethinking Concrete Manipulatives. *Teaching Children Mathematics. National Council of Teachers of Mathematics*, 1996, Vol. 2 (5), P. 270-279.
3. Drushlyak M. G., Semenikhina O. V., Kondratiuk S. M., Krivosheya T. M., Vertel A. V., Pavlushchenko N. M. The Automated Control of Students Achievements by Using Paper Clicker Plickers. *Proceedings of 43 International convention on information and communication technology, electronics and microelectronics "MIPRO 2020"*, Opatija (Croatia), 28 вересня – 2 жовтня, 2020. P. 688-692.
4. Drushlyak M., Semenikhina O., Proshkin V. *Mathematical knowledge control automation within dynamic mathematics programs*. E-learning. Vol. 11. E-learning and STEM Education. Monograph / Scientific Editor Eugenia Smyrnova-Trybulska. Katowice – Cieszyn, 2019. P. 571-586.
5. Kesim M., Ozarslan Y. Augmented reality in education: current technologies and the potential for education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2012, 47, P. 297-302.
6. Далингер В.А. *Теоретические основы когнитивно-визуального подхода к обучению математике: монография*. Омск : Изд-во ОмГПУ, 2006. 143с.
7. Друшляк М. Г., Семеніхіна О. В., Юрченко А. О. Використання QR-кодів в умовах впровадження BYOD-підходу в освітній процес. V Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології в освіті, науці й техніці» ІТОНТ-2020. 21-23 травня 2020 р. Черкаси. С. 149-150.
8. Друшляк М.Г. *Візуалізовані завдання як засоби формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики*. Формування предметних компетентностей майбутніх вчителів фізики та математики засобами та технологіями сучасного освітнього середовища : [колективна монографія] / за ред. доцентів Завражної О.М., Салтикової А.І. Суми : Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2020. 237 с. С. 135-155.
9. Князева О. О. Реализация когнитивно-визуального подхода в обучении старшеклассников началам математического анализа : дис. ...канд. пед. наук / Омский государственный педагогический университет, Омск, 2003. 204 с.
10. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г. Про використання доповненої реальності в освітньому процесі. Міжнародна дистанційна науково-методична конференція «Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ - 2018». 8-9 листопада 2018 р. Суми. С. 256-266.
11. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г., Безуглий Д. С. Інтерактивні аплети як засоби комп'ютерної візуалізації математичних знань та особливості їх розробки у GeoGebra. *Комп'ютер в школі і сім'ї*, 2016, 1. С. 27-30.
12. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г., Безуглий Д.С. До питання про доцільність математичних аплетів у структурі електронного підручника. III Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні технології в освіті, науці й техніці» (ІТОНТ-2016). 12-14 травня 2016. Черкаси, 2016. С. 217-218.

References

1. Ibili, E. & Sahin, S. (2015). The effect of augmented reality assisted geometry instruction on students' achievement and attitudes. *Teaching Mathematics and Computer science*, 13/2, 177-193.
2. Clenents, D. H. & McMillen, S. (1996). Rethinking Concrete Manipulatives. *Teaching Children Mathematics. National Council of Teachers of Mathematics*, 2 (5), 270-279.
3. Drushlyak, M. G., Semenikhina, O. V., Kondratiuk, S. M., Krivosheya, T. M., Vertel, A. V. & Pavlushchenko, N. M. (2020). The Automated Control of Students Achievements by Using Paper Clicker Plickers. *Proceedings of 43 International convention on information and communication technology, electronics and microelectronics "MIPRO 2020"*, Opatija (Croatia). (pp. 688-692).
4. Drushlyak, M., Semenikhina, O. & Proshkin, V. (2019). *Mathematical knowledge control automation within dynamic mathematics programs*. E-learning. Vol. 11. E-learning and STEM Education. Monograph / Scientific Editor Eugenia Smyrnova-Trybulska. Katowice – Cieszyn, 2019. P. 571-586.
5. Kesim, M. & Ozarslan, Y. (2012). Augmented reality in education: current technologies and the potential for education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 47, P. 297-302.
6. Dalinger, V.A. (2006). *Teoreticheskie osnovi kognitivno-vizual'nogo pohoda k obucheniju matematike: monografija [Theoretical foundations of the cognitive-visual approach to teaching mathematics: monograph.]*. Omsk : Izd-vo OmGPU. [in Russian]
7. Drushliak, M. H., Semenikhina, O. V. & Yurchenko, A. O. (2020). Vykorystannia QR-kodiv v umovakh vprovadzhennia BYOD-pidkhdodu v osvittii protses [The use of QR-codes in the implementation of the BYOD-approach in the educational process.]. *Proceedings from: V Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia «Informatsiini tekhnologii v osviti, nauksi y tekhnitsi» ITONT-2020 – V International Scientific and Practical Conference "Information Technologies in Education, Science and Technology" ITONT-2020*. (pp. 149-150). [in Ukrainian]
8. Drushliak, M.H. (2020). *Vizualizovani zavdannia yak zasoby formuvannia vizualno-informatsiinoi kultury maibutnix uchyteliv matematyky [Visualized tasks as a means of forming the visual and information culture of future mathematics teachers]*. In O.M. Zavrazhna, A.I. Saltykova (Ed.), *Formuvannia predmetnykh kompetentnostei maibutnix vchyteliv fizyky ta matematyky zasobamy ta tekhnolohiiamy suchasnoho osvithnoho seredovyscha [Formation of subject competencies of future teachers of physics and mathematics by means and technologies of modern educational environment]*. Sumy : SumDPU imeni A.S. Makarenka, (pp. 135-155). [in Ukrainian]

9. Knjazeva, O. O. (2003). Realizacija kognitivno-vizual'nogo podhoda v obuchenii starsheklassnikov nachalam matematicheskogo analiza [Implementation of the cognitive-visual approach in teaching high school students the basics of mathematical analysis]. Candidate's Thesis. Omsk: Omskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet. [in Russian]
10. Semenikhina, O.V. & Drushliak, M.H. (2018). *Pro vykorystannia dopovnenoi realnosti v osvithomu protsesi* [About the use of augmented reality in the educational process.]. Proceeding from: *Mizhnarodna dystantsiina naukovo-metodychna konferentsiia «Rozvytok intelektualnykh umin i tvorchykh zdbnostei uchniv ta studentiv u protsesi navchannia dysyplin pryrodnycho-matematychnoho tsyклу «ITM-2018» - International distance scientific-methodical conference "Development of intellectual skills and creative abilities of pupils and students in the process of teaching disciplines of the natural-mathematical cycle" ITM - 2018*". Sumy. (pp. 256-266). [in Ukrainian]
11. Semenikhina, O.V., Drushliak, M.H. & Bezuhlyi, D. S. (2016). Interaktyvni aplety yak zasoby kompiuternoї vizualizatsii matematychnykh znan ta osoblyvosti yikh rozrobky u GeoGebra [Interactive applets as a means of computer visualization of mathematical knowledge and features of their development in GeoGebra]. *Kompiuter v shkoli i simi - Computer at school and family*. 1. 27-30. [in Ukrainian]
12. Semenikhina, O.V., Drushliak, M.H. & Bezuhlyi, D.S. (2016). Do pyttannia pro dotsilnist matematychnykh apletiv u strukturi elektronnoho pidruchnyka [On the question of the expediency of mathematical applets in the structure of the electronic textbook]. Proceedings from: III Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia «Informatsiini tekhnolohii v osviti, nautsi y tekhnitsi» (ITONT-2016) - II International scientific-practical conference "Information technologies in education, science and technology" (ITONT-2016). Cherkasy. (pp. 217-218). [in Ukrainian]

MEANS OF FORMATION OF VISUAL AND INFORMATION CULTURE OF PRE-SERVICE MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE TEACHERS

M.G. Drushlyak, V.H. Shamonia

Makarenko Sumy State Pedagogical University, Ukraine

Abstract.

Formulation of the problem. Modern mathematics and computer science teacher must have a high level of formation of visual and information culture, ie must have values, aspirations for development in the field of visualization and informatization of education; have computer and mathematical, psychological, pedagogical and technological knowledge; ability to perceive, analyze, compare, compare, interpret, produce using information technology, structure, integrate, evaluate visually presented educational material. This depends, among other things, on the method of cognitive theoretical and practical activities of teachers and students, which involves setting goals, the necessary system of actions, appropriate means and the result - a high level of visual and information culture of pre-service mathematics and computer science teachers of.

Materials and methods. The study was based on scientific research of national and foreign scientists studying the training of pre-service mathematics and computer science teachers. To achieve this goal, the methods of the theoretical level of scientific knowledge were used: analysis of scientific literature, synthesis, formalization of scientific sources, description, comparison.

Results. In order to form a visual and information culture of pre-service mathematics and computer science teachers, the teaching means we use can be divided into groups: printed materials (teaching means, textbooks, training software, task systems for laboratory work), computer tools (subject orientation software, dynamic mathematics software, cloud-oriented services, virtual laboratories), interactive means (visualized tasks, interactive applets, cognitive and visual models).

Conclusions As a result of the introduction of these means in the training of pre-service mathematics and computer science teachers, there was an increase in the levels of formation of visual and information culture in all components: professional and motivational, cognitive, operational and activity, reflective.

Keywords: visual and information culture, pre-service mathematics and computer science teachers, learning means, visualized task, interactive applet, electronic manual, augmented reality, QR code.



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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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

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



Кобильник Т.П., Когут У.П., Жидик В.Б. Методичні аспекти вивчення основ алгоритмізації і програмування мовою Python у шкільному курсі інформатики у старших класах. Фізико-математична освіта, 2021. Випуск 5(31). С. 36-44.

Kobylnyk T., Kohut U., Zhydyk V. Methodical aspects of studying the fundamentals of algorithmization and programming language Python school course in informatics in high school. Physical and Mathematical Education, 2021. Issue 5(31). P. 36-44.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-031-5-006
УДК 378:147:51:004

Т.П. Кобильник

Національний університет «Львівська політехніка», Україна
taras.p.kobylnyk@lpnu.ua
<https://orcid.org/0000-0002-2703-7570>

У.П. Когут

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, Україна
ulyana3001@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-2861-2274>

В.Б. Жидик

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, Україна
Zhvb63@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9876-0053>

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИВЧЕННЯ ОСНОВ АЛГОРИТМІЗАЦІЇ І ПРОГРАМУВАННЯ МОВОЮ PYTHON У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ІНФОРМАТИКИ У СТАРШИХ КЛАСАХ

АНОТАЦІЯ

Основи алгоритмізації і програмування є однією з основних змістових ліній курсу інформатики у школі. У статті досліджено проблеми вивчення елементів основ алгоритмізації та програмування в шкільному курсі інформатики у 10-11 класах.

Формулювання проблеми. Важливою педагогічною проблемою є формування і розвиток алгоритмічних навичок учнів. Проблеми вдосконалення методичної системи навчання інформатики в загальній середній школі потребують подальшого дослідження з метою пошуку більш ефективних форм, методів і засобів навчання. Необхідно забезпечити формування зв'язок між теоретичною і прикладною інформатикою, знати способи застосування інформаційних технологій для розв'язування різноманітних задач. А також визначено переваги мови Python у навчанні інформатики та особливості їх педагогічного застосування у навчанні основ алгоритмізації та програмування.

Матеріали і методи. Для досягнення поставленої мети застосовано комплекс методів: системного аналізу наукових праць, що охоплюють проблему дослідження, аналіз вітчизняного досвіду вивчення елементів програмування в шкільному курсі інформатики; узагальнення та обґрунтування теоретичних засад використання мови програмування Python в шкільному курсі інформатики.

Результати. Розглянуто основні характеристики мови програмування Python та наведено можливості її використання у процесі навчання основ алгоритмізації в шкільному курсі інформатики. Вивчення основ алгоритмізації та програмування є одним із засобів формування операційного стилю мислення. Знання даної змістової лінії передбачає здатність формалізувати задачу, визначити у ній зв'язки між частинам, обирати якнайкращий алгоритм розв'язування завдання, вміти правильно інтерпретувати та аналізувати отримані результати.

Висновки. Мова Python – одна з найпопулярніших мов програмування. Вона знаходить своє застосування у різних галузях. Відповідно ринок праці потребує фахівців, які могли створювати програмні продукти мовою Python. Заклади загальної середньої освіти не залишилися осторонь цього процесу. Автори шкільних підручників починають включати мову Python до їх змісту. Таким чином, виникає потреба у розробці навчально-методичних матеріалів з вивчення елементів алгоритмізації і програмування мовою Python. Методологічне значення цього розділу шкільного курсу інформатики полягає у розкритті важливості алгоритмів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: заклад загальної середньої освіти, шкільний курс інформатики, основи алгоритмізації, програмування, мова програмування Python.

ВСТУП

Постановка проблеми. Інформатика у старших класах вивчається на рівні стандарту та на профільному рівні.

Програма (рівень стандарту) (Інформатика 10-11 клас, 2020) розрахована на вивчення інформатики у 10-11 класах як вибірково-обов'язковий предмет, 35 годин якого складає базовий модуль. Аналіз змісту базового модуля показав, що не передбачено вивчення жодних розділів, пов'язаних з алгоритмами, алгоритмізацією та програмуванням. Проте програмою передбачено вибірково модуль «Креативне програмування», який пов'язаний з програмуванням.

Слід зазначити, що вибірково (один чи кілька) модуль учителю рекомендується обирати відповідно до профілю закладу загальної середньої освіти, індивідуальних інтересів і здібностей учнів, матеріально-технічної бази та наявного програмного забезпечення. Оскільки модуль «Креативне програмування» є вибірково, то не всі учні, які навчаються на рівні стандарту, будуть мати змогу вивчати елементи алгоритмізації та програмування.

Програмою з інформатики (профільне навчання) для учнів 10-11 класів (Інформатика для 10-11 класів (профільне навчання), 2020) передбачено вивчення таких розділів як «Мова програмування та структури даних», «Алгоритми» та «Парадигми програмування», які так чи інакше передбачають опанування певною мовою програмування. Слід зазначити, що вивчення основ програмування, мови, синтаксису, структури та правил написання програм передбачено у розділі «Мова програмування та структури даних».

Навчальними програмами з інформатики не визначено певної мови програмування для вивчення основ алгоритмізації. Тому вибір залежить від вчителя або закладу освіти. Проте автори шкільних підручників починають включати мову Python до їх змісту. Проте методичних рекомендацій щодо використання мови Python у шкільному курсі інформатики є мало, на відміну від Pascal. Таким чином, виникає потреба у розробці навчально-методичних матеріалів з вивчення елементів алгоритмізації і програмування мовою Python.

Аналіз актуальних досліджень. У підручниках з інформатики для 5-6 класів елементи алгоритмізації та програмування пропонується вивчати з використанням мови Scratch. Зауважимо, що у шкільних підручниках з інформатики (2016 року) для учнів 7-9 класів мова Python не була відображена, за винятком підручників авторського колективу Н.В. Морзе. У всіх підручниках як основну мову програмування було обрано Free Pascal і середовище Lazarus. У підручниках (Морзе & Барна & Вембер, 2016) разом зі згаданими середовищем і мовою програмування подаються відомості про Python з прикладами створення програм. Зокрема, вивчення у 8-му та 9-му класах розділів «Алгоритми роботи з об'єктами та величинами» та «Табличні величини та алгоритми їх опрацювання» відповідно проводиться з використанням мови Python.

Ситуація у підручниках 2020 року випуску для 7-9 класів кардинально змінилася. Автори відмовляються від мови Free Pascal середовища Lazarus. Натомість зосередилися на описі мови Python. Наприклад, у підручниках (Морзе & Барна, 2020) для 7-го класу при вивченні розділу «Алгоритми і програми» поряд з Python подаються відомості і про Scratch. Також зауважимо, що у підручнику для 8-го класу (Ривкінд & Лисенко & Чернікова & Шакоцько В.В., 2021) надалі для вивчення розділу «Алгоритми і програми» пропонується і Lazarus, і Python.

Якщо брати до уваги старшу школу, то, як вже було сказано, на рівні стандарту вивчення програмування можливе тільки у вибірково модулі «Креативне програмування». Відповідно підручників, де були відображені навчальні матеріали з даного модуля нема.

У підручнику (Руденко & Речич & Потієнко, 2019) для 10 класу профільного рівня у розділі «Мови програмування та структури даних» як мову програмування обрано Python. Зокрема, у ньому поряд з основами алгоритмізації та програмування подаються відомості й про основи об'єктно-орієнтованого програмування. Це здійснюється на прикладі мови Python і середовища програмування IDLE. Зокрема, у підручнику розглядаються такі питання як: структура і способи виконання проектів мовою Python; оператори, вирази, і засоби опрацювання чисел; реалізація базових алгоритмічних конструкцій; вбудовані типи даних та їх опрацювання; функції користувача та модулі Python; основи об'єктно-орієнтованого програмування; основи графічного інтерфейсу користувача.

У підручнику (Руденко & Речич & Потієнко, 2019) автори для 11 класу профільного рівня у розділі «Алгоритми» пропонують вивчати і реалізовувати базові алгоритми (сортування та пошуку даних, опрацювання рядків, графі, динамічне програмування і жадібні алгоритми, основи обчислювальної геометрії), з використанням мови Python та середовища IDLE.

Ще у 2013 році редакція журналу «Комп'ютер у школі та сім'ї» звернулася до відомих учителів інформатики, фахівців у галузі навчальної інформатики з проханням взяти участь в обговоренні питання «Яку мову програмування вивчати у школі?». Таке обговорення вилилося у кілька публікацій, у яких знані педагоги (та й не тільки педагоги) висловлювали свої думки з приводу цього питання. У кожного з них є своя обґрунтована позиція щодо вивчення мови програмування у школі: Pascal, C, C++, Visual Basic, Visual Basic For Application, JavaScript, Python тощо. Підсумовуючи, можна зробити висновок, що усі аргументи на користь тієї чи іншої мови програмування є важливими, але останнє слово завжди залишається за вчителем.

На думку авторів статті (Юрченко & Семеніхіна & Хворостіна & Удовиченко & Петренко, 2019), перспективним сьогодні у старшій школі вивчати популярні мови Java, Python та C++.

Мета статті. З огляду на це метою статті є висвітлення підходів вивчення основ алгоритмізації та програмування мовою Python в шкільному курсі інформатики у старших класах.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення поставленої мети застосовано комплекс методів: системного аналізу наукових праць, що охоплюють проблему дослідження, вивчення вітчизняного досвіду вивчення елементів програмування в шкільному курсі інформатики; узагальнення та обґрунтування теоретичних засад використання мови програмування PYTHON в шкільному курсі інформатики.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Щоб обрати певну мову програмування, треба визначити критерії, яким повинна вона відповідати.

Обрана мова для вивчення програмування у школі повинна відповідати таким вимогам (Комп'ютер у школі та сім'ї, 2013): транслятор мови повинен бути кросплатформним і безкоштовним; мова повинна мати простий синтаксис, з одного боку, і потужні засоби, з іншого; програми повинні бути короткими і зрозумілими, форма запису повинна бути максимально звичною для людини; мати розвинуті бібліотеки, можливості розробки різноманітних додатків; повинна підтримувати стилі як структурного, так і функціонального та об'єктно-орієнтованого програмування; мова повинна бути сучасною, не «мертвою», входити хоча б у 10 найбільш уживаних в реальному виробництві мов програмування; середовище розробки програм не повинно бути перевантажене додатковими функціями і можливостями, складність освоєння яких «затмарює» і відсуває на другий план алгоритмічну складність проекту. Обов'язковою також є наявність консольного транслятора.

Таким вимогам відповідає мова Python (<http://www.python.org>), яку використовують не тільки в навчальних цілях. Python займає друге місце (після C) в рейтингу популярності мов програмування TIOBE Programming Community Index (TIOBE Index, 2020) (станом на вересень 2021 року). Мова активно розвивається, має відкритий (Open Source) програмний код, поширюється за GPL-ліцензією.

У (Комп'ютер у школі та сім'ї №8, с. 18) Пасіхов Ю.Я. та Кравець Г.П. наводять деякі переваги мови Python над іншими (C, C++, Pascal), серед яких слід відзначити такі. Прості програми записуються у кілька рядків, відсутні інструкції, що не мають безпосереднього відношення до алгоритму (наприклад, `int main()` у мові C чи C++). Як правило, програми мовою Python є коротшими, ніж на C, C++, Pascal, та C#. Мова сучасна, підтримує високорівневі складені структури даних (списки, множини, асоціативні масиви, інше). Мова Python із самого початку створювалася на основі парадигми об'єктно-орієнтованого програмування, але чудово є пристосованою для структурного і функціонального програмування.

Крім консольного інтерпретатора мови, Python має кілька різних середовищ розробки програм, зокрема IDLE (стандартне середовище, що входить у дистрибутив, є простим і зрозумілим). Слід зауважити, що детальний аналіз середовищ програмування мовою Python наведено у (Базурін, 2018). Там же автор зазначає, що до найбільш популярних середовищ програмування мовою Python належать: IDLE, PyCharm, PyDEV, WingWare, Komodo IDE, Eric, Eclipse, Geany, Spyder, PyScripter. Крім цього, також використовуються online середовища.

Освоєння будь-якої мови програмування розпочинається з вивчення її синтаксису та алфавіту, з якого створюються лексеми (ключові слова, літерали, ідентифікатори, операції, знаки пунктуації). Зауважимо, що мова Python є доступною для використання у всіх поширених сучасних операційних системах сімейств Windows, Linux, Mac. Як і будь-яка мова, Python має свої особливості, серед яких виокремимо так:

- ✓ наявність інтерактивного режиму та підтримка файлу програмного коду;
- ✓ розрізняється регістр введених літер, тобто A та a – це різні змінні (чи символи);
- ✓ відступи є обов'язковими (їх використовують для задання певного блоку операторів);
- ✓ динамічна типізація змінних, тобто у програмі не потрібно описувати змінні (до якого типу вони належать);
- ✓ змінні зберігають адресу об'єкта у пам'яті комп'ютера, а не сам об'єкт;
- ✓ відсутнє поняття масиву: використовуються списки;
- ✓ перед першим запуском програмного коду його слід зберегти. Якщо цього не виконати, то користувачу запропонують це зробити;

✓ наявність значної кількості бібліотек. Наприклад, бібліотека `math`, яка містить основні математичні функції, для використання яких необхідно виконати `import math`. Далі використовувати функції цієї бібліотеки так, наприклад `sin(x)` чи `sqrt(x)`: `math.sin(x)` чи `math.sqrt(x)` відповідно.

Слід зазначити, що учні 10-х класів уже знайомі основами алгоритмізації та програмування, які вони вивчали у 5-9 класах з використанням мов Scratch, Free Pascal, рідше Python. Тому ми не будемо зупинятися на ознайомленні з алгоритмічною структурою слідування у мові Python. Перейдемо відразу до алгоритмічної структури розгалуження з метою узагальнення і систематизації знань з даної теми, отриманих раніше.

Пояснення умовного оператора `if` пропонується проводити на таких задачах як «Визначення чверті, до якої належить точка», «Розв'язування лінійного рівняння» та «Розв'язування квадратного рівняння». Це зумовлено тим, що для знаходження мінімального та максимального з двох чи трьох (або більше) чисел у мові Python можна використовувати функції `min` та `max` відповідно.

Наведемо приклад розв'язування лінійного рівняння.

Приклад 1. Скласти програму, за якою отримується розв'язок лінійного рівняння $ax+b=0$, де a, b – деякі параметри, x – невідома.

Перш за все учнів треба привчати до складання алгоритму розв'язування задачі, а потім вже до його реалізації мовою програмування.

Спочатку розв'яжемо дане рівняння аналітично. Або іншими словами опишемо алгоритм словесно-аналітично. Розв'язати рівняння з параметрами означає, що для всіх можливих значень a, b необхідно вказати можливі значення невідомої x .

1. Ввести значення a, b .
2. Якщо $a \neq 0$, то виконати п.3, інакше п.5.
3. Обчислити $x = -b/a$. Вивести значення x .
4. Перейти до п.9.
5. Якщо $b \neq 0$, то виконати п.6, інакше п.8.
6. Вивести повідомлення «Рівняння коренів не має».
7. Перейти до п.9.
8. Вивести повідомлення «Рівняння має безліч коренів».

9. Кінець.

На основі словесно-аналітичного опису алгоритму складемо блок-схему (Рис. 1):

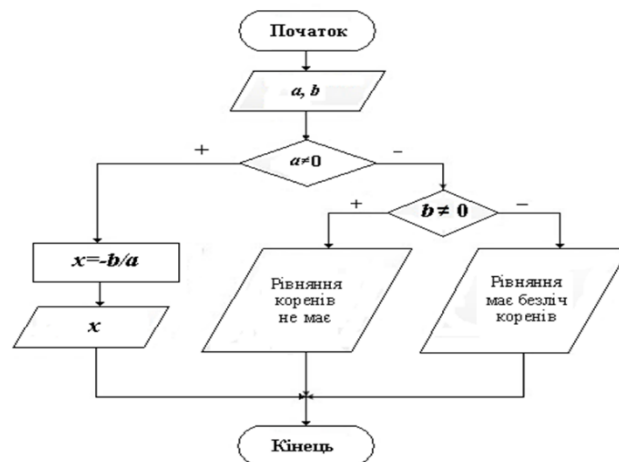


Рис. 1. Блок-схема алгоритму розв'язування лінійного рівняння

На основі блок-схеми пишемо програмний код для даної задачі (Рис. 2).

```

a=int(input("Введіть значення a="))
b=int(input("Введіть значення b="))
if a!=0:
    x=-b/a
    print("x=",x)
else:
    if b!=0:
        print("Рівняння коренів не має")
    else:
        print("Рівняння має безліч коренів")
    
```

Рис. 2. Програмний код для розв'язування лінійного рівняння

Після написання програмного коду і його відлагодження настає етап тестування. Для цього для різних можливих значень параметрів a, b тестується програмний код. Такими можливими значеннями параметрів можуть бути наприклад:

1. a=3, b=6;
2. a=0, b=5;
3. a=0, b=0.

Результат тестування програмного коду наведено на Рис. 3.

```

===== RESTART: C:/Python34/linear_eq.py =====
Введіть значення a=3
Введіть значення b=6
x= -2.0
>>>
===== RESTART: C:/Python34/linear_eq.py =====
Введіть значення a=0
Введіть значення b=5
Рівняння коренів не має
>>>
===== RESTART: C:/Python34/linear_eq.py =====
Введіть значення a=0
Введіть значення b=0
Рівняння має безліч коренів
    
```

Рис. 3. Тестування програмного коду для розв'язування лінійного рівняння

Розглянемо розв'язування квадратного рівняння

Приклад 2. Скласти програму, за якою отримуються розв'язки квадратного рівняння $ax^2+bx+c=0$ з дійсними коефіцієнтами a ($a \neq 0$), b, c.

Опишемо алгоритм словесно-аналітично.

1. Ввести значення a, b, c.
2. Обчислити дискримінант $D=b^2-4ac$.
3. Якщо $D \geq 0$, то виконати п.4, інакше – п.7.
4. Обчислити корені $x_1=(-b-\sqrt{D})/(2a)$, $x_2=(-b+\sqrt{D})/(2a)$.
5. Вивести значення x_1, x_2 .
6. Перейти до пункту 8.
7. Вивести повідомлення «Рівняння не має дійсних коренів».
8. Кінець.

На основі словесно-аналітичного опису алгоритму складемо блок-схему (Рис. 4):

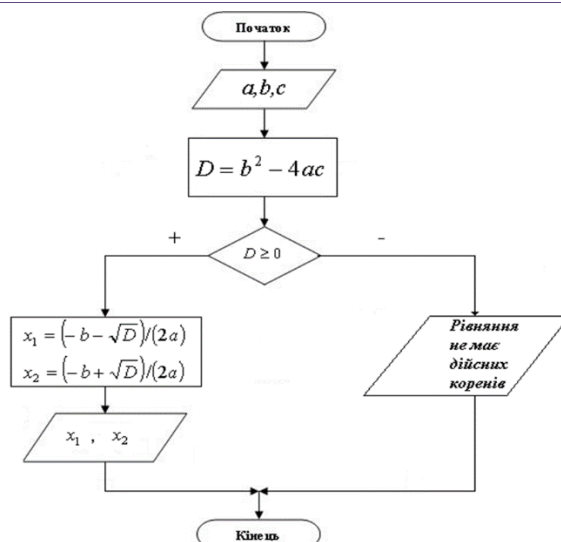


Рис. 4. Блок-схема алгоритму розв'язування квадратного рівняння

На основі блок-схеми пишемо програмний код для даної задачі (Рис. 5). Слід зауважити, що перед написанням програмного коду учням необхідно нагадати, що використання функції для обчислення квадратного кореня (`math.sqrt`), треба під'єднати математичну бібліотеку `math` (`import math`).

```

import math
a=int(input("Введіть значення a="))
b=int(input("Введіть значення b="))
c=int(input("Введіть значення c="))
D=b**2-4*a*c
if D>=0:
    x1=(-b-math.sqrt(D))/(2*a)
    x2=(-b+math.sqrt(D))/(2*a)
    print("x1=",x1, " x2=",x2)
else:
    print("Рівняння не має дійсних коренів")
  
```

Рис. 5. Програмний код для розв'язування квадратного рівняння

Програмний код тестуємо для можливих значень коефіцієнтів a ($a \neq 0$), b , c . Такими значеннями можуть бути наприклад:

1. $a=1, b=-5, c=6$ – рівняння має два дійсних різних корені;
2. $a=1, b=2, c=1$ – рівняння має два дійсних рівних корені;
3. $a=1, b=1, c=1$ – рівняння не має дійсних коренів.

Результат тестування програмного коду наведено на Рис. 6.

```

===== RESTART: C:/Python34/quadratic_eq.py =====
Введіть значення a=1
Введіть значення b=-5
Введіть значення c=6
x1= 2.0 x2= 3.0
>>>
===== RESTART: C:/Python34/quadratic_eq.py =====
Введіть значення a=1
Введіть значення b=2
Введіть значення c=1
x1= -1.0 x2= -1.0
>>>
===== RESTART: C:/Python34/quadratic_eq.py =====
Введіть значення a=1
Введіть значення b=1
Введіть значення c=1
Рівняння не має дійсних коренів
  
```

Рис. 6. Тестування програмного коду для розв'язування квадратного рівняння

Після тестування програмного коду (тобто перевірки правильності роботи) учням ставиться питання: «Як буде працювати програмний код за умови $a=0$?». Далі перевіряємо роботу програмного коду за умови $a=0$ (Рис. 7).

```

===== RESTART: C:/Python34/quadratic_eq.py =====
Введіть значення a=0
Введіть значення b=2
Введіть значення c=3
Traceback (most recent call last):
  File "C:/Python34/quadratic_eq.py", line 7, in <module>
    x1=(-b-math.sqrt(D))/(2*a)
ZeroDivisionError: float division by zero
  
```

Рис. 7. Результат програмного коду за умови $a=0$

Як видно з результату, отримується повідомлення про помилку у виразі $x1=(-b-\text{math.sqrt}(D))/(2*a)$ – «ділення на нуль» (ZeroDivisionError: float division by zero).

Однією з властивостей алгоритмів є масовість, тобто алгоритм повинен розроблятися для цілого класу задач, що відрізняються тільки набором вхідних даних. Тому учням самостійно пропонується скласти алгоритм та програмний код для розв'язування рівняння $ax^2+bx+c=0$ в загальному випадку, тобто враховуючи і значення $a=0$. При цьому їм пояснюється, що для розв'язування такої задачі необхідно об'єднати в єдине ціле дві вище наведені задачі, тобто розв'язування лінійного та квадратного рівнянь, що задані своїми коефіцієнтами. Очікуваний результат – словесно-аналітичний опис алгоритму, блок-схема та програмний код з його тестування при різних можливих наборах значень коефіцієнтів a, b, c .

Зауважимо, що задачі з параметрами розвивають в учнів, логічне мислення, вміння аналізувати, формулюються навички дослідницької діяльності.

Крім того, з даної теми учням можна пропонувати задачі такого типу:

- 1) Визначити, чи заданий рік є високосним. Попередньо учням пропонується знайти, яким умовам повинен відповідати високосний рік.
- 2) Визначити, чи однакового кольору дві клітинки на шаховій дошці. Клітинка однозначно визначається номером (від 1 до 8) рядка і стовпця.

У мові Python є можливість багатоальтернативного вибору. Це можна продемонструвати на такому прикладі.

Приклад 3. У п'ятницю у десятому класі є шість уроків: 1 – алгебра, 2 – українська мова, 3 – інформатика, 4 – географія, 5 – біологія, 6 – фізкультура. Необхідно скласти програму визначення назви уроку за його номером.

Очевидно, що таке завдання зручніше виконувати, використовуючи багатоальтернативний вибір. Програмний код наведено на Рис. 8.

```

номер=int(input("Введіть номер уроку "))
if номер==1:
    print("Урок алгебра")
elif номер==2:
    print("Урок українська мова")
elif номер==3:
    print("Урок інформатика")
elif номер==4:
    print("Урок географія")
elif номер==5:
    print("Урок біологія")
elif номер==6:
    print("Урок фізкультура")
else:
    print("Такого номеру уроку нема")

```

Рис. 8. Реалізація багатоальтернативного вибору

Тестування програмного коду наведено на Рис. 9.

```

===== RESTART: C:/Python34/uroky.py =====
Введіть номер уроку 5
Урок біологія
>>>
===== RESTART: C:/Python34/uroky.py =====
Введіть номер уроку 2
Урок українська мова
>>>
===== RESTART: C:/Python34/uroky.py =====
Введіть номер уроку 7
Такого номеру уроку нема

```

Рис. 9. Тестування програмного коду на багатоальтернативний вибір

Вивчення циклічних структур ми рекомендуємо проводити на побудові алгоритмів ігрових задач та їх програмної реалізації. Наприклад, гра «Вгадай число» чи «Двадцять одне». Як показує досвід, навчання на таких задачах підвищує рівень мотивації в учнів.

Зокрема, роботу циклічної структури з післяумовою можна продемонструвати на прикладі гри «Вгадай число» (Ковалюк, 2005), зміст якої є таким.

Приклад 6. Програма генерує випадкове ціле число з деякого діапазону (наприклад, від 1 до 1000). Користувач намагається його відгадати, вводячи його з клавіатури. Якщо число вгадане, то програма виводить повідомлення про це і завершує роботу, інакше – спроби відгадати число повторюються. На початку виконання програми встановлюється певний «призовий фонд» (наприклад, 100), що зменшується з кожної невдалою спробою (наприклад, на 10). Гра закінчується у двох випадках: гравець відгадав число або «призовий фонд» дорівнює нулю (Ковалюк, 2005).

Розв'язування. Очевидно, що процес відгадування числа є циклічним. Тут доцільно використовувати цикл з післяумовою, оскільки принаймні повинна відбутися одна спроба вгадування. Зауважимо, що у мові Python відсутній такий оператор циклу. Проте його можна реалізувати, використовуючи цикл з передумовою так:

```

while True:
    тіло циклу
    if <умова> break:

```

Змінні, які будемо використовувати у програмному коді: prize – призовий фонд, y – випадкове ціле число, згенероване комп'ютером, penalty – штраф, x – число, яке вводиться гравцем. Зауважимо, що для генерації цілого випадкового числа від 1 до 1000 використовується функція randint(1,1000) з бібліотеки random (import random).

Програмний код гри «Вгадай число» наведено на рис.10.

```
import random
penalty=10
y=random.randint(1,1000)# генерація випадкового цілого числа від 1 до 1000
prize=100
while True:
    x=int(input("Введіть число від 1 до 1000: "))
    if x>y:
        print("Неправильно, введіть менше число")
        prize=prize-penalty
    else:
        if x<y:
            print("Неправильно, введіть більше число")
            prize=prize-penalty
        else:
            print("Вітаємо! Ви виграли! Ваш виграш становить ",prize)
            break
    if prize==0:
        print("На жаль, Ви програли. Спробуйте ще")
        print("Загадане число: ",y)
        break
input()
```

Рис. 10. Програмний код гри «Вгадай число»

Результати тестування програмного коду гри «Вгадай число» наведено на рис 11. На рис 11,а наведено випадок виграшу гравцем, а на рис 11,б – програшу.

```
===== RESTART: C:/Python34/ugade
Введіть число від 1 до 1000: 500
Неправильно, введіть менше число
Введіть число від 1 до 1000: 250
Неправильно, введіть менше число
Введіть число від 1 до 1000: 125
Неправильно, введіть менше число
Введіть число від 1 до 1000: 65
Неправильно, введіть менше число
Введіть число від 1 до 1000: 35
Неправильно, введіть менше число
Введіть число від 1 до 1000: 18
Неправильно, введіть менше число
Введіть число від 1 до 1000: 9
Вітаємо! Ви виграли! Ваш виграш становить 40
|
```

а)

```
===== RESTART: C:/Py
Введіть число від 1 до 1000: 576
Неправильно, введіть менше число
Введіть число від 1 до 1000: 423
Неправильно, введіть менше число
Введіть число від 1 до 1000: 345
Неправильно, введіть менше число
Введіть число від 1 до 1000: 234
Неправильно, введіть менше число
Введіть число від 1 до 1000: 123
Неправильно, введіть більше число
Введіть число від 1 до 1000: 145
Неправильно, введіть більше число
Введіть число від 1 до 1000: 157
Неправильно, введіть більше число
Введіть число від 1 до 1000: 167
Неправильно, введіть більше число
Введіть число від 1 до 1000: 178
Неправильно, введіть більше число
Введіть число від 1 до 1000: 188
Неправильно, введіть більше число
На жаль, Ви програли. Спробуйте ще
Загадане число: 232
```

б)

Рис. 11. Тестування програмного коду гри «Вгадай число»

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Отже, узагальнивши відомості, зваживши всі переваги і недоліки, ми прийшли до висновку, що Python наразі є оптимальною мовою програмування для вивчення основ алгоритмізації у шкільному курсі інформатики, тому що:

- має простий синтаксис, програмний код легко читається;
- це об'єктно-орієнтована мова програмування високого рівня, призначена для розв'язування найрізноманітніших завдань;
- є кросплатформенною мовою, що дозволяє створювати програми, які будуть працювати у всіх операційних системах.
- є бібліотеки готових процедур для використання у своїх програмах. Це дозволяє створювати складні програми швидко.
- підтримує різні парадигми програмування.

Мова Python має потужну стандартну бібліотеку, яку користувач може розширювати власними бібліотеками й бібліотеками інших користувачів.

У статті ми навели деякі методичні підходи для вивчення алгоритмічної структури розгалуження та повторення, зокрема реалізацію циклу з післяумовою. На конкретних прикладах продемонстрували реалізацію окремих алгоритмів мовою Python. Звертаємо увагу, що з використанням мови Python такі класичні алгоритми як пошук мінімального (чи

максимального) елемента, обміну значеннями між змінними втрачають своє значення. Відповідно зміст навчання треба наповнювати іншими завданнями. На нашу думку, важливим проблемою вивчення основ алгоритмізації і програмування з використанням мови Python є підбір таких завдань, щоб в учнів якомога рідше виникало питання «навіщо нам вивчати алгоритм, якщо це можна зробити, використовуючи одну-дві функції мови Python?».

Подальші дослідження будуть спрямовані на методиці навчання опрацювання складних структур даних, зокрема списків, кортежів, словників, рядків, засобами мови Python.

Список використаних джерел

1. Базурін В. М. Порівняльний аналіз середовищ програмування мовою Python. Новітні комп'ютерні технології. Кривий Ріг : Видавничий центр ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2018. Том XVI. С. 281-292.
2. Інформатика для 10-11 класів (профільне навчання). URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/01/10-11-profilniy-riven.docx> (дата звернення 12.04.2020)
3. Інформатика. Навчальна програма вибірково-обов'язкового предмету для учнів 10-11 класів загальноосвітніх навчальних закладів (рівень стандарту). URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/informatika-standart-10-11.docx> (дата звернення 12.04.2020)
4. Морзе Н. В., Барна О. В., Вембер В. П. Інформатика: підр. для 8 кл. загальноосвіт. навч. Закладів.К. : УОВЦ «Оріон», 2016. 240 с.
5. Морзе Н. В., Барна О. В., Вембер В. П. Інформатика: підр. для 9 кл. загальноосвіт. навч. Закладів.К. : УОВЦ «Оріон», 2016. 208 с.
6. Морзе Н.В., Барна О.В. Інформатика. Підручник для 7 кл. закладів загальної середньої освіти. Київ: УОВЦ «Оріон», 2020. 176 с.
7. Руденко В.Д., Речич Н.В., Потієнко В. О. Інформатика (профільний рівень) : підруч. для 10 кл. закл. загал, серед, освіти. Харків : Вид-во «Ранок», 2019. 256 с.
8. Руденко В.Д., Речич Н.В., Потієнко В. О. Інформатика (профільний рівень) : підруч. для 11 кл. закл. загал, серед, освіти. Харків : Вид-во «Ранок», 2019. 256 с.
9. Юрченко А.О., Семеніхіна О.В., Хворостіна Ю.В., Удовиченко О.М., Петренко С.І. Навчання програмувати в старшій школі крізь призму чинних навчальних програм. Фізико-математична освіта. 2019. Випуск 2(20). Ч. 2. С. 48-55.
10. Яку мову програмування вивчати у школі. Комп'ютер у школі та сім'ї №8, 2013. С. 9-18.
11. Ривкінд Й.Я., Лисенко Т.І., Чернікова Л.А., Шакотко В.В. Інформатика : підруч. для 8-го кл. закл. заг. серед. освіти. К.: Генеза, 2021.256 с.
12. TIOBE Index. URL: <https://www.tiobe.com/tiobe-index/> (дата звернення: 26.09.2021).
13. Ковалюк Т.В. Основи програмування. К.:Видавнича група BHV, 2005. 384 с.

References

1. Bazurin, V.M. (2018) Comparative analysis of Python programming environments. The latest computer technology. Kryvyi Rih: Kryvyi Rih National University Publishing Center. Volume XVI. Pp. 281-292. [in Ukrainian].
2. Informatics for 10-11 grades (profile training). (2020) URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/01/10-11-profilniy-riven.docx> (access date 12.04. 2020). [in Ukrainian].
3. Informatics. Curriculum of elective-compulsory subject for students of 10-11 grades of secondary schools (standard level). (2020) URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/informatika-standart-10-11.docx> (accessed 12.04.2020). [in Ukrainian].
4. Morse, N.V., Barna, O.V., Wember, V.P. (2016). Informatics: ed. for 8 classes. general education. textbook Institutions.K. : УОВЦ «Оріон». 240 с. [in Ukrainian].
5. Morse, N.V., Barna, O.V., Wember, V.P. (2016). Informatics: ed. for 9 classes. general education. textbook Institutions.K. : УОВЦ «Оріон». 208 с. [in Ukrainian].
6. Morse, N.V., Barna, O.V. (2020). Computer Science. Textbook for 7 classes. general secondary education institutions. Kyiv: UORC Orion. 176 p. [in Ukrainian].
7. Rudenko, V.D., Rechich, N.V., Potienko, V.O. (2019). Informatics (profile level): textbook. for 10 classes. lock general, among, education. Kharkiv: Ranok Publishing House. 256 p. [in Ukrainian].
8. Rudenko, V.D., Rechich, N.V., Potienko, V.O. (2019). Informatics (profile level): textbook. for 11 classes. lock general, among, education. Kharkiv: Ranok Publishing House. 256 p. [in Ukrainian].
9. Yurchenko, A.O., Semenikhina, O.V., Khvorostina, Y.V., Udovychenko, O.M., Petrenko, S.I. (2019). Learning to program in high school through the prism of existing curricula. Physical and mathematical education. Issue 2 (20). Part 2. pp. 48-55. [in Ukrainian].
10. What programming language to study at school. (2013). Computer in school and family №8. P.9-18. [in Ukrainian].
11. Rivkind, Y.Y., Lysenko, T.I., Chernikova, L.A., Shakotko, V.V. (2021). Informatics: textbook. for the 8th grade. lock head among. education. K. : Genesis.256 p. [in Ukrainian].
12. TIOBE Index. URL: <https://www.tiobe.com/tiobe-index/> (date of application: 26.09.2021). [in English].
13. Kovalyuk, T.V. (2005). Basics of programming. K.: BHV Publishing Group. 384 p. [in Ukrainian].

METHODICAL ASPECTS OF STUDYING THE FUNDAMENTALS OF ALGORITHMIZATION AND PROGRAMMING LANGUAGE PYTHON SCHOOL COURSE IN INFORMATICS IN HIGH SCHOOL**Taras Kobylnyk¹, Uliana Kohut², Volodymyr Zhydyk²**¹Lviv Polytechnic National University, Ukraine²Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University, Ukraine

Abstract. *The article investigates the problems of studying the elements of programming in the school course of computer science.*

Formulation of the problem. *An important pedagogical problem is the formation and development of the algorithmic skills of students, the improvement of their professional training. The problems of improving the methodological system of teaching computer science in general secondary school require further research in order to find more effective forms, methods and means of teaching. It is necessary to ensure the formation in students of the competencies necessary for a conscious choice of the future profile of education. Students should understand the relationship between theoretical and applied informatics, know how to use various types of information technology in professional activities. And also the advantages of the Python language in teaching informatics and the features of their pedagogical use in teaching the basics of algorithms are determined.*

Materials and methods. *To achieve this goal, a set of methods was used: a systematic analysis of scientific works covering the problem of research, studying the domestic experience of studying programming elements in a school computer science course; generalization and substantiation of the theoretical foundations of using the PYTHON programming language in the school computer science course.*

Results. *The main characteristics of the Python programming language are considered and the possibilities of using this language in the process of teaching the basics of algorithmization in the school computer science course are presented. The study of the basics of algorithms and programming is one of the means of forming the operational style of thinking. Knowledge of this section presupposes the ability to formalize the task, determine the connections between the parts in it, choose the most effective algorithm for solving the problem, and the ability to correctly interpret and analyze the results obtained.*

Conclusions. *The Python language is one of the most popular programming languages. It finds its application in various fields. According to the labor market, there is a need for specialists who could create software products in the Python language. The institutions of general secondary education did not remain aloof from this process. School textbook authors are starting to incorporate Python into their content. Thus, there is a need for the development of teaching materials for the study of the elements of algorithmization and programming in Python. The methodological significance of this section of the school computer science course lies in the disclosure of the importance of algorithms. Fundamentals of Algorithmization and Programming is one of the main content lines of the computer science course in basic school.*

Key words: *institution of general secondary education, school course in computer science, the basics of algorithms, programming, programming language Python.*



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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



Коваленко В.В. Застосування хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки для професійного розвитку вчителів. *Фізико-математична освіта*, 2021. Випуск 5(31). С. 45-53.

Kovalenko V. Application of cloud oriented open science services for professional development of teachers. *Physical and Mathematical Education*, 2021. Issue 5(31). P. 45-53.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-031-5-007

УДК 378.046.4:009

В.В. Коваленко

Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, Україна
vako88@ukr.net

<https://orcid.org/000-0002-4681-5606>

ЗАСТОСУВАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СЕРВІСІВ ВІДКРИТОЇ НАУКИ ДЛЯ ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ

АНОТАЦІЯ

У статті проаналізовано особливості застосування хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки для професійного розвитку вчителів. Розглянуто важливість застосування принципів та інструментів відкритої освіти і науки для підвищення кваліфікації педагогічних працівників, особливо в умовах глобальної цифровізації. Підготовлено рекомендації щодо напрямів застосування хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки педагогічними працівниками: для самоосвіти і саморозвитку педагогічних працівників; для підготовки нових навчальних матеріалів і дослідницьких завдань для учнів; для роботи з обдарованими дітьми і добір для них додаткових навчальних і дослідницьких завдань; для демонстрації і візуалізації різноманітних природних і експериментальних процесів під час освітнього процесу; для перевірки на плагіат учнівських дослідницьких проектів.

Формулювання проблеми. Для даного дослідження важливим є аналіз особливостей застосування хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки для професійного розвитку вчителів. Тому, проаналізуємо процес підготовки майбутніх вчителів, приклади застосування хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки у практиці роботи ЗЗСО та підвищення кваліфікації педагогічних працівників із застосуванням сервісів відкритої науки.

Матеріали і методи. Для досягнення мети дослідження було використано теоретичні методи: аналіз, систематизація, узагальнення наукових джерел, аналіз наукових публікацій вітчизняних і закордонних вчених. Дослідження виконано в межах проекту «Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів» (реєстраційний номер 2020.02/0310), що реалізується за рахунок грантової підтримки Національного фонду досліджень України.

Результати. У дослідженні проаналізовано особливості застосування хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки для професійного розвитку вчителів. Зроблено висновок щодо важливості застосування принципів та інструментів відкритої освіти і науки для підвищення кваліфікації педагогічних працівників, особливо в умовах глобальної цифровізації. Підготовлено рекомендації щодо напрямів застосування хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки педагогічними працівниками: для самоосвіти і саморозвитку педагогічних працівників; для підготовки нових навчальних матеріалів і дослідницьких завдань для учнів; для роботи з обдарованими дітьми і добір для них додаткових навчальних і дослідницьких завдань; для демонстрації і візуалізації різноманітних природних і експериментальних процесів під час освітнього процесу; для перевірки на плагіат учнівських дослідницьких проектів.

Висновки. Проведене дослідження дає підстави зробити висновок, щодо важливості застосування принципів та інструментів відкритої освіти і науки для підвищення кваліфікації педагогічних працівників, адже в умовах глобальної цифровізації та карантинних обмежень викликаних хворобою COVID-19 саме на них покладена важливе суспільне завдання – не переривати освітній процес у закладах загальної середньої освіти, адже діти мають отримувати знання і здобувати освіту не зважаючи на суспільні обставини.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: відкрита наука, інструменти відкритої науки, цифрові технології, вчителі, професійний розвиток.

ВСТУП

Постановка проблеми. В сучасних умовах розвитку і поширенню парадигми відкритої науки сприяло розповсюдження цифрових технологій, що зумовило необхідність оновлення підходів до реалізації досліджень загалом та осучаснення підходів і змісту освіти зокрема. Цифрова трансформація характеризується інноваційністю, доступністю, безперервністю процесів, адаптивністю до нових задач, розвитком кадрового потенціалу та нових компетенцій, конкурентоспроможністю, підвищенням ефективності та ін. (Мар'єнко&Носенко&Сухих, 2020).

© В.В. Коваленко, 2021.

З метою реалізації принципів відкритої науки у Європі було створено проект «Європейська хмара відкритої науки» (EOSC). EOSC є віртуальним середовищем з відкритими сервісами для управління, зберігання, аналізу та повторного використання дослідницьких даних, об'єднує в собі існуючі наукові інфраструктури держав-членів ЄС. У Дорожній карті для впровадження EOSC описано шість напрямків реалізації «Європейської хмари відкритої науки» з конкретними етапами та пов'язаними з ними прикладами (EOSC Portal).

У дослідженні (Мар'єнко, 2020) зазначено, що хмаро орієнтовані системи відкритої науки надають дослідницьким спільнотам високопродуктивну хмарну інфраструктуру для зберігання наукоємних даних. Впровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки передбачає забезпечення як високої продуктивності, так і простоту використання не лише науковими спільнотами, але й у навчанні та професійному розвитку вчителів. Результатом є низка проектів, що використовують хмаро орієнтовані системи відкритої науки у природничих, біологічних науках та гуманітарних. Посилена потреба у розширенні інфраструктури хмаро орієнтованих систем і сервісів, що надаються для задоволення зростаючих потреб у даних наукових досліджень. Наразі стає можливим впровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки базуючись на нових технологіях, проведених уроків та нових дослідницьких проектів.

Також принципи відкритої науки сприятимуть ефективнішому подоланню розрив між дослідниками та вчителями. В основі розуміння відкритої науки закладено концепцію того, що дослідження повинно бути відтворюваним і прозорим, крім того вони мають довгострокову цінність завдяки ефективному збереженню та обміну даними. Використання принципів відкритої науки може бути корисним для навчання та професійного розвитку вчителів, для формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки. Впровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процес навчання і професійного розвитку вчителів призведе до підвищення рівня організації дистанційного та змішаного навчання в школах (Мар'єнко, 2021).

Погоджуємося із зазначенням у роботі (Мар'єнко, 2021) про те, що у 2020-2021 рр. в зв'язку з запровадженням карантинних заходів спричинених хворобою COVID-19 більшості шкіл України було переведено на дистанційну форму навчання. Незважаючи на активне застосування вчителями хмаро орієнтованих систем існують певні проблеми в організації навчання та професійного розвитку вчителів. Однією з основних проблем постає відсутність методик використання хмарних сервісів, що не є локалізованими, але безкоштовними для застосування для наукових та навчальних цілей. Використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки дозволить зробити навчальний процес більш науковим та академічним, призведе до вирішення окремих проблем академічної доброчесності серед вчителів та учнів (Мар'єнко, 2021). Тому вважаємо, що потребують подальшого дослідження різні аспекти застосування хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки для професійного розвитку вчителів.

У публікації (Мар'єнко&Шишкіна, 2020) представлено опитування освітян на тему: «Використання сервісів відкритої науки для постановки і дослідження стану наукової проблеми». Результати проведено опитування показали, що більшість респондентів в першу чергу цікавляться матеріалами своїх колег з престижних фахових журналів. Лише четверта частина респондентів взагалі знає, що таке відкрита наука. А це в свою чергу, також, підтверджує актуальність та доцільність нашого дослідження, щодо особливості застосування хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки для професійного розвитку вчителів.

Аналіз актуальних досліджень. Про особливості впровадження принципів відкритої освіти і відкритої науки описано у публікаціях: Бикова В.Ю., Лещенко М.П., Олійника В.В., Яцишин А.В. та ін. Різні аспекти застосування інструментів відкритої науки розглянуто у дослідженнях: Вакалюк Т.А., Василенко А.Ю., Литвинової С.Г., Мар'єнко М.В., Носенко Ю.Г., Шишкіної М.П. та у дослідженнях зарубіжних вчених. Наразі в Україні організовують різні заходи щодо запровадження хмарних технологій відкритої науки в навчальний процес та обміну досвідом кращими освітніми практиками. Саме цій тематиці присвячений міжнародний семінар «Хмарні технології в освіті» (Cloud Technologies in Education, CTE), що проводиться щорічно з 2012 р. (<https://cte.ccjournals.eu/cte2020/>).

Мета статті: проаналізувати особливості застосування хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки для професійного розвитку вчителів.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення мети дослідження було використано теоретичні методи: аналіз, систематизація, узагальнення наукових джерел, аналіз наукових публікацій вітчизняних і закордонних вчених. Дослідження виконано в межах проекту «Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів» (реєстраційний номер 2020.02/0310), що реалізується за рахунок грантової підтримки Національного фонду досліджень України.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Європейська комісія розпочала проект «Європейська хмарна ініціатива для побудови конкурентоспроможної економіки та знань у Європі» (EOSC) для підтримки відкритої науки. Завдяки даному проекту дослідники з різних європейських країн можуть опрацьовувати величезні обсяги наукових даних та ділитися своїми результатами, одночасно покращуючи доступ до нових наукових результатів, даних та інновацій (European Commission / Shaping Europe's digital future. Open Science). У документі «Європейська хмара відкритої науки: нова парадигма для інновацій та технологій» описано EOSC як надійну цифрову платформу для наукової громади, що забезпечує надання безшовного доступу до даних та сумісних послуг, які стосуються всього цілу отримання даних з наукового дослідження (збір, управління, зберігання, аналіз та повторне використання даних).

Також, існує проект «Послуги для Європейської хмари відкритої науки» (EOSC-hub). Цей проект об'єднує багатьох постачальників послуг і утворює єдину контактну точку для європейських дослідників – це означає широкий доступ до послуг, програмного забезпечення для досліджень та розширення співпраці. З EOSC-hub тісно пов'язані ініціативи: OpenAIRE-Advance, GEANT 4.2, eInfraCentral, RDA Europe 4.0 та EOSCpilot з метою забезпечення послугами дослідницької спільноти по всій Європі.

В документі «Відкриті інновації, Відкрита наука, Відкритість до світу – візія для Європи» описано перспективи роботи до 2030. Вказано, що відкрита наука стала реальністю і пропонує цілий ряд нових, необмежених можливостей для досліджень та відкриттів у всьому світі. Має бути забезпечений безкоштовний доступ до всіх наукових даних, що фінансуються державою. Парадигма Відкритої науки (Shaping Europe's digital future. Open Science) ґрунтується на ідеї трансформації науки за допомогою цифрових технологій, щоб зробити дослідження глобальним, відкритим, спільним, творчим та наближеними до суспільних потреб.

У дослідженні Василенко А.Ю. (Василенко, 2019) вказано, що однією з тенденцій розвитку правил міжнародної наукової співпраці в межах Європейського дослідницького простору є застосування політики відкритої науки, зокрема відкритого доступу до наукових даних, що може розглядатися як симбіоз наукової та, частково, інформаційної політик. На практиці політику відкритої науки, з урахуванням сучасного етапу розвитку людства, найбільш ефективно можна реалізувати за допомогою окремого різновиду цифрових інфраструктур – е-інфраструктур. Впровадження політики відкритої науки на національному рівні в окремих державах має свої характерні риси. На прикладі Франції проаналізовано застосування парадигми відкритої науки на державному рівні. Описано можливе вдосконалення роботи органів державної влади, зокрема у сфері моніторингу реалізації парадигми відкритої науки. Показано роль е-інфраструктур, зокрема репозитаріїв наукових даних для застосування парадигми відкритої науки. Потребують подальшого аналізу підходи для подальшого використання міжнародного досвіду під час процесу формування національної політики відкритої науки в Україні (Василенко, 2019).

У 2017 р. комісією при МОН України було підготовлено дорожню карту інтеграції України до Європейського дослідницького простору (ERA-UA), 5-й пріоритет даного документа містить підрозділ «Відкрита наука і цифрові інновації». Також, розроблено документи «Цифрова аджента України – 2020» та «Концепція цифрової економіки та суспільства» (2018 р.). І створено Міністерство цифрової трансформації України.

Для нашого дослідження важливим є аналіз особливостей застосування хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки для професійного розвитку вчителів. Тому, проаналізуємо процес підготовки майбутніх вчителів, приклади застосування хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки у практиці роботи ЗЗСО та підвищення кваліфікації педагогічних працівників із застосуванням сервісів відкритої науки.

Академік Биков В.Ю. у публікації (Биков, 2019 р.) розглядає сучасні тенденції розвитку інформаційного суспільства та проблеми впровадження цифрових технологій у вітчизняній освіті і науці; обґрунтовує пріоритети, технологічні принципи побудови інформаційно-освітнього середовища; визначає пріоритетні заходи для цифрової трансформації суспільства, а саме: впровадження на державному рівні процедур забезпечення необхідних рівнів досконалості електронних освітніх ресурсів; розроблення стандартів цифрових компетентностей суб'єктів освітнього процесу; розроблення та впровадження програми підвищення обізнаності громадян з питань кібербезпеки; створення технологічної інфраструктури закладів освіти на основі хмарних технологій та ін.

У роботі (Лупаренко&Мар'єнко&Носенко&Сухіх&Шишкіна, 2020) описано найбільш доцільні шляхи застосування компонентів «Європейської хмари відкритої науки» в освітньому процесі: гнучкість добору окремих її інструментів є досить зручною властивістю для організації навчального процесу як установи, так і окремих її структурних підрозділів; можливість використання EOSC в рамках окремих предметів чи навчальних дисциплін з їх подальшою інтеграцією та встановленням міжпредметних (міждисциплінарних) зв'язків; одночасне використання закладами освіти та науковими установами спільного набору сервісів задля співпраці (колаборації).

Шишкіна М.П. у публікації (Шишкіна, 2020) розглядає особливості формування віртуальних систем відкритої науки у закладах вищої освіти, що є суттєвою передумовою підготовки ІКТ-компетентних фахівців, здатних до активного, науково обґрунтованого застосування сучасних ІКТ у своїй професійній діяльності. Встановлено, що завдяки залученню в освітній процес закладів освіти засобів і сервісів науково-освітніх хмаро орієнтованих платформ, вдається досягти позитивних змін у здійсненні навчальної і наукової діяльності, поліпшенні її якісних і кількісних показників, застосуванні нових форм і моделей її організації, що позитивно впливає як на результати навчання, так і на розвиток наукових досліджень, поліпшення рівня їх організації, підвищення ефективності. Узагальнено досвід використання відкритих хмаро орієнтованих систем відкритої науки для спільної роботи; підтримування комунікації; адаптивного управління контентом; створення і використання електронних освітніх ресурсів та ін.

У колективному дослідженні (Шишкіна&Попель, 2019) описано перспективи та сучасні європейські тенденції використання хмарних сервісів у системах відкритої науки; визначено можливості застосування хмарного сервісу Office 365 для експериментальної діяльності; представлено досвід впровадження окремих сервісів хмаро орієнтованого середовища у роботі наукової установи. Застосування хмарних сервісів сприяє побудові більш зручних, масштабованих систем організації доступу до електронних ресурсів для освітніх цілей і проведення наукових досліджень, покращуються умови для колективної роботи з програмними додатками зі зняттям географічних і часових обмежень, таким чином відбувається реалізація принципів відкритої науки та освіти.

Рябова З.В. та Єльнікова Г.В. умовно розділяють виклики, що наразі спонукають до стрімкого розвитку системи освіти та її цифровізації, на зовнішні та внутрішні. Зовнішні вміщують в себе: 1) глобальний перехід освіти в online формат та модернізацію стратегічних цілей освіти в умовах цифровізації; 2) розбудова системи якості освіти як внутрішньої, так і зовнішньої й необхідність її цифрового забезпечення. Окреслене передбачає розроблення й опанування новими цифровими технологіями організації освітнього процесу, що й визначає сутність пролонгованого професійного зростання фахівця. Отже, в сучасних умовах провідним попитом у системі підвищення кваліфікації фахівців є розвиток гнучких навичок «Soft skills», які забезпечують високу продуктивність та результативність професійної діяльності (Рябова&Єльнікова, 2020).

У дослідженні (Рябова&Єльнікова, 2020) уточнено структуру професійної компетентності педагогів: спроможність особистості педагога до ефективної педагогічної діяльності з використанням цифрових сервісів; цифрові навички (використання Zoom, BigBlueButton (Open Source Web Conferencing), Google Meet тощо для організації освітнього процесу й поширення інформації про навчальний контент у режимі реального часу); навички успішності професійної діяльності на основі проектного типу мислення як в реальному, так і в цифровому просторі. Вчені підкреслюють, що провідною навичкою

стає опитування здобувачів освіти із застосуванням різних Інтернет-конструкторів для складання тестів перевірки навчального контенту та зворотного зв'язку.

Окрім активного обговорення та пасивної участі у різних наукових заходах (конференціях, вебінарах, семінарах, тренінгах, майстер-класах) вчитель може бути ініціатором власних веб-заходів, організаторами яких можуть бути декілька вчителів, метою яких є обмін накопиченим педагогічним досвідом та обговорення ключових тенденцій розвитку, досягнень та відкриттів педагогічної науки та практики. «Модель сучасного вчителя передбачає готовність до застосування нових педагогічних ідей, здатність безперервно навчатися та розвиватися, бути у постійному творчому пошуку та самовдосконалюватися». А забезпечити цю потребу може прогресивний та ефективний інструмент самоосвіти – ІКТ, що дозволяють зекономити час, є зручними для використання (Крива&Пилипець, 2018).

Погоджуємося із зазначеним у роботі (Мар'єнко, 2021), про те, що «Впровадження принципів відкритої науки – це великий потенціал для прискорення як внутрішньо академічних, так і зовнішніх суспільних процесів навчання та створення нових знань, пришвидшення дослідницьких та інноваційних процесів для пошуку рішень для досягнення цілей сталого розвитку та головних викликів суспільства, а також вдосконалення процесу навчання і професійного розвитку вчителів. Відкрита інноваційна практика, що базується на використанні відкритих наукових результатів для впровадження інновацій у сфері освіти за межами закладів освіти». Також, у публікації [17] описано загальні принципи формування хмаро орієнтованих систем, а саме: індивідуалізації, варіативності, інтерактивності, інтеграції та надійності. Специфічними підходами до формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки є такі: часовий, інтеграційний, науковий, особистісно-орієнтований та проектувальний.

Мар'єнко М.В. у власному дослідженні зазначає, що «існує взаємозв'язок між відкритою наукою та відкритою освітою, що цілі та принципи відкритої науки можна впровадити в закладах вищої освіти». Також, дослідниця вказує на те, що хмаро орієнтовані системи відкритої науки майже не використовуються в закладах вищої освіти та на курсах підвищення кваліфікації вчителів. Тобто існують проблеми з використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки через недостатню їх розробленість. Методика використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів має включати такі засоби навчання, щоб охопити різні потреби вчителів залежно від форми та навчальних предметів. Методика використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання майбутніх вчителів містить наступні компоненти: цільовий, змістовий, технологічний та результативний. Використання вчителями хмаро орієнтованих систем відкритої науки в рамках шкільних предметів сприяє урізноманітненню освітнього процесу та призведе до підвищення його науковості (Мар'єнко, 2021).

Литвинова С.Г. у публікації (Литвинова, 2021) досліджено проблему застосування сервісів хмаро орієнтованих систем для професійного розвитку вчителів ліцеїв, як нового типу закладу освіти. «Специфіка ліцеїв, зокрема природничо-математичних, фізико-математичних, медичних, хіміко-технологічних та ін. потребує додаткових сервісів для демонстрації процесів живої та неживої природи. Для вирішення цієї проблеми вчителі ліцеїв можуть використовувати комп'ютерне моделювання та сервіси хмари відкритої науки». До прикладу, надання вчителям доступ до хмаро орієнтованого середовища AiiDA, де є можливість запускати та керувати робочими процесами за допомогою спеціальних веб-програм та веб-переглядача. Вчителю надається низка додаткових сервісів: записи лекцій та інтерв'ю присвячених окремим аспектам та результатам новаторських досліджень у галузі молекулярного моделювання та моделювання матеріалів; збірка коротких навчальних курсів з обраних тем, проведених запрошеними лекторами. Використавши веб-додаток 3DBIONOTES-WS можливо здійснити демонстрацію дослідження вчених в онлайн-режимі та показати перебіг різних дослідження й отримати результати. Також, дослідницею запропоновано здійснювати добір засобів і сервісів за категоріями, що охоплюють весь спектр освітньої діяльності вчителя та використовувати інноваційні підходи та технології такі, як сервіси хмари відкритої науки та системи комп'ютерного моделювання.

До прикладу, опишемо позитивний досвід шведської організації «VA (Public&Science)» щодо впровадження інструментів відкритої науки для суспільства і шкільної освіти. VA (Public&Science) – це шведська неприбуткова організація (заснована у 2002 р.). Членами VA є 90 організацій (університети, органи влади, асоціацій та компаній). Організація VA бере участь у проектах із спільно з європейськими партнерами та установами та є членом ECSA (European Citizen Science Association), ECSITE (Європейська мережа наукових центрів та музеїв) та EUSEA (European Science Engagement Association). На сайті «VA (Public&Science)» зазначено, що «Відкрита наука – це зробити дослідження більш доступним та прозорим для інших дослідників та широкого суспільства». VA організовує багато заходів та заходів, спрямованих на стимулювання діалогу між дослідниками та громадськістю новими способами. Це шведський національний координатор щорічного європейського наукового фестивалю «Європейська ніч дослідників». В рамках «Європейської ночі дослідників» VA також проводить Гран-прі дослідників, конкурс наукових комунікацій для дослідників та масові експерименти в школах, які залучають учнів до реальних досліджень. Діяльність включає також конференції, наукові кафе та вебінари для вчених. Сюди входить щорічний барометр VA щодо загального ставлення шведської громадськості до науки та дослідників (Яцишин, 2021).

Організація VA бере активну участь у проектах, що сприяють впровадженню парадигми відкритої науки, а саме: «Європейська ніч дослідників» – проводиться щорічний науковий проект в рамках фестивалю науки ForskarFredag, за яким громадськість та учнів зі шкіл по всій Швеції запрошуються взяти участь у реальних дослідженнях; ЕС – Громадянин. Наука – розробка європейської платформи для громадянської науки; ARCS – наука про громадян для всіх – розробка шведського веб-порталу для науки про громадян; Відкрита наука ORION – зробити дослідження в галузі наук про життя та біомедицину більш відкритими та включити більше соціальних перспектив у процес дослідження; Інструменти RRI – за цим проектом було розроблено набір інструментів для підтримки відповідальних досліджень та інновацій; SciShops; Відкриті наукові семінари – семінари з відкритої науки для університетів Швеції (Яцишин, 2021).

У роботі (Мар'єнко&Шишкіна, 2020) розглянуто сервіс відкритого доступу arXiv, описано основи роботи з даним сервісом та особливості його використання для освітніх цілей. Сервіси спільної роботи над навчальними проектами теж можна вважати сервісами відкритої науки, оскільки більшість з них мають інструментарій для подальшого, публічного оприлюднення отриманих результатів. Також, наведено огляд месенджера Discord (в якому є інструментарій задля

створення відкритих спільнот (серверів) з метою подальшого приєднання будь-якого користувача), що останнім часом претендує на використання в хмаро орієнтованих системах, містить інструменти, які є хмарними та легко інтегрується з іншими сервісами завдяки відкритому коду.

Погоджуємося з тим, що «... багато відкритих наукових інструментів можуть покращити взаємозв'язки між дослідниками та вчителями, щоб викрити всі аспекти дослідницького процесу та полегшити впровадження практичних розробок в галузі освіти та педагогіки». Співпраця, можливо призведе до того, що новий програмний продукт створюватиметься шляхом обміну ідеями, щоб збалансувати потреби різних секторів та установ (навчальних та наукових). Поступове вдосконалення існуючих методик та методичних систем призведе до якісної зміни навчального процесу та професійного розвитку вчителів, що в свою чергу модернізує в шкільній практиці засоби та методи (Мар'єнко, 2021).

Проте існують соціокультурні, технічні та інституційні проблеми сприйняття відкритої науки, включаючи практичні підходи для подолання цих перешкод у програмах підготовки та курсів підвищення кваліфікації педагогічних працівників (Мар'єнко, 2021).

У дослідженні (Мар'єнко, 2020) наголошено, що розглядаючи різні хмаро орієнтовані системи з точки зору відкритої науки, не всі вони відповідають основним принципам відкритої науки. Це мають бути хмарні сервіси, що розміщені на одній платформі та є загальнодоступними, безкоштовними у використанні і містити контент, що є відкритим для інших користувачів. Попри це, попередня реєстрація в хмаро орієнтованій системі не обов'язкова.

Завдяки ширшому залученню у процес наукових досліджень засобів і сервісів науково-освітніх мереж, зокрема хмаро орієнтованих, а також різних типів корпоративних хмарних сервісів вдається досягти позитивних змін у здійсненні цієї діяльності, поліпшенні її якісних і кількісних показників, застосуванні нових форм і моделей її організації, що позитивно впливає як на результати навчання, так і на розвиток наукових досліджень, поліпшення рівня їх організації, підвищення ефективності (Шишкіна&Попель, 2019).

Проаналізуємо детальніше основні напрями застосування хмаро орієнтованих технологій відкритої науки для професійного розвитку вчителів. У публікації (Рябова&Єльнікова, 2020) визначено чотири блоки навичок успішної професійної діяльності: 1) методи мислення (критичне мислення, креативність, проектний тип мислення, самостійне ухвалення рішень); 2) засоби праці (вільне володіння цифровими технологіями); 3) методи роботи (колаборативність та креативність); 4) блок навичок, що потрібні для успішної життєдіяльності (професійна діяльність, громадянська позиція, особиста й соціальна відповідальність). З метою забезпечення розвитку цифрових навичок потребують модернізації змістові складові освітніх програм закладу освіти на цифровій проектноорієнтованій основі, що сприятиме кращому формуванню у фахівців м'яких навичок. Саме такий підхід забезпечить фахівцям, які завершать відповідний курс підвищення кваліфікації, спроможність отримання нових компетенцій з одночасним набуттям необхідних компетентностей (зокрема, цифрових) для ефективного виконання власних посадових обов'язків (Рябова&Єльнікова, 2020).

Для часткового вирішення описаних вище проблем щодо підвищення кваліфікації педагогічних працівників в умовах цифрової трансформації є створено низку електронних освітніх курсів, що спрямовані на формування навичок «Hard skills і Soft skills так і Digitalskills». До прикладу, це курс «Управління закладом освіти як проектноорієнтованою організацією», що спрямований на формування професійної компетентності управлінця закладу освіти. «Опановуючи зміст курсу, слухачі набувають уміння використовувати цифрові технології в професійній діяльності для вирішення питань надання якісних освітніх послуг закладом освіти. Це і проведення заходів (наприклад, навчальних занять, нарад, консультацій тощо) цифровими засобами, це і створення е-опитування (проведення голосування) визначення результативності навчання або стану виконання рішень за допомогою електронних таблиць та форм та ін.» (Рябова&Єльнікова, 2020).

Наразі, щоб переорієнтувати акцент від загальноприйнятого підходу до подальшого вдосконалення освіти, результати навчання можуть виступати засобом для вимірювання навчальної здатності учнів. Вчителі природничо-математичних предметів, що в подальшому будуть працювати в наукових ліцеях, мають орієнтуватись на самостійно-пізнавальну діяльність ліцеїстів, оскільки ця діяльність відмінна від самостійної роботи. Самостійно-пізнавальна діяльність можлива не лише на занятті, але й дистанційно та може бути зорієнтована на самостійну підготовку до наступного заняття. Тому, в хмаро орієнтованій системі слід передбачити використання як окремих форм роботи: групових, індивідуальних, фронтальних, так і їх поєднання. Зрозуміло, що використання подібної системи призведе до зміни мети та змісту традиційного навчання (Мар'єнко, 2020).

Під час створення хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї варто враховувати такі її складники: по-перше – основу для застосувань знань з математики, техніки, інформатичних та гуманітарних наук, сучасних інструментів для успішного проектування, розробки та обслуговування комп'ютерних систем та динамічних процесів для досягнення педагогічних завдань вчителів та навчальних для учнів; по-друге – спеціальний інструментарій як результат впливу технологій на суспільство, що допоможе з пошуком розв'язку сучасних, педагогічних проблем вчителів природничо-математичних предметів. Даний інструментарій має задовольняти потребу вчителів у навчанні протягом усього життя; по-третє – застосування хмарних сервісів допоможе вчителям брати дистанційну участь у командно-орієнтованих, відкритих заходах, які готують їх до роботи в інтегрованому цифровому середовищі; по-четверте – сприяння у розвитку педагогічної кар'єри вчителів, науково-дослідних розробках та привнесення практичної цінності наукових досліджень (як вчителів так і ліцеїстів). Тому, вчителям варто навчитися використанню розподілених обчислень та хмарних сервісів, щоб успішно підготуватись до роботи в наукових ліцеях (Мар'єнко, 2020).

У роботі (Вакалюк&Мар'єнко, 2021) описано структуру дистанційного курсу «Хмарні сервіси відкритої науки для освітян», визначено його завдання, знання і вміння, які опановує учасник курсу по його успішному завершенню. У результаті вивчення даного дистанційного курсу учасник повинен: 1) знати (означення понять: відкрита наука, сервіс, хмарний сервіс, система; основні переваги використання хмарних сервісів; етапи наукового дослідження; спеціалізовані хмарні сервіси (як засіб впровадження відкритої науки) та їх різновиди; сервіси спільного опрацювання даних; сервіси спільної роботи над навчальними проектами; сервіси відеоконференцій як сервіси організації спільної роботи; структуру хмари відкритої науки та класифікацію її сервісів; етапи створення проекту в хмарі відкритої науки; 2) уміти: аналізувати, оцінювати та обирати ІКТ

для кожного етапу дослідження; використовувати сервіси відкритого доступу до наукових матеріалів та здійснювати пошук наукових публікацій; володіти основами роботи зі спеціалізованим хмарним сервісом; застосовувати сервіси відеоконференцій для організації спільної роботи; розробляти власний проєкт з використанням інструментарію хмари відкритої науки; додавати окремі сервіси до проєкту хмари відкритої науки. Також, у публікації [8] представлено процентний розподіл використання спеціалізованих хмарних сервісів учителями в залежності від типу уроків. З метою з'ясування стану сформованості компетентностей відкритої науки та оцінювання ефективності використання хмари орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї, виконувались констатувальні зрізи наступних складників: навички та досвід роботи у власній дисциплінарній спільноті та поза нею; навички та досвід щодо даних досліджень управління, аналізу/використання/повторного використання, розповсюдження. Зроблено висновок, що застосування хмари орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї сприяло підвищенню окремих компонентів компетентностей відкритої науки в освітан [8]. Для проходження даного курсу і отримання відповідного сертифікату можливо звернутися до його розробників і реалізаторів, а саме це Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України та Державний університет «Житомирська політехніка».

Отже, на підставі аналізу наукової літератури (Вакалюк&Мар'єнко, 2021; Литвинова, 2021; Мар'єнко, 2020; Носенко&Сухих, 2020; Шишкіна&Попель, 2019) та власного досвіду (Коваленко&Литвинова&Мар'єнко&Шишкіна, 2020) розглянуто особливості застосування хмари орієнтованих сервісів відкритої науки і зроблено візуалізацію основних напрямів застосування даних сервісів педагогічними працівниками (рис.1).

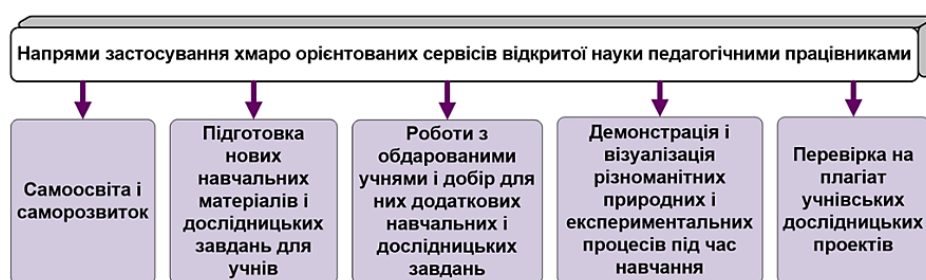


Рис. 1. Напрями застосування хмари орієнтованих сервісів відкритої науки педагогічними працівниками

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Проведене дослідження дає підстави зробити висновок, щодо важливості застосування принципів та інструментів відкритої освіти і науки для підвищення кваліфікації педагогічних працівників, адже в умовах глобальної цифровізації та карантинних обмежень викликаних хворобою COVID-19 саме на них покладена важливе суспільне завдання – не переривати освітній процес у закладах загальної середньої освіти, адже діти мають отримувати знання і здобувати освіту не зважаючи на суспільні обставини. Здійснивши аналіз наукових джерел та практичного досвіду було зроблено кілька узагальнень та підготовлено рекомендації щодо напрямів застосування хмари орієнтованих сервісів відкритої науки педагогічними працівниками:

1. Для самоосвіти і саморозвитку педагогічних працівників (оскільки їх застосування забезпечує відкритий доступ до результатів наукових досліджень, сприяють пришвидшенню виконання досліджень та обміну досвідом, допомагають в реалізації спільних ініціатив, наукової комунікації і міжнародній співпраці та ін.)
2. Для підготовки нових навчальних матеріалів і дослідницьких завдань для учнів (їх застосування забезпечує осучаснення навчальних матеріалів і дослідницьких завдань та ознайомлення і актуальними науковими дослідженнями та їх результатами, що проводяться в усьому світі).
3. Для роботи з обдарованими дітьми і добір для них додаткових навчальних і дослідницьких завдань. З метою підготовки учнів для участі в різних олімпіадах і змаганнях.
4. Для демонстрації і візуалізації різноманітних природних і експериментальних процесів під час освітнього процесу (показ таких відео і фото сприяє актуалізації та кращому засвоєнню навчального матеріалу).
5. Для перевірки на плагіат учнівських дослідницьких проєктів.

Подальшого дослідження потребує детальний аналіз сервісів та інструментів відкритої освіти з метою застосування їх для самоосвіти педагогічних працівників.

Список використаних джерел

1. Beck M. W. et al. 2020. The importance of open science for biological assessment of aquatic environments. *PeerJ*. 2020. 8:e9539. DOI : 10.7717/peerj.9539.
2. Budroni P., Claude-Burgelman J., Schoupe M. Architectures of Knowledge: The European Open Science Cloud. *ABI Technik*, 2019. 39, 130-141.
3. EOSC Portal – A gateway to information and resources in EOSC. URL: <https://eosc-portal.eu/>.
4. European Commission / Shaping Europe's digital future. Open Science. URL: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/open-innovation-open-science-open-world-vision-europe>.
5. Heck T., Peters I., Mazarakis A., Scherpc A., Blümel I. Open Science Practices in Higher Education : Discussion of Survey Results from Research and Teaching Staff in Germany. *Education for Information*. 2020. No. 36. P. 301-323. DOI: 10.3233/EFI-190272.
6. Shaping Europe's digital future. Open Science. URL: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/open-innovation-open-science-open-world-vision-europe>.

7. Биков В.Ю. Цифрова трансформація суспільства і розвиток комп'ютерно-технологічної платформи освіти і науки України. *Матеріали метод семінару НАПН України "Інформаційно-цифровий освітній простір України: трансформаційні процеси і перспективи розвитку"*. 4 квітня 2019 р. К., 2019. С. 20-26.
8. Вакалюк Т.А., Мар'єнко М.В. Досвід використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки в процесі навчання і професійного розвитку вчителів природничо-математичних предметів. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2021, №1(81). С.340-355. DOI: 10.33407/itlt.v81i1.4225.
9. Василенко А.Ю. Розвиток та реалізація політики відкритої науки в державах ЄС: приклад Франції. *Державне управління: теорія та практика*. №1. 2019. С. 71-77.
10. Коваленко В., Литвинова С., Мар'єнко М., Шишкіна М. Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів: зміст основних понять дослідження. *Фізико-математична освіта*. 2020. Вип. 3(25). Частина 2. С. 67-74.
11. Корсікова К.Г. Самоосвіта сучасного вчителя як безперервний процес удосконалення педагогічної майстерності. *Технології, інструменти та стратегії реалізації наукових досліджень*. 20 березня 2020 р. С. 97-99.
12. Крива М., Пилипець С. Реалізація професійної самоосвіти вчителя початкових класів у сучасному освітньому інформаційно-комунікаційному просторі. *Молодь і ринок*. 2018. №10(165). DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4634.2018.142322>.
13. Литвинова С.Г. Засоби і сервіси хмаро орієнтованих систем відкритої науки для професійного розвитку вчителів ліцеїв. *Науковий вісник ужгородського університету. серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*. 2021. Вип. 1 (48). С. 225-230.
14. Лупаренко Л.А., Мар'єнко М.В. Носенко Ю.Г., Сухіх А.С., Шишкіна М.П. Концептуальний апарат дослідження: хмаро орієнтовані системи відкритої науки в навчанні і професійному розвитку вчителів. Вип. 29. Т. 2. 2020. С. 179-182.
15. Мар'єнко М. В. Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів як наукова проблема. *Житомирська політехніка*. 2020. С. 138-139.
16. Мар'єнко М.В. Методика використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів. *Фізико-математична освіта*. 2021. Випуск 3(29). С. 99-104.
17. Мар'єнко М.В. Принципи, методи і підходи до формування хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів. *Фізико-математична освіта*. 2021. Випуск 1(27). С. 62-66.
18. Мар'єнко М.В. Психолого-педагогічні особливості формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. *Тези доповідей XI Міжнар. конф. «Інформаційно-комп'ютерні технології – 2020 (ІКТ-2020)»*, Житомир, 2020. С. 208-209.
19. Мар'єнко М.В., Носенко Ю.Г., Сухіх А.С. Розроблення проблеми використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у вітчизняному освітньому просторі. *Освітній дискурс*. 2020. № 10(27). DOI: 10.33930/ed.2019.5007.27(10)-7.
20. Мар'єнко М.В., Шишкіна М.П. Платформа відкритої науки та застосування її компонентів в освітньому процесі. *Інформаційні технології в освіті*. 2020. 4(45).
21. Носенко Ю.Г., Сухіх А.С. Відкрита наука в контексті побудови суспільства знань і цифрових перетворень європейського простору. *Фізико-математична освіта*. 2020. Випуск 4(26). С. 85-92.
22. Рябова З.В., Єльнікова Г.В. Професійне зростання педагогів в умовах цифрової освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020, Том 80, №6. С.369-385. DOI: 10.33407/itlt.v80i6.4202.
23. Шишкіна М., Попель М. Хмарні сервіси відкритої науки в освітньо-науковому середовищі університету / VII Міжнар. наук.-практ. конф. "Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві і природокористуванні '2019", 15-16 травня 2019 р., НУБіП України, Київ. С. 232-234.
24. Шишкіна М.П. Організація навчального й наукового співробітництва у віртуальних системах відкритої науки у закладах вищої освіти. *Освіта дорослих: теорія, досвід, перспективи*. 2020. Вип. 2 (18). С. 122-130.
25. Яцишин А.В. Теоретико-методичні основи використання цифрових відкритих систем у підготовці аспірантів і докторантів з наук про освіту: дисертація ... д.пед.н.; 13.00.10 – Інформаційно-комунікаційні технології в освіті / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. К., 2021. 636 с.

References

1. Beck M. W. et al. (2020). The importance of open science for biological assessment of aquatic environments. *PeerJ*. 2020. 8:e9539. DOI : 10.7717/peerj.9539. [in English]
2. Budroni P., Claude-Burgelman J. & Schoupe M. (2019) Architectures of Knowledge: The European Open Science Cloud. *ABI Technik*. 39, 130-141. [in English]
3. EOSC Portal – A gateway to information and resources in EOSC. URL: <https://eosc-portal.eu/>. [in English]
4. European Commission / Shaping Europe's digital future. Open Science. URL: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/open-innovation-open-science-open-world-vision-europe>. [in English]
5. Heck T., Peters I., Mazarakis A., Scherpc A. & Blümel I. (2020) Open Science Practices in Higher Education : Discussion of Survey Results from Research and Teaching Staff in Germany. *Education for Information*. No. 36. P. 301-323. DOI: 10.3233/EFI-190272. [in English]
6. Shaping Europe's digital future. Open Science. URL: <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/open-innovation-open-science-open-world-vision-europe>. [in English]
7. Bykov, V. Yu. (2019) Tsyfrova transformatsiia suspilstva i rozvytok kompiuterno-tekhnologichnoi platformy osvity i nauky Ukrainy [Digital transformation of society and development of computer-technological platform of education and science of Ukraine]. *Materials of the method of the seminar of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine "Information and digital educational space of Ukraine: transformation processes and prospects of development"*. April 4, 2019 – K., p.20-26. [in Ukrainian]
8. Vakalyuk TA., Marienko M. (2021) Dosvid vykorystannia khmaro oriientovanykh system vidkrytoi nauky v protsesi navchannia i profesiinoho rozvytku vchyteliv pryrodnycho-matematychnykh predmetiv [Experience of using cloud-oriented systems of open

- science in the process of teaching and professional development of teachers of natural sciences and mathematics]. *Information Technologies and Learning Tools*, №1(81). p.340-355. DOI: 10.33407/itlt.v81i1.4225. [in Ukrainian]
9. Vasilenko A.Yu. (2019) Rozvytok ta realizatsiia polityky vidkrytoi nauky v derzhavakh YeS: pryklad Frantsii [Development and implementation of open science policy in the EU: the example of France] *Public administration: theory and practice*. №1. p.71-77. [in Ukrainian]
 10. Kovalenko V., Litvinova S., Marienko M. & Shishkina M. (2020) Khmaro oriientovani systemy vidkrytoi nauky u navchanni i profesiinomu rozvytku vchyteliv: zmist osnovnykh poniat doslidzhennia [Cloud-oriented systems of open science in teaching and professional development of teachers: the content of the basic concepts of the study]. *Physical and Mathematical Education*. Issue. 3(25). p. 67-74. [in Ukrainian]
 11. Korsikova KG (2020) Samoosvita suchasnoho vchytelia yak bezperervnyi protses udoskonalennia pedahohichnoi maisternosti. [Self-education of a modern teacher as a continuous process of improving pedagogical skills]. *Technologies, tools and strategies for research*. March 20, 2020. p.97-99. [in Ukrainian]
 12. Kryva M. & Pylypets S. (2018) Realizatsiia profesiinoi samoosvity vchytelia pochatkovykh klasiv u suchasnomu osvitnomu informatsiino-komunikatsiinomu prostori [Implementation of professional self-education of primary school teachers in the modern educational information and communication space]. *Youth and the market*. №10(165). DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4634.2018.142322>. [in Ukrainian]
 13. Litvinova S. (2021) Zasoby i servisy khmaro oriientovanykh system vidkrytoi nauky dlia profesiinoho rozvytku vchyteliv litseiv [Tools and services of cloud-based open science systems for professional development of lyceum teachers]. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University. series: "Pedagogy. Social work"*. Issue. 1 (48). p. 225-230. [in Ukrainian]
 14. Luparenko L.A., Marienko M., Nosenko Yu.G., Sukhikh A.S. & Shishkina M.P. (2020) Kontseptualnyi aparat doslidzhennia: khmaro oriientovani systemy vidkrytoi nauky v navchanni i profesiinomu rozvytku vchyteliv [Conceptual apparatus of research: cloud-oriented systems of open science in teaching and professional development of teachers]. Issue. 29. T.2. p.179-182.
 15. Marienko M. (2020) Khmaro oriientovani systemy vidkrytoi nauky u navchanni i profesiinomu rozvytku vchyteliv yak naukova problema [Cloud-oriented systems of open science in teaching and professional development of teachers as a scientific problem]. *Zhytomyr Polytechnic*. p. 138-139. [in Ukrainian]
 16. Marienko M. (2021) Metodyka vykorystannia khmaro oriientovanykh system vidkrytoi nauky u protsesi navchannia i profesiinoho rozvytku vchyteliv [Methods of using cloud-based systems of open science in the process of teaching and professional development of teachers]. *Physical and Mathematical Education*. Issue 3(29). p. 99-104. [in Ukrainian]
 17. Marienko M. (2021) Pryntsypy, metody i pidkhody do formuvannia khmaro oriientovanykh system vidkrytoi nauky u protsesi navchannia i profesiinoho rozvytku vchyteliv [The principles, methods and approaches to the formation of cloud-based systems of open science in the process of teaching and professional development of teachers]. *Physical and Mathematical Education*. Issue 1(27). p. 62-66. [in Ukrainian].
 18. Marienko M. (2020) Psykholoho-pedahohichni osoblyvosti formuvannia khmaro oriientovanoi systemy pidhotovky vchyteliv pryrodnycho-matematychnykh predmetiv do roboty v naukovomu litsei [Psychological and pedagogical features of the formation of a cloud-based system of training teachers of natural and mathematical subjects to work in a scientific lyceum]. *Abstracts of the XI International. conf. "Information and Computer Technologies - 2020 (ICT-2020)"*, Zhytomyr, 2020. p. 208-209. [in Ukrainian]
 19. Marienko M., Nosenko Yu.G. & Sukhikh A.S. (2020) Rozroblennia problemy vykorystannia khmaro oriientovanykh system vidkrytoi nauky u vitchyznianomu osvitnomu prostori [Development of the problem of using cloud-oriented systems of open science in the domestic educational space]. *Educational discourse*. № 10(27). DOI: 10.33930/ed.2019.5007.27(10)-7. [in Ukrainian]
 20. Marienko M. & Shishkina M.P. (2020) Platforma vidkrytoi nauky ta zastosuvannia yii komponentiv v osvitnomu protsesi [Open science platform and application of its components in the educational process]. *Information technology in education*. 2020. 4(45). [in Ukrainian]
 21. Nosenko Yu.G. & Sukhikh A.S. (2020) Vidkryta nauka v konteksti pobudovy suspilstva znan i tsyfrovyykh peretvoren yevropeiskoho prostoru [Open science in the context of building a knowledge society and digital transformations of the European space]. *Physical and Mathematical Education*. Issue 4(26). p. 85-92. [in Ukrainian]
 22. Ryabova ZV & Yelnikov GV. (2020) Profesiine zrostantia pedahohiv v umovakh tsyfrovoy osvity [Professional growth of teachers in digital education]. *Information Technologies and Learning Tools*. Issue №6(80). C.369-385. DOI: 10.33407/itlt.v80i6.4202. [in Ukrainian]
 23. Shishkina M.P. & Popel M. (2019) Khmarni servisy vidkrytoi nauky v osvitno-naukovomu seredovyshchi universytetu [Cloud services of open science in the educational and scientific environment of the university] VII International. scientific-practical conf. "Global and regional problems of informatization in society and nature management '2019", May 15-16, 2019, NULES of Ukraine, Kyiv. p. 232-234. [in Ukrainian]
 24. Shishkina M.P. (2020) Orhanizatsiia navchalnoho y naukovoho spivrobotnytstva u virtualnykh systemakh vidkrytoi nauky u zakladakh vyshchoi osvity [Organization of educational and scientific cooperation in virtual systems of open science in higher education institutions]. *Adult education: theory, experience, prospects*. Issue. 2 (18). p. 122-130. [in Ukrainian]
 25. Iatsyshyn A. (2021) Teoretyko-metodychni osnovy vykorystannia tsyfrovyykh vidkrytykh system u pidhotovtsi aspirantiv i doktorantiv z nauk pro osvit [Theoretical and methodical bases of digital open systems use in preparation of postgraduate and doctoral students in educational sciences] dissertation... doctor of pedagogical sciences; 13.00.10 - Information and communication technologies in education / Institute of Information Technologies and Learning Tools of NAES of Ukraine, Kyiv, 2021. 636 p. [in Ukrainian]

APPLICATION OF CLOUD ORIENTED OPEN SCIENCE SERVICES FOR PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF TEACHERS

Valentyna Kovalenko

Institute of Information Technologies and Learning Tools of NAES of Ukraine, Ukraine

Abstract. The article analyzes the features of the use of cloud-based open science services for the professional development of teachers. The importance of applying the principles and tools of open education and science to improve the skills of teachers, especially in the context of global digitalization. Recommendations on the areas of application of cloud-based open science services by teachers have been prepared: for self-education and self-development of teachers; to prepare new teaching materials and research tasks for students; to work with gifted children and select additional educational and research tasks for them; to demonstrate and visualize various natural and experimental processes during the educational process; to check for plagiarism of student research projects.

Formulation of the problem. For this study, it is important to analyze the features of the use of cloud-based open science services for professional development of teachers. Therefore, we will analyze the process of training future teachers, examples of the use of cloud-based open science services in the practice of ZSSO and professional development of teachers with the use of open science services.

Materials and methods. To achieve the goal of the study, theoretical methods were used: analysis, systematization, generalization of scientific sources, analysis of scientific publications of domestic and foreign scientists. The research was performed within the project "Cloud-oriented systems of open science in teaching and professional development of teachers" (registration number 2020.02 / 0310), which is implemented with grant support from the National Research Foundation of Ukraine.

Results. The study analyzes the features of the use of cloud-based open science services for professional development of teachers. The conclusion is made about the importance of applying the principles and tools of open education and science to improve the skills of teachers, especially in the context of global digitalization. Recommendations on the areas of application of cloud-based open science services by teachers have been prepared: for self-education and self-development of teachers; to prepare new teaching materials and research tasks for students; to work with gifted children and select additional educational and research tasks for them; to demonstrate and visualize various natural and experimental processes during the educational process; to check for plagiarism of student research projects.

Conclusions. The study gives grounds to conclude that the importance of applying the principles and tools of open education and science to improve the skills of teachers, because in the context of global digitalization and quarantine restrictions caused by COVID-19 they have an important social task - not to interrupt the educational process in institutions general secondary education, because children must receive knowledge and receive education regardless of social circumstances.

Key words: open science, tools of open science, digital technologies, teachers, professional development.



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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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

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



Легка Л.В. Структура та зміст компетентностей з основ квантової інформатики учнів ліцеїв. Фізико-математична освіта, 2021. Випуск 5(31). С. 54-59.

Lehka L. Structure and content of competences on the basics of quantum informatics of pupils from lyceums. Physical and Mathematical Education, 2021. Issue 5(31). P. 54-59.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-031-5-008

УДК 373.5.016:[004.4+530.145]

Л.В. Легка

Криворізький державний педагогічний університет, Україна

asp18-lehka@kdpu.edu.ua

<https://orcid.org/0000-0001-5768-5475>

СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ З ОСНОВ КВАНТОВОЇ ІНФОРМАТИКИ УЧНІВ ЛІЦЕЇВ

АНОТАЦІЯ

У статті представлені результати експертного опитування щодо визначення складових компетентностей з основ квантової інформатики учнів ліцеїв.

Формулювання проблеми. Стрімкий розвиток та перспективність квантових технологій у світі є очевидними передумовами чергової трансформації змісту навчання інформатики в ЗЗСО України, а також уточнення результатів його опанування – складових інформаційно-комунікаційної (цифрової) компетентності. Консорціум QTEdu у травні 2021 року опублікував першу версію Європейської рамки компетентностей у галузі квантових технологій (European Competence Framework for Quantum Technologies), складові якої є основою для визначення відповідних компетентностей для здобувачів освіти, зокрема повної загальної, а також для впровадження та реалізації освітньо-наукових проєктів квантової галузі.

Матеріали і методи. Для отримання результатів дослідження були застосовані емпіричний метод (опитування у вигляді напіввідкритого анкетування, де поряд із запропонованими варіантами відповідей можна було надати власні змістовні коментарі-рекомендації) та здійснений статистичний аналіз результатів опитування (ранжування для визначення важливості складових компетентностей).

Результати. Проведене експертне опитування, до якого долучилися переважно вчителі та викладачі, надало змогу отримати відповіді й рекомендації щодо остаточного визначення змісту компетентностей з квантової інформатики учнів ліцеїв: компетентності з фізичних основ квантових технологій; компетентності з математичних основ квантової інформатики; компетентності із забезпечувальних технологій; компетентності з апаратного забезпечення квантових комп'ютерів та датчиків; компетентності з квантових обчислень та моделювання; компетентності з квантових датчиків та метрології; компетентності з квантової комунікації; практичні навички та загальних компетентностей.

Висновки. Визначені структура та зміст компетентностей з основ квантової інформатики учнів ліцеїв дали змогу уточнити зміст відповідного факультативного курсу.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: квантові технології, квантова інформатика, компетентнісний підхід, компетентності з основ квантової інформатики.

ВСТУП

Постановка проблеми. Сучасна школа повинна надавати знання, що актуальні не лише для сьогодення, а й на далеку перспективу. Значущими складовими мети освіти є всебічний розвиток людини, її інтелектуальних та творчих здібностей, формування цінностей і компетентностей, необхідних для її успішної самореалізації, підвищення освітнього рівня громадян задля забезпечення сталого розвитку України (6). Це зумовлює випереджальний і інноваційний характер освіти та необхідність її модернізації на основі системного, методично обґрунтованого упровадження основ квантової інформатики в інформатичну освітню галузь.

Аналіз актуальних досліджень. Переконалим свідченням такої необхідності є спільна робота Національного фонду досліджень та уряду США із «квантової трансформації» шкільної освіти. Зокрема, у 2020 році були визначені 9 ключових концепцій шкільного курсу основ квантової інформатики, серед них квантовий стан, вимірювання у квантовій системі, кубіт, сплутаність, когерентність, квантові комп'ютери, квантова комунікація та квантове панування (3). Реалізація цієї трансформації у рамках National Q-12 Education Partnership спрямована на те, щоб «... упродовж наступного десятиліття співпрацювати із американськими вчителями з метою створення потужного квантового середовища

навчання, розпочинаючи від надання засобів для розробки практико-орієнтованих навчальних матеріалів і закінчуючи спрямуванням на професії в галузі квантових технологій. ... Разом ми можемо підготувати нову генерацію американських професіоналів, озброєних засобами досягнення успіху в індустрії майбутнього» (2).

За прогнозами учасників саміту «Pioneers of Change» до 2025 року квантові обчислення переростуть своє зародження, і на повну потужність запрацює перше покоління комерційного квантового обладнання для розв'язання реальних задач, зокрема – моделювання складних хімічних реакцій для розробки ліків та речовин із наперед заданими властивостями (1).

У Державному стандарті базової середньої освіти (5) питання квантових технологій не розглядаються через те, що опанування їх елементів (зокрема, початки квантової фізики) передбачено на третьому рівні повної загальної середньої освіти – у профільній середній освіті, що передбачає виконання учнем вимог до результатів навчання, які мали бути визначені державним стандартом профільної середньої освіти, затвердження якого заплановане на 2023 рік. Це зумовлює необхідність уточнення змісту інформаційно-комунікаційної компетентності учнів ліцеїв шляхом уведення до неї компетентностей з основ квантової інформатики.

У рамках європейського проекту «Quantum Flagship» розробляється рамка компетентностей у галузі квантових технологій (European Competence Framework for Quantum Technologies) (4), що у майбутньому стане розширенням рамки цифрових компетентностей DigComp та стане відправною точкою для планування і структурування різноманітних освітньо-наукових проектів з квантових технологій.

Будемо визначати *компетентності з основ квантової інформатики учнів ліцеїв* як динамічну комбінацію знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, інших особистих якостей у сфері квантових технологій, що визначає здатність особи успішно провадити подальшу професійну та/або навчальну діяльність із використанням таких технологій. А, згідно Європейської рамки компетентностей у галузі квантових технологій, вони включають у себе групи компетентностей, що охоплюють такі питання: 1) *фізичні основи квантових технологій* (основні поняття квантової фізики, динаміка кубітів); 2) *математичні основи квантової інформатики* (основи лінійної алгебри, математика основ квантової фізики, основи статистики квантових вимірювань); 3) *забезпечувальні технології* (оптичні технології, лабораторні технології, експериментальне керування); 4) *апаратне забезпечення квантових комп'ютерів та датчиків* (пристрої на основі спіну, нейтральні атоми та іони, нові види кубітів, обладнання для ініціалізації, маніпуляції та зчитування кубітів, використання апаратних платформ для квантових обчислень); 5) *квантові обчислення та моделювання* (квантові вентиля, квантові мови, засоби та платформи програмування, базові квантові алгоритми, квантова корекція помилок, елементи квантового моделювання); 6) *квантові датчики та метрологія* (атомні годинники, галузі застосування квантових датчиків); 7) *квантова комунікація* (квантова криптографія, квантові мережі, інфраструктура та обладнання квантового зв'язку); 8) *практичні навички та загальні компетентності* (основи класичного програмування, застосування квантових технологій, загальні навички/компетентності).

Мета статті – уточнення складових груп компетентностей (знань та умінь) з основ квантової інформатики учнів ліцеїв за результатами експертного опитування.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для отримання результатів дослідження були застосовані емпіричний метод (опитування у вигляді напіввідкритого анкетування, де поряд із запропонованими варіантами відповідей можна було надати власні змістовні коментарі-рекомендації) та здійснений статистичний аналіз результатів опитування (ранжування для визначення важливості складових компетентностей).

РЕЗУЛЬТАТИ

З метою виявлення значущості складових Європейської рамки компетентностей у галузі квантових технологій, а також отримання рекомендації щодо змісту навчання шкільного курсу основ квантової інформатики було проведено опитування серед зацікавлених у галузі квантових технологій. В опитуванні взяли участь 36 респондентів, частина з яких суміщають декілька посад – наприклад, викладача ЗВО та співробітника НДІ чи викладача ЗВО й учителя ЗЗСО.

Кожному із респондентів було запропоновано виконати самооцінювання власного рівня компетентності у квантовій інформатиці. Глибокий рівень обізнаності з окремими складовими виявили 11,1% респондентів, 41,7% вказали на обізнаність з окремими складовими, а 47,2% – на наявність початкових уявлень з квантової інформатики. Через складність та міждисциплінарний характер галузі жоден із респондентів не ідентифікував себе як особу, глибоко обізнану з усіма складовими, тому для опрацювання відповідей респондентів було визначено наступні вагові коефіцієнти для кожної з категорій опитаних: 1 – маю початкові уявлення, 2 – обізнаний з окремими складовими, 3 – глибоко обізнаний з окремими складовими, 4 – експерт.

Більшість питань анкети передбачали оцінювання доцільності уведення до змісту навчання різних знань та умінь з основ квантової інформатики за шкалою: -1 – зовсім не важливо, 0 – утрудняють відповісти, 1 – мало важливо, 2 – скоріше важливо, 3 – дуже важливо. Відповіді «утрудняють відповісти», що кодувалися значенням 0, передбачалися для учасників опитування, які не в повній мірі могли оцінити окремі компоненти через необізнаність в оцінюваних знаннях чи неволодіння відповідними вміннями.

Оцінка важливості кожної із складових компетентностей учнів ліцеїв з основ квантової інформатики обчислювалась за формулою (1):

$$A_{km} = \sum_{i=1}^n w_i a_{ikm}, \quad (1)$$

де:

n – кількість експертів (на кінець опитування $n = 36$);

i – номер експерта ($i = 1, \dots, n$);

k – номер групи компетентностей з основ квантової інформатики ($k = 1 \dots 8$);

m – номер складової k -тої групи компетентностей з основ квантової інформатики;

A_{km} – оцінка важливості m -тої складової k -тої групи компетентностей ($A_{km} = -1 * 4 * n \dots 3 * 4 * n$);

w_i – рівень компетентності i -того експерта у квантовій інформатиці ($w_i = 1, \dots, 4$);

a_{ikm} – оцінка важливості i -тим експертом m -тої складової k -тої групи компетентності.

Визначення найбільш важливих складових виконувалося наступним чином: якщо A_{km} не менше за порогове значення, відповідна складова відбиралась, інакше – не відбиралась.

Порогове значення $P = 120,8$ обчислювалося за формулою (2):

$$P = m_i n(A_{km}) + 0,45 * (\max(A_{km}) - (\min(A_{km})), \quad (2)$$

де: $\min(A_{km}) = 92$; $\max(A_{km}) = 156$.

Ураховуючи, що до оцінюваних складових були залучені як знання, так й уміння, у випадку, якщо для відібраного уміння не було відібрано відповідного йому знання, нами було додатково виконано його відбір.

У таблиці 1 наведено відібрані результати опитування та їх статистичного аналізу. У стовпці «Вибір» напроти кожної складової компетентності зазначається «*» – обрана учасниками опитування за умови перевищення показника порогового значення P або «+» – додана автором до переліку як відповідні знання до обраних учасниками опитування умінь.

Таблиця 1.

Оцінювання важливості складових компетентностей з основ квантової інформатики

m	Складова компетентності	Оцінка експерта					A _{km}	Ви- бір
		зовсім не важливо	мало важливо	утрудняють відповіді	скоріше важливо	дуже важливо		
Складові групи компетентностей з фізичних основ квантових технологій (k = 1, m = 1..8)								
1	знання основних понять квантової фізики	1	2	1	13	19	139	*
3	уміння визначати, чи знаходяться кубіти у пов'язаних (заплутаних) станах	1	4	5	14	12	115	+
7	уміння подавати кубіт на сфері Блоха	2	4	7	16	7	92	+
Складові групи компетентностей з математичних основ квантової інформатики (k = 2, m = 1..10)								
1	знання основ теорії комплексних чисел	2	3	3	0	28	144	*
2	знання основ лінійної алгебри	0	4	2	0	30	156	*
3	знання математичних основ квантової фізики	1	1	3	0	31	156	*
4	знання статистичної природи квантових вимірювань	1	4	1	0	30	148	*
6	уміння подавати вектори (матриці-стовпці, матриці-рядки) у бра-кет нотації	1	4	2	12	17	134	*
7	уміння оперувати із стандартними базисами	1	2	2	14	17	137	*
8	уміння подавати вектор у обраному базисі	1	3	2	16	14	128	*
10	уміння наводити приклади унітарних матриць та виконувати дії з ними	2	3	1	16	14	132	*
Складові групи компетентностей із забезпечувальних технологій (k = 3, m = 1..5)								
1	знання оптичних технологій	2	1	2	17	14	128	*
2	знання лабораторних технологій	2	1	3	15	15	126	*
3	знання експериментального управління	1	1	2	18	14	130	*
4	уміння розрізняти джерела фотонів	1	2	1	22	10	128	*
Складові групи компетентностей з апаратного забезпечення квантових комп'ютерів та датчиків (k = 4, m = 1..8)								
1	знання будови пристроїв на основі спіну (зокрема, напівпровідникових квантових точок)	2	1	4	21	8	111	+
5	знання апаратних платформ для квантових обчислень, способів їх інтеграції з класичним обладнанням	2	0	7	17	10	111	+
6	уміння описувати типові структури квантових комп'ютерів, пояснювати загальні принципи їх роботи	1	2	2	14	17	134	*
7	уміння виконувати налаштування віддаленого доступу до квантових комп'ютерів	1	1	4	14	16	126	*
8	уміння виконувати квантові програми на квантових комп'ютерах	1	1	6	11	17	125	*
Складові групи компетентностей з квантових обчислень та моделювання (k = 5, m = 1..14)								
1	знання квантових вентилів (одно-, дво- та багатокубітних)	3	3	7	13	10	105	+
2	знання мов квантового програмування, засобів розробки квантового програмного забезпечення та платформ (зокрема, графічних)	2	1	5	16	12	120	*
3	знання базових квантових алгоритми (Шора, Гровера, квантової оптимізації, оцінки квантової фази, квантової лінійної алгебри, квантового блукання та інших)	2	2	4	15	13	119	+

m	Складова компетентності	Оцінка експерта					A _{km}	Ви-бір
		зовсім не важливо	мало важливо	утрудняюсь відповісти	скоріше важливо	дуже важливо		
6	уміння записувати квантові вентиля за допомогою унітарних матриць	2	6	5	12	11	110	+
7	уміння розрізняти та застосовувати однокубітні вентиля (перетворення Паулі, вентиль Адамара, фазові зсуви)	1	4	5	15	11	116	+
8	уміння виконувати операції за допомогою багатокубітних вентилів (CNOT, вентиля Тоффолі та Фредкіна)	1	4	2	19	10	122	*
9	уміння застосовувати квантові вентиля для запису квантових алгоритмів	2	3	3	15	13	123	*
10	здатність послуговуватись мовами та засобами квантового програмування	2	2	2	15	15	130	*
11	уміння реалізовувати квантові алгоритми	1	3	4	18	10	117	+
14	уміння працювати із квантовими симуляторами	2	4	2	17	11	117	+
Складові групи компетентностей з квантових датчиків та метрології (k = 6, m = 1..5)								
1	знання будови атомних годинників	2	2	3	19	10	113	
2	знання галузей застосування квантових датчиків	1	2	3	16	14	124	*
5	уміння наводити приклади застосування квантових датчиків у різних галузях	1	0	3	15	17	130	*
Складові групи компетентностей з квантової комунікації (k = 7, m = 1..8)								
1	знання квантової криптографії (квантового роз-поділу ключа, безпечної автентифікації, цифрових підписів, галузей застосування)	2	1	4	16	13	122	*
2	знання про квантові мережі (квантовий Інтернет, сенсорні та годинникові мережі)	1	0	4	13	18	133	*
3	знання інфраструктури та обладнання квантового зв'язку (волоконно-оптичні системи, бездротовий зв'язок, супутникові системи; квантові генератори випадкових чисел; квантова пам'ять, інтерфейси, комутатори; повторювачі, кінцеві вузли)	1	2	2	15	16	130	*
7	уміння описувати принципи роботи та будову обладнання квантових мереж	1	3	2	16	14	129	*
8	уміння наводити приклади застосування квантової криптографії у різних галузях	1	2	4	13	16	125	*
Складові практичних навичок та загальних компетентностей (k = 8, m = 1..6)								
1	знання основ класичного (неквантового) програмування: мов програмування, алгоритмів, класів складності, криптографії	2	2	2	13	17	133	*
2	знання галузей застосування квантових технологій	1	2	2	14	17	136	*
4	уміння реалізовувати базові класичні алгоритми (зокрема, криптографічні) мовами програмування	2	2	3	12	17	126	*
5	уміння наводити приклади використання квантових алгоритмів для досягнення квантової переваги	2	4	2	13	15	124	*

ОБГОВОРЕННЯ

Опрацювання результатів відповідей на питання «Оцініть за шкалою від 0 до 5 важливість формування у ліцеї кожної з компетентностей» виявило, що усі компетентності є приблизно однаково важливими (їх внесок коливається від 12,17 % до 13,42 %), за винятком компетентності з квантових датчиків та метрології – її внесок становить 10,33 %. Це надає орієнтир для реалізації відібраного змісту навчання у навчальній програмі щодо розподілу навчального часу факультативного курсу «Основи квантової інформатики» для учнів ліцеїв, що представлені у таблиці 2.

Таблиця 2.

Зміст навчання факультативного курсу «Основи квантової інформатики» для учнів ліцеїв

Тема уроку та компетентності, що будуть сформовані/удосконалені
1. Квантова інформатика та перспективи її розвитку (1 година) <i>Компетентності з фізичних основ квантових технологій:</i> знання основних понять квантової фізики. <i>Компетентності з апаратного забезпечення квантових комп'ютерів та датчиків:</i> знання будови пристроїв на основі спіну (зокрема, напівпровідникових квантових точок); уміння описувати типові структури квантових комп'ютерів, пояснювати загальні принципи їх роботи. <i>Компетентності з квантових датчиків та метрології:</i> знання галузей застосування квантових датчиків; уміння наводити приклади застосування квантових датчиків у різних галузях. <i>Практичні навички та загальні компетентності:</i> знання галузей застосування квантових технологій.

Тема уроку та компетентності, що будуть сформовані/удосконалені
2. Арифметико-логічні основи роботи класичного комп'ютера (1 година) <i>Компетентності з математичних основ квантової інформатики:</i> знання основ лінійної алгебри; уміння наводити приклади унітарних матриць та виконувати дії з ними; уміння оперувати із стандартними базисами; уміння подавати вектор у обраному базисі.
3. Кубіт. Квантовий логічний венти́ль Паулі X (1 година) <i>Компетентності з фізичних основ квантових технологій:</i> уміння подавати кубіт на сфері Блоха. <i>Компетентності з математичних основ квантової інформатики:</i> знання основ лінійної алгебри; уміння подавати вектори (матриці-стовпці, матриці-рядки) у бра-кет нотації; уміння наводити приклади унітарних матриць та виконувати дії з ними; уміння оперувати із стандартними базисами; уміння подавати вектор у обраному базисі; знання математичних основ квантової фізики; знання статистичної природи квантових вимірювань. <i>Компетентності з квантових обчислень та моделювання:</i> знання квантових венти́лів (одно-, дво- та багатокубітних); уміння розрізняти та застосовувати однокубітні венти́лі (перетворення Паулі).
4. Квантові логічні венти́лі Паулі Z, Y. Комплексні числа (1 година) <i>Компетентності з фізичних основ квантових технологій:</i> уміння подавати кубіт на сфері Блоха. <i>Компетентності з математичних основ квантової інформатики:</i> знання основ теорії комплексних чисел; знання основ лінійної алгебри; уміння подавати вектори (матриці-стовпці, матриці-рядки) у бра-кет нотації; уміння наводити приклади унітарних матриць та виконувати дії з ними. <i>Компетентності з квантових обчислень та моделювання:</i> знання квантових венти́лів (одно-, дво- та багатокубітних); уміння розрізняти та застосовувати однокубітні венти́лі (перетворення Паулі).
5. Квантові логічні венти́лі Адамара та контрольованого заперечення. Розв'язання задач (1 година) <i>Компетентності з квантових обчислень та моделювання:</i> знання квантових венти́лів (одно-, дво- та багатокубітних); уміння розрізняти та застосовувати однокубітні венти́лі (перетворення Паулі, венти́ль Адамара, фазові зсуви); уміння виконувати операції за допомогою багатокубітних венти́лів.
6. Алгоритм квантової телепортації. Реалізація алгоритму квантової телепортації за допомогою графічного середовища (1 година) <i>Компетентності з фізичних основ квантових технологій:</i> уміння математично описувати квантову телепортацію. <i>Компетентності з апаратного забезпечення квантових комп'ютерів і датчиків:</i> знання апаратних платформ для квантових обчислень, способів їх інтеграції з класичним обладнанням; уміння виконувати налаштування віддаленого доступу до квантових комп'ютерів; уміння виконувати квантові програми на квантових комп'ютерах.
7. Основи програмування (1 година) <i>Практичні навички та загальні компетентності:</i> знання основ класичного (неквантового) програмування: мов програмування, алгоритмів, класів складності, криптографії; знання галузей застосування квантових технологій; уміння реалізовувати базові класичні алгоритми (зокрема, криптографічні) мовами програмування.
8. Програмування квантових алгоритмів. Реалізація алгоритму квантової телепортації у середовищі програмування (1 година) <i>Компетентності з апаратного забезпечення квантових комп'ютерів і датчиків:</i> знання апаратних платформ для квантових обчислень, способів їх інтеграції з класичним обладнанням; уміння виконувати налаштування віддаленого доступу до квантових комп'ютерів; уміння виконувати квантові програми на квантових комп'ютерах. <i>Компетентності з квантових обчислень та моделювання:</i> знання мов квантового програмування, засобів розробки квантового програмного забезпечення та платформ (зокрема, графічних).
9. Квантові венти́лі Тоффолі та Фредкіна (1 година) <i>Компетентності з апаратного забезпечення квантових комп'ютерів і датчиків:</i> знання апаратних платформ для квантових обчислень, способів їх інтеграції з класичним обладнанням; уміння виконувати налаштування віддаленого доступу до квантових комп'ютерів; уміння виконувати квантові програми на квантових комп'ютерах. <i>Компетентності з квантових обчислень та моделювання:</i> знання мов квантового програмування, засобів розробки квантового програмного забезпечення та платформ (зокрема, графічних); уміння виконувати операції за допомогою багатокубітних венти́лів (CNOT, венти́лі Тоффолі та Фредкіна).
10. Квантова комунікація. Квантова криптографія (1 година) <i>Компетентності з квантової комунікації:</i> знання квантової криптографії (квантового розподілу ключа, безпечної автентифікації, цифрових підписів, галузей застосування); знання про квантові мережі (квантовий Інтернет, сенсорні та годинникові мережі); знання інфраструктури та обладнання квантового зв'язку (волоконно-оптичні системи, бездротовий зв'язок, супутникові системи; квантові генератори випадкових чисел; квантова пам'ять, інтерфейси, комутатори; повторювачі, кінцеві вузли); уміння описувати принципи роботи та будову обладнання квантових мереж; уміння наводити приклади застосування квантової криптографії у різних галузях. <i>Компетентності зі забезпечувальних технологій:</i> знання оптичних технологій; знання лабораторних технологій; знання експериментального управління; уміння розрізняти джерела фотонів.
11. Алгоритм Бернштейна-Вазірані. 12. Алгоритм Дойча-Йожи. 13. Алгоритм Гровера. 14. Алгоритм Шора. 15-16. Бібліотеки квантових алгоритмів (6 годин) <i>Компетентності з апаратного забезпечення квантових комп'ютерів і датчиків:</i> знання апаратних платформ для квантових обчислень, способів їх інтеграції з класичним обладнанням; уміння виконувати налаштування віддаленого доступу до квантових комп'ютерів; уміння виконувати квантові програми на квантових комп'ютерах. <i>Компетентності з квантових обчислень та моделювання:</i> знання мов квантового програмування, засобів розробки квантового програмного забезпечення та платформ (зокрема, графічних); знання базових квантових алгоритмів; уміння

Тема уроку та компетентності, що будуть сформовані/удосконалені
застосовувати квантові вентиля для запису квантових алгоритмів; здатність послугуватись мовами та засобами квантового програмування.
17. Підсумковий урок (1 година)

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Ґрунтуючись на фундаментальних ідеях компетентнісного підходу у навчанні, а також взявши за основу структуру та зміст Європейської рамки компетентностей у галузі квантових технологій, визначено складові компетентностей з основ квантової інформатики для учнів ліцеїв.

Напрямом подальшого дослідження слід визначити удосконалення методичних матеріалів факультативного курсу «Основи квантової інформатики» для учнів ліцеїв.

Список використаних джерел

1. Future shocks: 17 technology predictions for 2025. *World Economic Forum*. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2020/06/17-predictions-for-our-world-in-2025> (дата звернення: 30.09.2021).
2. Home | National Q-12 Education Partnership. Q2WORK : веб-сайт. URL: <https://q12education.org/about> (дата звернення: 27.09.2021).
3. Key Concepts for Future QIS Learners 5-20. URL: <https://files.webservices.illinois.edu/9156/keyconceptsforfutureqislearners5-20.pdf> (дата звернення: 30.09.2021).
4. Quantum Technology Competence Framework for QT 1.0. URL: https://qt.eu/app/uploads/2019/02/Competence_Framework_for_QT_1.0_May2021.pdf (дата звернення: 30.09.2021).
5. Про деякі питання державних стандартів повної загальної середньої освіти : Постанова Кабінету Міністрів України; Стандарт, Вимоги від 30.09.2020 № 898 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/898-2020-%D0%BF> (дата звернення: 30.09.2021).
6. Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року : Указ Президента України; Стратегія від 25.06.2013 № 344/2013 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/344/2013> (дата звернення: 30.09.2021).

References

1. Future shocks: 17 technology predictions for 2025. *World Economic Forum*. Retrieved from: <https://www.weforum.org/agenda/2020/06/17-predictions-for-our-world-in-2025>
2. About. Home | National Q-12 Education Partnership | UIUC. Retrieved from: <https://q12education.org/about>.
3. Key Concepts for Future QIS Learners 5-20. Retrieved from: <https://files.webservices.illinois.edu/9156/keyconceptsforfutureqislearners5-20.pdf>.
4. Quantum Technology Competence Framework for QT 1.0. Retrieved from: https://qt.eu/app/uploads/2019/02/Competence_Framework_for_QT_1.0_May2021.pdf
5. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/go/898-2020-%D0%BF>.
6. Ukaz Prezydenta Ukrainy [Decree of the President of Ukraine]. Pro Natsionalnu stratehiu rozvytku osvity v Ukraini na period do 2021 roku; Stratehiia vid 25.06.2013 № 344/2013 // Baza danykh «Zakonodavstvo Ukrainy» / Verkhovna Rada Ukrainy. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/go/344/2013>.

STRUCTURE AND CONTENT OF COMPETENCES ON THE BASICS OF QUANTUM INFORMATICS OF PUPILS FROM LYCEUMS

Liudmyla Lehka

Kryvyi Rih State Pedagogical University, Ukraine

Abstract. The results of the expert survey about identifying the components of competences on the basics of quantum informatics of pupils from lyceums are presented in the article.

Formulation of the problem. The rapid development and promise of quantum technologies in the world are obvious prerequisites of the another transforming of the informatics education content in the Ukrainian general secondary education establishments, as well as clarification of the results of its mastery, there are the components of information and communication (digital) competence. In May 2021, The QTedu consortium released the first version of the European Competence Framework for Quantum Technologies, components of which are the basis for identifying of the relevant competences for students, in particular full secondary education, as well as for the implementation and realization of educational and scientific projects in the quantum technologies.

Materials and methods. To obtain the results of the study, an empirical method was used (a survey in the form of a semi-open questionnaire, where along with the answer options presented, could be expressed own meaningful comments-recommendations) and a statistical analysis of the results of the survey was done (range to identify the significance of the competencies components).

Results. The conducted expert survey, which was attended mainly by teachers and lecturers, has provided answers and recommendations for the final identification of the content of competencies in quantum informatics of pupils from lyceums: competencies on the physical basics of quantum technologies; competencies on the mathematical foundations of quantum computer science; competencies on enabling technologies; competence in hardware of quantum computers and sensors; competence in quantum computing and modeling; competence in quantum sensors and metrology; competencies in quantum communication; practical and soft skills.

Conclusions. The determined structure and content of competencies on the basics of quantum computer science for pupils from lyceums were allowed to clarify the content of the relevant optional course.

Key words: quantum technologies, quantum informatics, competence approach, competences on the basics of quantum informatics.



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.

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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



Мар'єнко М.В., Носенко Ю.Г., Шишкіна М.П. Засоби і сервіси європейської хмари відкритої науки для підтримки науково-освітньої діяльності. *Фізико-математична освіта*, 2021. Випуск 5(31). С. 60-66.

Marienko M., Nosenko Yu., Shyshkina M. Tools and services of the european open science cloud in order to support scientific and educational activities. *Physical and Mathematical Education*, 2021. Issue 5(31). P. 60-66.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-031-5-009

УДК 378.046.4

М.В. Мар'єнко

Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, Україна
ropelmaya@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-8087-962X>

Ю.Г. Носенко

Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, Україна
nosenko-y@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0002-9149-8208>

М.П. Шишкіна

Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, Україна
marimodi@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-5569-2700>

ЗАСОБИ І СЕРВІСИ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ХМАРИ ВІДКРИТОЇ НАУКИ ДЛЯ ПІДТРИМКИ НАУКОВО-ОСВІТНЬОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

АНОТАЦІЯ

В статті проаналізовано сучасні тенденції європейського простору відкритої науки, сутність і переваги хмаро орієнтованих засобів і сервісів відкритої науки. Розглянуто приклади сервісів Європейської хмари відкритої науки. Надано рекомендації щодо якісного й ефективного запровадження засобів і сервісів відкритої науки в науково-освітню діяльність.

Формулювання проблеми. Актуальність роботи обумовлена необхідністю покращення якості та результативності впровадження в науково-освітню діяльність засобів і сервісів відкритої науки, підвищення ефективності їх використання у вітчизняній науці та системі освіти, поліпшення рівня підготовки фахівців освітньої галузі, зокрема вчителів.

Матеріали і методи. Для розв'язування поставлених у роботі завдань використано теоретичні методи: аналіз науково-педагогічних теорій та концепцій з проблеми дослідження; аналіз та узагальнення тенденцій європейського простору відкритої науки; аналіз функціоналу хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки.

Результати. Розглянуто сутність поняття хмаро орієнтованої системи відкритої науки. Проаналізовано сутність і значення Європейської хмари відкритої науки. Визначено основні тенденції, що наразі преvalюють в Європейському просторі відкритої науки: відкритий доступ, архівування статей, обмін даними. Розглянуто приклади сервісів Європейської хмари відкритої науки. Надано рекомендації щодо запровадження засобів і сервісів відкритої науки в науково-освітню діяльність.

Висновки. Врахування сучасних тенденцій європейського простору відкритої науки, використання переваг хмаро орієнтованих засобів і сервісів відкритої науки з урахуванням авторських рекомендацій сприятиме покращенню якості, ефективності та результативності науково-освітньої діяльності у вітчизняних закладах науки й освіти, ефективності впровадження в освітній процес засобів і сервісів хмарних обчислень, ширшому використанню сервісів відкритої науки на різних рівнях навчання, поліпшенню рівня підготовки фахівців освітньої галузі.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: відкрита наука, засоби і сервіси відкритої науки, Європейська хмара відкритої науки, науково-освітня діяльність, тенденції.

ВСТУП

Постановка проблеми. В умовах глобалізації, євроінтеграції, прискореної цифрової трансформації багатьох сфер діяльності людини виникає потреба покращенні конкурентоспроможності освітньої сфери України, формування сучасних компетентностей і кваліфікацій людини, підвищення рівня доступності та якості освіти. Як зазначають представники SiS.net

© М.В. Мар'єнко, Ю.Г. Носенко, М.П. Шишкіна, 2021.

(проєкту в межах Рамкової програми Європейського Союзу з досліджень та інновацій «Горизонт 2020»), наразі в Європі спостерігається дефіцит науко-орієнтованих, «науково-знаючих» осіб на всіх рівнях діяльності суспільства та економіки. Ключовим чинником підготовки таких осіб, здатних адаптуватися до динамічних суспільно-економічних змін, критично мислити, ефективно вирішувати фахові і повсякденні задачі із залученням сучасних технічних досягнень і технологічних цифрових рішень, займатися сталим саморозвитком, бути успішними в обраній професії і т.д. є кооперація зусиль вмотивованих, кваліфікованих фахівців науково-освітньої сфери – педагогічних, науково-педагогічних, наукових кадрів (Мар'єнко&Шишкіна, 2020).

Однією із основних умов поліпшення якості підготовки фахівців науково-освітньої сфери, підвищення рівня їх професійної компетентності, ширшого використання інноваційних педагогічних технологій, розширення частки дослідницького підходу у навчанні є запровадження хмаро орієнтованих сервісів і технологій відкритої науки у закладах вищої педагогічної, післядипломної педагогічної освіти. Наразі проблеми проєктування і використання хмаро орієнтованих сервісів і технологій відкритої науки в науково-освітній діяльності належать до першочергових в аспекті цифровізації. Хмаро орієнтовані системи відкритої науки нового покоління, що є більш гнучкими, потужними, функціональними, привертають все більшу увагу дослідників. Їх запровадження має позитивно позначитися на якості науково-освітньої діяльності, забезпеченні ширшого доступу до перспективних ІКТ, розширенні частки дослідницького підходу в навчанні, підвищенні якості наукових досліджень та освітніх послуг (Мар'єнко&Шишкіна, 2020).

Це потребує обґрунтування теоретико-методологічних засад створення хмаро орієнтованих систем відкритої науки у закладах освіти, дослідження інноваційних моделей, принципів і методів їх формування і використання, визначення найбільш доцільних шляхів впровадження. Необхідно взяти до уваги світові тенденції, що полягають у переході до масового впровадження у закладах освіти науково-освітніх платформ і інфраструктур відкритої науки, зокрема, сервісів Європейської хмари відкритої науки (European Open Science Cloud, EOSC), що дозволяє створити нову високо потужну інформаційно-технологічну екосистему організації освітньо-наукового процесу.

З огляду на значний педагогічний потенціал і новизну існуючих підходів до проєктування хмаро орієнтованих систем відкритої науки, їх формування і використання у закладах освіти, ці питання ще потребують теоретичних та експериментальних досліджень, уточнення підходів, моделей, методів і методик, можливих шляхів впровадження. Актуальність роботи обумовлена необхідністю покращення якості та результативності впровадження в науково-освітню діяльність засобів і сервісів відкритої науки, підвищення ефективності їх використання у вітчизняній науці та системі освіти, поліпшення рівня підготовки фахівців освітньої галузі, зокрема вчителів.

Аналіз актуальних досліджень. В останні роки в Україні реалізовано кілька міжнародних проєктів, присвячених питанням реалізації пріоритетів відкритої науки у закладах освіти. Зокрема, з 2016 року реалізується проєкт «Громадська синергія: посилення участі громадськості в євроінтеграційних реформах». В межах цього проєкту здійснювалась цілеспрямована аналітична та інформаційно-просвітницька діяльність задля більшої ефективності формування громадянського суспільства і участі в євроінтеграційних процесах. У 2017-2020 рр. здійснювався міжнародний освітній проєкт DocHub, присвячений структуризації співпраці щодо аспірантських досліджень, навчання універсальних навичок та академічного письма на регіональному рівні України. В межах цього проєкту була розроблена навчальна програма «Відкрита наука», спрямована на формування навичок відкритої науки у аспірантів, що впроваджувалась в освітній процес пілотних закладів (Мар'єнко & Шишкіна, 2020).

R. Farrow, R. Pitt, та M. Weller в своєму дослідженні представили проєкт «Відкритий підручник Великобританії» (Farrow, Pitt&Weller, 2020) та окреслили фактори його успіху щодо просування відкритої науки та відкритої педагогіки. Тобто дослідники розглядають поряд з терміном «відкрита наука» ще й термін «відкрита педагогіка». Підручники залишаються основною складовою освітнього забезпечення науки, вважають науковці R. Farrow, R. Pitt, та M. Weller. Відкриті підручники - це відкриті ліцензовані академічні підручники, у яких електронна версія доступна у вільному доступі, а друкована - за зниженою вартістю. Вони є формою відкритого освітнього ресурсу. В останні роки ряд підручників з відкритою ліцензією продемонстрували високий вплив у таких країнах, як США, Канада та ПАР. Проєкт "Відкриті підручники Великобританії" мав пілотне впровадження (з акцентом на теми STEM) у контексті Великобританії у період з 2017 по 2018 рік. Проєкт одну з основних цілей: сприяти поширенню відкритих підручників у Великобританії. Завдяки низці семінарів у ряді ЗВО та цілеспрямованому просуванню на конкретних освітніх конференціях проєкт успішно підняв популярність відкритих підручників у Великобританії. Кілька тематичних досліджень повідомляють про наявні приклади використання відкритих підручників у науці Великобританії. Серед британських науковців був значний інтерес та зацікавленість до відкритих підручників. Частково це було пов'язано з економією коштів для студентів, але більш вагомими факторами були свобода адаптувати та розробляти підручники та відкриті електронні ресурси. Це узгоджується з рядом досліджень, що проводилися в інших країнах, і свідчить про те, що потенціал впливу на британську наукову освіту є великим (Farrow, Pitt&Weller, 2020).

Що ж стосується поняття «відкритої педагогіки», то для розкриття його змісту краще звернутись до роботи A. Wesolek, J. Lashley, A. Langley (Wesolek, Lashley&Langley, 2018). По суті, відкрита педагогіка описує втручання, спрямоване на покращення викладання та навчання. Натомість відкрита педагогіка представляє бачення освіти, яке замінює аудиторії контролю спільнотами можливостей. Саме тому педагоги прагнуть розширити можливості студентів та викладачів, розширити їх свободу вибору та доступ до високоефективних освітніх практик. Відкрита педагогіка - невід'ємна частина сучасного руху за відкриту освіту (Wesolek, Lashley&Langley, 2018).

Досліджуючи відкриту науку слід проаналізувати дослідження присвячені Європейській хмарі відкритої науки. В дослідженні E. Sciacca (Sciacca et al, 2020) Європейська хмара відкритої науки (EOSC) представлена як федеративне середовище для розміщення та обробки даних досліджень для підтримки науки у всіх дисциплінах без географічних кордонів, таким чином, щоб дані, програмне забезпечення, методи та публікації могли бути представлені як частина спільноти відкритої науки. У роботі (Sciacca et al, 2020) представлено поточну діяльність, пов'язану із впровадженням послуг візуальної аналітики, інтегрованих у EOSC, для вирішення різноманітних потреб спільнот користувачів астрофізики

щодо управління даними, картографування та виявлення структур. Ці послуги спираються на візуалізацію для управління процесом життєвого циклу даних згідно з принципами FAIR, інтегруючи обробку даних для створення зображень та створення багатовимірної мапи, а також, застосовуючи методи машинного навчання, для виявлення структур у масштабних багатовимірних мапах.

У вітчизняному освітньому просторі здійснюються заходи щодо запровадження хмарних технологій відкритої науки. Зокрема, ці питання знаходять своє місце у тематиці щорічного міжнародного семінару «Хмарні технології в освіті» (Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, з 2012 р.), у діяльності спільних науково-дослідних лабораторій з проблем використання хмарних технологій в освіті (Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, Криворізький національний університет, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Житомирський державний університет, Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди) та ін. Тим часом, нові підходи і технології потребують масового впровадження і використання, особливо у процес підготовки вчителів. Науково-методичне опрацювання цього процесу залишається в Україні нині практично відсутнім (Мар'єнко&Шишкіна, 2020).

Мета статті. Надати рекомендації щодо якісного й ефективного запровадження засобів і сервісів відкритої науки в науково-освітню діяльність шляхом аналізу сучасних тенденцій європейського простору відкритої науки, сутності і переваг хмаро орієнтованих засобів і сервісів відкритої науки.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для розв'язування поставлених у роботі завдань використано теоретичні методи: аналіз науково-педагогічних теорій та концепцій з проблеми дослідження за авторством вітчизняних і закордонних дослідників, експертів у галузі відкритої науки, суспільства знань; аналіз та узагальнення тенденцій європейського простору відкритої науки, вітчизняних та закордонних підходів до організації науково-освітньої діяльності з використанням хмаро орієнтованих систем відкритої науки; аналіз функціоналу хмаро орієнтованих сервісів відкритої науки, можливостей їхнього застосування в науково-освітній діяльності та ін.

У статті подано результати другого етапу проекту «Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів» (2020.02/0310), що фінансується Національним фондом досліджень України. Автори статті є виконавцями даного проекту.

Розв'язання завдань, поставлених у науковому дослідженні, мають відповідати вимогам сучасних досліджень в галузі освіти і науки; сучасним тенденціям розвитку інформаційного суспільства та впровадження інформаційно-комунікаційних технологій в освіту; системному підходу до наукових досліджень; містити новітні дані та нову інформацію, корисну для дослідників, наукових і науково-педагогічних працівників щодо використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у своїй професійній навчальній діяльності на наукових дослідженнях; враховувати потреби цифровізації закладів освіти; базуватися на кращих практиках застосування ІКТ в науково-освітньому процесі.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Розвиток науково-освітнього середовища характеризується поширенням більш гнучких, персоніфікованих, відкритих організаційних систем, що стає можливим із використанням хмаро орієнтованих засобів і сервісів. Залучення у практику роботи сучасних закладів освіти хмарних технологій відкритого наукового й інформаційно-освітнього простору також може відіграти провідну роль щодо: поглиблення зв'язків освіти, науки і виробництва, розширення співпраці навчальних і наукових установ, створення різноманітних структур корпоративного характеру, підтримуваних засобами хмарних технологій, спрямованих на розвиток більш тісної взаємодії з сектором вищої освіти, розв'язання нагальних соціальних і економічних проблем, поліпшення інтенсивності наукового пошуку й процесу підготовки кадрів тощо.

Формування і підтримування в актуальному стані мережних електронних інформаційних ресурсів, засобів і сервісів відкритого науково-освітнього середовища можна досягти шляхом запровадження цифрових інструментів відкритої освіти (Методологія формування хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища педагогічного навчального закладу, 2017), серед яких:

- науково-освітні інформаційні мережі;
- віртуалізовані системи підтримувannya навчальної взаємодії;
- хмаро орієнтовані корпоративні інформаційні системи і сервіси, у яких передбачено доступ групи користувачів до гнучко організованого пулу електронних освітніх ресурсів;
- системи підтримувannya дистанційного навчання;
- інформаційно-аналітичні мережні системи підтримувannya наукових досліджень (електронні журнальні системи, е-бібліотеки, системи веб-конференцій та ін., що розміщені на хмарних серверах або постачаються як сервіс);
- системи управління проектами;
- засоби проектування електронних освітніх ресурсів;
- спеціалізоване програмне забезпечення, що постачається як сервіс (сервіси математичного призначення, конструювання, проектування, візуалізації і подання даних, статистичного опрацювання результатів, семантичного і синтаксичного аналізу текстів та ін.).

Із поширенням хмаро орієнтованих рішень, змінюються способи організації доступу до електронних ресурсів, змінюються їх структура і функції, урізноманітнюються форми діяльності з ними. Концептуальною відмінністю даного підходу є те, що не лише ресурси, але й сервіси є віртуальними, існують «в хмарі», що створює сприятливі умови для ширшого доступу до різних типів сервісів.

Під хмаро орієнтованими системами відкритої науки розуміємо сукупність хмарних сервісів, розміщених на єдиній платформі і пов'язаних один з одним інструментарієм, адаптованим під потреби проектування і розгортання відкритих систем навчання і наукових досліджень. До них відносимо (рис. 1):

- системи підтримання діяльності віртуальних навчальних/наукових колективів, що забезпечують доступ до гнучко організованого пулу електронних ресурсів;
- інформаційно-аналітичні мережні системи і сервіси підтримання наукових досліджень (електронні журнальні системи, е-бібліотеки, системи веб-конференцій та ін., що розміщені на хмарних серверах або постачаються як сервіс);
- системи підтримання навчальних/наукових проєктів;
- спеціалізоване програмне забезпечення, що постачається як сервіс (сервіси математичного призначення, конструювання, проєктування, візуалізації і подання даних, статистичного опрацювання результатів, семантичного і синтаксичного аналізу текстів та ін.);
- дослідницькі наукові мережі й інфраструктури, Європейська хмара відкритої науки та інші.

Хмаро орієнтовані системи відкритої науки – гнучкі, потужні, функціональні засоби, розвиток і запровадження яких має позитивно позначитися на забезпеченні ширшого доступу до перспективних інформаційних технологій, розширенні частки дослідницького підходу у навчанні, реалізації всіх складників відкритої науки (рис. 1), підвищенні якості наукових досліджень і освітніх послуг загалом.

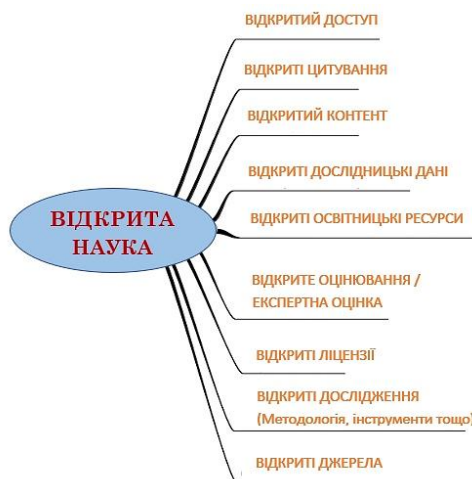


Рис. 1. Складники відкритої науки (Baumgartner, 2019)

Сервіси Європейської хмари відкритої науки. У європейському просторі бачення глобальної відкритої науки реалізується через амбітну програму – Європейську хмару відкритої науки (European Open Science Cloud (EOSC), 2018 р.). Ідея зі створення EOSC була запропонована в 2016 році за ініціативою Європейської комісії, як частина Європейської хмарної ініціативи (European Cloud Initiative) для побудови конкурентоспроможної економіки даних та знань у Європі. Нині EOSC спрямована на розвиток інфраструктури, що надає своїм користувачам послуги, які сприяють розвитку відкритих наукових практик. Іншими словами, портал EOSC є «точкою збору» для сервісів, пропонуючи розподілені хмаро орієнтовані ресурси, що дозволяють дослідникам та ін. обробляти і аналізувати дані у розподіленому цифровому середовищі, мати доступ до публічних і комерційних сервісів електронної інфраструктури на національному, регіональному та інституційному рівнях.

Запровадження EOSC віддзеркалює основні тенденції, що наразі превалюють в Європейському просторі відкритої науки, зокрема:

- *відкритий доступ.* Кількість публікацій у відкритому доступі щорічно зростає. Наразі майже 2/3 авторів зазначають, що вони опублікували статтю в журналі з гібридним або золотим доступом. Це – на 8% вище, у порівнянні з 2013 р.;

- *архівування статей.* В останні роки архівування статей у кількісному відношенні зросло вдвічі, шляхом розміщення їх в інституційних та публічних сховищах, на особистих веб-сторінках тощо. Головними причинами активізації стали вимоги закладів до своїх співробітників та прагнення останніх до поширення результатів досліджень.

- *обмін даними.* Згідно з дослідженням (Vocile, 2017) 2017, 69% опитаних учених зазначили, що вони певним чином ділилися, обмінювалися даними своїх досліджень, що на 17% більше, порівняно з результатами опитування 2014 р. Найпоширенішими формами обміну даними виявилися такі: конференції (48%), додатки до статей (40%), за запитом або при неформальному спілкуванні (33%). Тільки 20% респондентів відзначили, що оприлюднювали результати досліджень через формальні, інституційні репозитарії, що, тим не менш, на 7% вище, ніж два роки тому. Серед причин того, чому окремі науковці не бажають поширювати дані своїх досліджень, наголошують на питаннях інтелектуальної власності та конфіденційності, висловлюють стурбованість етичними питаннями, страхом зловживань та неправомірних запозичень з боку читачів.

У перспективі, Європейська хмара запропонує 1,7 мільйону європейських дослідників та 70 мільйонам професіоналів у галузі науки, техніки, гуманітарних та соціальних наук віртуальне середовище з відкритими безперервними сервісами для зберігання, управління, аналізу та повторного використання дослідницьких даних шляхом об'єднання існуючих наукових інфраструктур даних, що в даний час розподілені між державами-членами ЄС.

На рис. 2 представлено архітектуру сервісів EOSC, або класи сервісів, що вже існують, або які планують запровадити. Питання щодо подальшого розвитку вже існуючих сервісів, створення нових сервісів, забезпечення їхньої надійності та сумісності є на часі і належать до пріоритетів ініціаторів Європейської хмари.

До прикладу, розглянемо окремі сервіси, що наразі представлені в EOSC.

Сервіси загально наукового призначення.

Infrastructure Manager (IM) – це служба з відкритим кодом, яка дозволяє розгортати складну та індивідуальну віртуальну інфраструктуру на кількох серверних пристроях, автоматизувати розгортання, налаштування, встановлення програмного забезпечення, моніторинг та оновлення віртуальних інфраструктур. Підтримує широкий спектр загальнодоступних та локальних хмарних серверів, завдяки чому користувацькі програми є хмарними. Крім того, IM надає можливості DevOps, засновані на Ansible, що дозволяє встановлювати та налаштовувати всі необхідні користувацькі програми, забезпечуючи його багатофункціональною інфраструктурою.

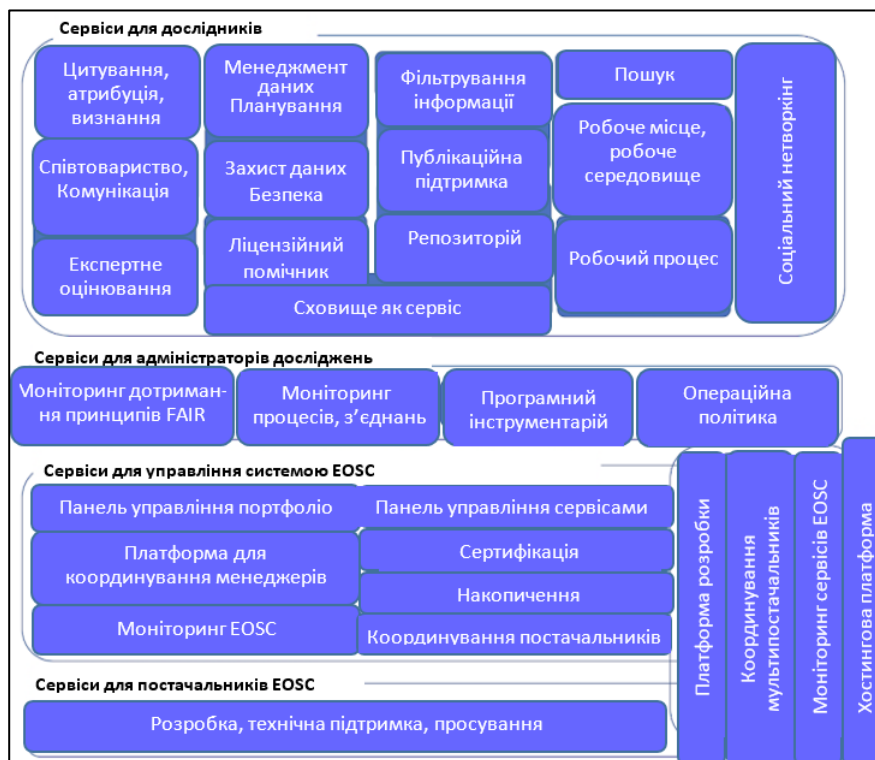


Рис. 2. Архітектура сервісів Європейської хмари відкритої науки (Pioneering Blueprint Delivered for EOSC Service Architecture, 2019)

Серед основних особливостей IM:

- Multi-Backend (розгортання на локальних, загальнодоступних та наукових хмарах і платформах).
- Розширені плагіни, доступні для OpenNebula, Amazon EC2, Google Cloud Platform, Microsoft Azure, Docker, Kubernetes, FogBow, T-Systems OTC, OpenStack, CloudStack та EGI Federated Cloud (OCCI).
- Гібридні інфраструктури – розгортання віртуальних інфраструктур, що охоплюють кількох провайдерів.
- DevOps на основі Ansible, що дозволяє встановлювати та налаштовувати необхідні програми (наприклад, кластери Hadoop тощо).
- Інтерфейси, включаючи CLI, веб-графічний інтерфейс, сервісний API XML-RPC та REST API.

Дослідницький граф OpenAIRE дозволяє розробникам створювати сервіси для наукової комунікації та дослідницької аналітики. За допомогою API, користувач отримує доступ до графа OpenAIRE – графа наукової комунікації, тобто цифрового простору, в якому можна знайти інформацію про об'єкти життєвого циклу наукової комунікації (публікації, дані досліджень, програмне забезпечення для підтримки досліджень, проектів, організації тощо) та про семантичні зв'язки між ними. Доступ до графа OpenAIRE надається за низкою протоколів (OAI-PMH, HTTP API, SPARQL), щоби задовольнити потреби розробників незалежно від їхніх вимог і вподобань.

Граф OpenAIRE оновлюється раз на два місяці шляхом:

- агрегування метаданих з європейської та глобальної мережі OpenAIRE, що містить надійні дані і ресурси; перевірені джерел даних OpenAIRE;
- збагачення метаданих через додавання в опис ресурсів повнотекстових результатів і висновків;
- збору метаданих від кінцевих користувачів за допомогою сервісу EXPLORE: включення в граф відгуків користувачів у вигляді джерела даних.

Графік доступний у виробничій та бета-версії.

Сервіси підтримки фізичних наук.

Сервіс Astronomical Online Data Analysis (AstroODA). Сервіс дозволяє користувачам здійснювати обробку і аналіз хмаро орієнтованих наукових даних астрофізичних обсерваторій та експериментів, забезпечуючи надійні результати. У цей час немає іншої державної служби, яка забезпечує цю функцію. Наразі відсутні відкриті сервіси, що надавали б у повній мірі аналогічну функціональність.

Репозиторій NOMAD (Novel Materials Discovery (NOMAD) Repository) – найбільше у світі зібрання даних з матеріалознавства. Для обчислювального моделювання та дослідження сучасних матеріалів і їх застосування

застосовується складне спеціалізоване програмне забезпечення. Це забезпечує розуміння властивостей матеріалів, розробку нових матеріалів, які відповідають конкретним вимогам. Репозиторій NOMAD підтримує файли практично всіх форматів, зберігає дані упродовж не менш ніж 10 років, відкритий доступ може бути відкладений терміном до трьох років. За запитом ресурсам присвоюється DOI для покращення цитування. У репозиторії зберігаються повні файли з обрахунками, відомості світових баз даних з матеріалознавства.

Сервіси підтримки гуманітарних та освітніх наук.

DA/RA (DOI Registration Service) – сервіс з реєстрації DOI для соціальних наук (присвоєння ідентифікаторів цифровим об'єктам шляхом використання системи DOI (digital object identifier – цифрового ідентифікатора об'єкта)). Реєстрація DOI здійснюється у тісній співпраці з організаціями, що надають дані (архіви даних, дослідницькі data-центри та ін.), відповідають за підтримку і зберігання даних досліджень та метаданих. DA/RA призначає адентифікатори DOI через DataCite, зберігає надані метадані та забезпечує можливість пошуку зареєстрованого контенту в базі даних. Метадані також вільно доступні через протокол OAI-PMH (Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting – Протокол Ініціативи відкритих архівів для збирання метаданих). DA/RA оперує специфічною схемою метаданих, що відповідає стандарту DDI (Data Documentation Initiative – Ініціативи з документування даних). Окрім цього, інструментарій DA/RA пропонує веб-сервіс (API), що дозволяє працювати автоматично з сервісом реєстрації DOI.

Репозиторій LINDAT/CLARIAH-CZ – відкритий репозиторій, що містить цифрові дані й ресурси з гуманітарних та соціальних наук. Надає платформу для доступу та обміну ресурсами і сучасними інструментами, дозволяє всім користувачам розміщувати, безпечно зберігати та поширювати дані своїх досліджень.

OPERAS Research for Society (Hypotheses) – сервіс з підтримки блогів наукового спрямування в галузі соціальних і гуманітарних наук, орієнтований на вирішення соціальних викликів. OPERAS створений як інтерактивна платформа між дослідниками в галузі соціальних і гуманітарних наук та суспільством, сприяє розвитку практик академічного блогінгу, можливостей побудови відкритої комунікації між учасниками соціально-економічної взаємодії, з акцентом на соціальних викликах.

ОБГОВОРЕННЯ

Загалом, наразі EOSC налічує понад 300 ресурсів з різних наукових галузей: медичної, інженерії і технологій, природничих наук, генетики, гуманітарних і соціальних наук та ін. Європейська хмара відкритої науки систематично наповнюється новими сервісами для підтримки реалізації концепції відкритої науки в європейському просторі. На часі є подальший розвиток вже існуючих сервісів, створення нових сервісів, забезпечення їхньої надійності та сумісності, що належать до пріоритетів ініціаторів Європейської хмари.

З огляду на значний педагогічний потенціал і новизну існуючих підходів до створення, запровадження й використання засобів і сервісів відкритої науки для підтримки науково-освітньої діяльності, ці питання ще потребують теоретичних та емпіричних досліджень, уточнення підходів, моделей, методик, можливих шляхів впровадження.

Врахування сучасних тенденцій європейського простору відкритої науки, використання переваг хмаро орієнтованих засобів і сервісів відкритої науки сприятиме покращенню якості, ефективності та результативності науково-освітньої діяльності у вітчизняних закладах науки й освіти, ефективності впровадження в освітній процес засобів і сервісів хмарних обчислень, ширшому використанню сервісів відкритої науки на різних рівнях навчання, поліпшенню рівня підготовки фахівців освітньої галузі, зокрема вчителів.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

На основі здійсненого дослідження сформовано відповідні рекомендації. Отже, для того, щоби реалізувати якісне й ефективне запровадження засобів і сервісів відкритої науки в науково-освітню діяльність необхідно забезпечити:

- поширення інформації стосовно існуючих можливостей, послуг та переваг використання хмарних сервісів, мережних інструментів і платформ відкритої науки, е-інфраструктур та Європейської хмари відкритої науки в процесі навчання і наукових досліджень, науково-освітньої діяльності, запровадження їх в процес підготовки фахівців галузі освіти, в т.ч. вчителів;
- ширше запровадження практик відкритої науки у науково-освітню діяльність, процес навчання і професійного розвитку фахівців галузі освіти, в т.ч. вчителів;
- створення методик розвитку компетентностей різних зацікавлених сторін щодо використання сервісів і технологій відкритої науки і запровадження їх в науково-освітній процес;
- відкритість наукових даних.

З огляду на значний педагогічний потенціал і новизну існуючих підходів до створення, запровадження й використання засобів і сервісів відкритої науки для підтримки науково-освітньої діяльності, ці питання ще потребують теоретичних та емпіричних досліджень, уточнення підходів, моделей, методик, можливих шляхів впровадження. Зокрема, в якості перспективи подальших досліджень розглядаємо обґрунтування моделей проектування і використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки для підготовки фахівців галузі освіти, в т.ч. вчителів.

Список використаних джерел

1. Baumgartner P. Open Citations - TOS. 2019. URL: <https://notes.peter-baumgartner.net/2019/06/25/open-citations-tos/> (Last accessed: 04.10.2021).
2. Farrow R., Pitt R., Weller M. Open Textbooks as an Innovation Route for Open Science Pedagogy. *Education for Information*, 2020. Vol. 36, no. 3. Pp. 227-245. DOI: 10.3233/EFI-190260.
3. Pioneering Blueprint Delivered for EOSC Service Architecture. 2019. URL: <https://eoscipilot.eu/news/pioneering-blueprint-delivered-eosc-service-architecture> (Last accessed: 04.10.2021).

4. Towards Porting Astrophysics Visual Analytics Services in the European Open Science Cloud / Sciacca E. et al. *Intelligent Computing. SAI 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing* / eds. K. Arai, S. Kapoor, R. Bhatia, 2020. Vol 1230. P. 598-606. DOI: 10.1007/978-3-030-52243-8_43.
5. Vocile B. Open Science Trends You Need to Know About. 2017. URL: <https://www.wiley.com/network/researchers/licensing-and-open-access/open-science-trends-you-need-to-know-about> (Last accessed: 04.10.2021).
6. Wesolek A., Lashley J., Langley A. *OER: A Field Guide for Academic Librarians*. Pacific University Press, 2018. 468 p. URL: <https://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/652> (Last accessed: 04.10.2021).
7. Мар'єнко М. В., Шишкіна М. П. Використання хмаро орієнтованих методичних систем у процесі підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. Вінниця, 2020. Вип. 56. С. 121-134.
8. Методологія формування хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища педагогічного навчального закладу : монографія / Дем'яненко В. М. та ін.; за наук. ред.: М. П. Шишкіної. К.: Педагогічна думка, 2017. 146 с.

References

1. Baumgartner, P. (2019). Open Citations – TOS. Retrieved from <https://notes.peter-baumgartner.net/2019/06/25/open-citations-tos/> [in English].
2. Farrow, R., Pitt, R. & Weller, M. (2020). Open Textbooks as an Innovation Route for Open Science Pedagogy. *Education for Information*, 3(36), 227-245. DOI: 10.3233/EFI-190260. [in English].
3. Pioneering Blueprint Delivered for EOSC Service Architecture. (2019). URL: <https://eoscpilot.eu/news/pioneering-blueprint-delivered-eosc-service-architecture> [in English].
4. Towards Porting Astrophysics Visual Analytics Services in the European Open Science Cloud / Sciacca, E. et al. (2020). *Intelligent Computing. SAI 2020. Advances in Intelligent Systems and Computing* / Arai, K., Kapoor, S., Bhatia, R. (Ed.), 1230, 598-606. DOI: 10.1007/978-3-030-52243-8_43. [in English].
5. Vocile, B. (2017). Open Science Trends You Need to Know About. Retrieved from <https://www.wiley.com/network/researchers/licensing-and-open-access/open-science-trends-you-need-to-know-about> [in English].
6. Wesolek, A., Lashley, J., Langley, A. (2018). *OER: A Field Guide for Academic Librarians*. Pacific University Press. Retrieved from <https://open.umn.edu/opentextbooks/textbooks/652> [in English].
7. Marienko, M. V. & Shyshkina, M. P. (2020). Vykorystannia khmaro oriientovanykh metodychnykh system u protsesi pidhotovky vchyteliv pryrodnycho-matematychnykh predmetiv do roboty v naukovomu litsei [The use of cloud-oriented methodological systems in the process of preparing teachers of natural sciences and mathematics to work in a scientific lyceum]. *Suchasni informatsiini tekhnologii ta innovatsiini metodyky navchannia u pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problem – Modern information technologies and innovative teaching methods in training: methodology, theory, experience, problems*, 56, 121-134. [in Ukrainian].
8. Demianenko, V. M. Et al (2017). *Metodolohiia formuvannia khmaro oriientovanoho navchalno-naukovoho seredovyscha pedahohichnoho navchalnoho zakladu [Methodology of formation of cloud-oriented educational and scientific environment of pedagogical educational institution]* (M. P. Shyshkina). Kyiv: Pedahohichna dumka. [in Ukrainian].

TOOLS AND SERVICES OF THE EUROPEAN OPEN SCIENCE CLOUD IN ORDER TO SUPPORT SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL ACTIVITIES

Maiia Marienko, Yulia Nosenko, Mariya Shyshkina

Institute of Information Technologies and Learning Tools of NAES of Ukraine, Ukraine

Abstract. The article analyzes the modern trends of the European space of open science, the essence and benefits of cloud-oriented tools and services of open science. Examples of services of the European Open Science Cloud are considered. Recommendations on qualitative and effective introduction of tools and services of open science in scientific and educational activities are provided.

Problem formulation. The urgency of research is due to the need to improve the quality and effectiveness of the implementation of tools and services of open science in scientific and educational activities, increasing the efficiency of their use in national science and education system, improving the level of training of educational specialists, including teachers.

Materials and methods. Theoretical methods were used to solve the tasks set in the work: analysis of scientific and pedagogical theories and concepts on the research problem; analysis and generalization of tendencies of the European space of open science; analysis of the functionality of cloud-based open science services.

Results. The essence of the concept of a cloud-oriented system of open science is analyzed. The essence and significance of the European open science cloud is considered. The main trends that are currently prevailing in the European space of open science are defined: open access, archiving articles, data sharing. Examples of services of the European open science cloud are considered.

Conclusions. Taking into account the modern trends of the European space of open science, the use of the advantages of cloud-oriented tools and services of open science, taking into account the author's recommendations will contribute to improving the quality and the effectiveness of introduction in the educational process of tools and cloud computing services, wider use of open science services at different levels of study, improving the level of training of specialists of the educational sector.

Key words: Open science, tools and services of open science, European open science cloud, scientific and educational activity, trends.



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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



Плотнікова О.Л., Коробова І.В. Реалізація трансдисциплінарного підходу у процесі формування природничо-математичної компетентності майбутніх моряків. Фізико-математична освіта, 2021. Випуск 5(31). С. 67-72.

Plotnikova O., Korobova I. Implementation of transdisciplinary approach as a means of formation of natural and mathematical competence of future seamen. Physical and Mathematical Education, 2021. Issue 5(31). P. 67-72.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-031-5-010

УДК 37.01/.09

О.Л. Плотнікова

Херсонський морський коледж рибної промисловості, Україна
plalleon69@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4306-4616>

І.В. Коробова

Херсонський державний університет, Україна
irinakorobova8@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-2653-277X>

РЕАЛІЗАЦІЯ ТРАНСДИСЦИПЛІНАРНОГО ПІДХОДУ У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ МОРЯКІВ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Сучасна українська освіта перебуває на етапі реформування. Перенасичення ринку праці фахівцями гуманітарного напрямку не сприяє активному розвитку економічної галузі нашої країни. Саме тому Міністерство освіти і науки України зміщує акценти з дисциплін гуманітарної спрямованості на дисципліни природничо-математичного циклу. При цьому у процесі професійної діяльності фахівці усіх галузей (у тому числі й морської) стикаються з проблемами, вирішення яких потребує міждисциплінарних знань, тобто, їм необхідно проявити свою компетентність. Основою підготовки таких фахівців вважається впровадження в освітній процес трансдисциплінарного підходу, який на сьогодні є необхідною умовою розвитку освіти в цілому. Окрім цього, реалізація трансдисциплінарного підходу надає можливість активізувати пізнавальну діяльність здобувачів, сприяє формуванню в них професійних якостей, зокрема, природничо-математичної компетентності.

Метою статті є аналіз особливостей трансдисциплінарного підходу та виявлення можливостей його реалізації в процесі формування природничо-математичної компетентності майбутніх моряків.

Матеріали й методи. В роботі використані теоретичні й емпіричні методи дослідження, такі як аналіз літературних джерел, синтез, спостереження за освітнім процесом, систематизація й узагальнення результатів дослідження.

Результати. У роботі наведено приклад компетентнісного завдання, сконструйованого у межах трансдисциплінарного підходу. Досвід використання компетентнісних завдань у процесі навчання майбутніх моряків засвідчив їх ефективність, оскільки вони надають широкі можливості залучення майбутніх фахівців до розв'язування практичних проблем, наближених до професійної діяльності майбутніх моряків, що у свою чергу, сприяє формуванню їх природничо-математичної компетентності.

Висновки. Доведено, що трансдисциплінарний підхід є актуальним на сьогодні і дає широкі можливості викладачам для досягнення поставлених цілей освітнього процесу. Окрім того, що трансдисциплінарний підхід є необхідною умовою розвитку сучасної освіти, він також є запорукою успішного формування природничо-математичної компетентності майбутніх моряків, яка передбачає уміння здобувача проявити набуті інтегровані знання з математики, фізики та інформатики у процесі вирішення професійних завдань. Одним із шляхів реалізації трансдисциплінарного підходу в освітньому процесі є залучення здобувачів до розв'язання компетентнісних задач.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: трансдисциплінарний підхід, природничо-математична компетентність, компетентнісне завдання, освітній процес.

ВСТУП

На сьогодні українська освіта перебуває на етапі модернізації та реформування, що суттєво впливає на якість підготовки фахівців різного профілю. При цьому з'являються чимало освітніх напрямків та інноваційних освітніх продуктів, що підтверджується досвідом роботи провідних вчених та практиків. Паралельно зі змінами в освітній галузі відбуваються

зміни і у суспільстві – перехід на новий інформаційний рівень. У таких умовах (різноманіття педагогічних концепцій, підходів та продуктів, а також інформатизація всіх галузей суспільства) виникають труднощі у підготовці майбутніх фахівців, морського профілю зокрема. Підготовка майбутніх фахівців морського профілю - це складний педагогічний процес, який передбачає формування у курсантів не тільки професійної, але й інших видів компетентностей, що дає можливість їм виконувати свої професійні обов'язки на високому рівні. Вирішення зазначених проблем можливе за умов впровадження в освітній процес трансдисциплінарного підходу, який привертає значну увагу не тільки українських, але й зарубіжних учених. Реалізація зазначеного підходу дає змогу здійснити інтеграцію знань здобувачів освіти морського профілю та підвищити їх професійний рівень.

Метою статті є аналіз особливостей трансдисциплінарного підходу та виявлення можливостей його реалізації в процесі формування природничо-математичної компетентності майбутніх моряків. Завдання, що були розв'язані у зв'язку з поставленою метою:

- зіставлення понять «міждисциплінарність» та «трансдисциплінарність», виявлення особливостей трансдисциплінарного підходу;
- визначення поняття «природничо-математична компетентність» та аналіз її структури;
- розробка компетентнісного завдання на засадах трансдисциплінарного підходу та його методичний аналіз.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Предметом дослідження є основні засади трансдисциплінарного підходу до організації освітнього процесу, а також формування природничо-математичної компетентності майбутніх судноводіїв і судномеханіків. У роботі використані теоретичні та емпіричні методи дослідження, зокрема аналіз літературних джерел, синтез, спостереження за освітнім процесом, систематизація й узагальнення результатів дослідження.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз наукової літератури засвідчив, що актуальним на сьогодні в освіті є міждисциплінарний підхід, який надає можливість одночасно вирішити низку завдань: методологічні, організаційні та інформаційні (Кушнір, 2018). Однак, не зважаючи на значні переваги міждисциплінарного підходу, у сучасних умовах глобалізації науки більш актуальною є інтеграція окремих дисциплін, що сприяє виникненню нового знання. Саме з цим пов'язана поява нових підходів, зокрема, трансдисциплінарного.

Питання впровадження трансдисциплінарного підходу в освітній процес знайшло відображення у роботах як вітчизняних, так і зарубіжних науковців. Результати їх аналізу засвідчили відсутність єдиного визначення понять «міждисциплінарність» та «трансдисциплінарність», що обумовлює проблему їх зіставлення, а в деяких випадках і їх ототожнення. Зокрема, німецький дослідник Ю.Міттельштрасс дотримується думки, що трансдисциплінарність тотожна міждисциплінарності, а основне завдання трансдисциплінарності полягає у подоланні дисциплінарних прогалин (Mittelstraß, 2000). У своїх доробках Л.Киященко та В.Моїсєєв, вказуючи на відмінність між трансдисциплінарністю та міждисциплінарністю, зазначають, що «ситуація міждисциплінарності – це ситуація перенесення знання з однієї дисциплінарної області в іншу при збереженні дисциплінарних поділів. Тобто, міждисциплінарність методологічно додатково збагачує те, що визначено всередині дисциплінарних поділів. Ситуація трансдисциплінарності передбачає порушення жорсткості дисциплінарних поділів наукового знання» (Киященко&Моїсєєв, 2009). Розвиток трансдисциплінарної парадигми у сучасному освітньому просторі висвітлений у Рекомендаціях ЮНЕСКО, де зазначено, що основним методом вирішення проблем у XXI столітті є саме трансдисциплінарний підхід. При цьому автори Рекомендацій стверджують, що доцільно «заохочувати трансдисциплінарні програми навчального процесу і вчити майбутніх фахівців використовувати трансдисциплінарний підхід при розв'язанні складних проблем природи та суспільства» (UNESCO, 1998).

На думку А.Савкова, інтеграція певних інтелектуальних ресурсів конкретних дисциплін у межах трансдисциплінарності передбачає не тільки поєднання знань, які є запозиченими з різних дисциплін, але й передбачає *створення міждисциплінарного освітнього простору*, в якому виробляється новий продукт. При цьому нові знання не втрачають зв'язку та спорідненості із тими дисциплінами, з яких вони попередньо були отримані (Савков, 2018). Розглядаючи трансдисциплінарність як одну з можливостей отримання нових знань, С.Ганаба зазначає, що трансдисциплінарні знання є *знаннями проблемними*, оскільки дають можливість не лише розв'язувати практичні завдання, а й відображають *здатність їх продукувати* (Ганаба, 2014). Узагальнюючи підходи вчених з питання впровадження трансдисциплінарного підходу в освітній процес, можна стверджувати, що серед дослідників відсутня єдність щодо визначення поняття «трансдисциплінарний підхід», проте більшість науковців вважають, що зазначений підхід є необхідною умовою розвитку освіти та особистості, оскільки передбачає зростання як інтелектуального ресурсу, так і розвитку особистості; реалізує проблемний характер навчання – здобувачі розглядають одну проблему з різних позицій, тобто шукають декілька підходів до її розв'язання; дає можливість розкрити складну природу суб'єктів освітньої взаємодії, а також складність освітнього процесу; надає можливість розв'язувати поставлені завдання комплексно та отримати цілісну картину про проблему та контекст, у якому вона виникла та набула свого розвитку.

Методологічний потенціал трансдисциплінарності у процесі підготовки майбутніх моряків ґрунтується на нових способах організації досліджень, які виходять за межі окремих дисциплін та потребують залучення позадисциплінарного знання; врахуванні ціннісних та цільових сторін поставленого практичного завдання, необхідності формулювання проблемних запитань; використанні евристичного потенціалу, який сприяє трансдисциплінарному вирішенню поставленого практичного завдання; необхідності формування нових організаційних груп («трансдисциплінарні колективи»), у яких методи та способи розв'язання поставленого завдання формуються та коректуються у процесі роботи (Киященко&Гребенщикова, 2011).

Ураховуючи особливості трансдисциплінарного підходу до організації освітнього процесу майбутніх моряків, можна стверджувати, що зазначений підхід надає широкі можливості для формування та розвитку природничо-математичної компетентності фахівців. Аналіз наукових доробок вітчизняних та зарубіжних науковців засвідчив, що поняття «компетентність» не є новим. Проте, у літературі зустрічаються різні підходи до класифікації компетентностей, їх кількості та переліку, якими повинен володіти фахівець морської галузі. Зокрема, О.Аверіна, Е.Башкаєва, Ю.Колягіна, О.Тамер у своїх працях розглядають поняття «*математична компетентність*»; Т.Засєкіна, В.Заболотний, Н.Сосницька, О.Пінчук, М.Шут вивчали дефініцію «*фізична компетентність*»; О.Легкий, М.Граб, О.Грошовенко, В.Мелаш у своїх доробках розкривали поняття «*природнича компетентність*»; С.Раков, Н.Баловсяк, М.Головань, Н.Морзе, О.Кузьмінська досліджували поняття «*інформатична компетентність*». Ми погоджуємося із тим, що набуття кожної із зазначених компетентностей є важливим і необхідним для майбутніх фахівців морського профілю. Проте, враховуючи сучасні тенденції в освіті, зокрема, інтеграцію дисциплін та трансдисциплінарний підхід, вважаємо доцільним формувати та сприяти розвитку саме природничо-математичної компетентності. У своєму дослідженні ми розглядаємо **природничо-математичну компетентність** як *інтегровану якість особистості, яка передбачає володіння знаннями, уміннями, навичками та способами діяльності у галузі математики, інформатики та фізики і виявляється в готовності та здатності особистості використовувати природничо-математичні знання для ефективного розв'язання завдань практичного та прикладного змісту*.

Оскільки природничо-математична компетентність є складною інтегративною педагогічною категорією, її необхідно розглядати з позиції системного підходу і виділити відповідні структурні компоненти. Різноманітні підходи до визначення структури компетентності розглянуті у роботі вітчизняних науковців, зокрема, структурні компоненти та функції компетентності (Головань, 2008), компоненти компетентності- змістовий, діяльнісний, особистісний (Шарко, 2006), досвідно-діялісна модель компетентності (Коробова, 2013) та ін. У нашій роботі вважаємо доцільним у структурі природничо-математичної компетентності виділити три складові: когнітивну, діялісну та особистісну. Врахувавши доробки науковців, нами був розкритий зміст кожного структурного компоненту природничо-математичної компетентності (рис. 1).

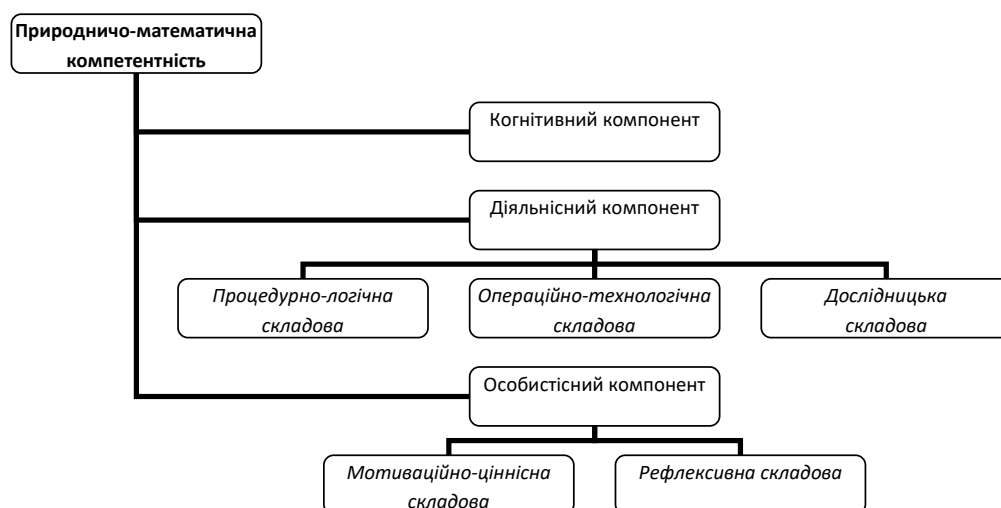


Рис. 1. Структура природничо-математичної компетентності

Когнітивний компонент природничо-математичної компетентності включає сукупність знань з математики, фізики та інформатики теоретичного і практичного характеру, що відображають систему сучасної математики.

Діялісний компонент включає процедурно-логічну, операційно-технологічну та дослідницьку складові. *Процедурно-логічна складова* діялісної компоненти передбачає оволодіння комплексом *математичних умінь* (аналітичних, обчислювальних, алгоритмічних, функціональних, геометричних, стохастичних, ймовірнісних, математичного моделювання); використання на практиці алгоритмів розв'язування типових задач; володіння дедуктивним методом доведення та спростування тверджень; *фізичних умінь* (пояснювати фізичні явища, роботу техніки та механізмів, застосовувати фізичні закони та формули при розв'язуванні фізичних задач); *уміння з інформатики* (використовувати засоби інформаційних технологій для пошуку та систематизації інформації, програмні продукти при розв'язанні математичних та фізичних задач, будувати алгоритми розв'язування задач, візуалізувати отриманий результат).

Операційно-технологічна складова передбачає формування та розвиток у здобувачів умінь використовувати набуті знання та специфічні уміння з математики, фізики та інформатики, а також готовність застосовувати їх для розв'язування практичних, прикладних та професійних завдань.

Дослідницька складова передбачає володіння методами дослідження соціально та індивідуально значущих завдань за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій і математичних методів (формулювати математичні задачі на основі аналізу соціально та індивідуально значущих задач; будувати аналітичні та інформаційні моделі задач; інтерпретувати результат, отриманий формальним методом, у термінах вихідної предметної області; систематизувати отримані результати).

Особистісний компонент включає мотиваційно-ціннісну та рефлексивну складові. *Мотиваційно-ціннісна складова* передбачає мотивацію та ставлення (цінності та інтереси) до діяльності з використанням знань з математики, фізики та інформатики; саме вони забезпечують застосування набутих знань для розв'язку проблем. Даний компонент характеризується системою орієнтацій майбутнього фахівця на розуміння та вільне оперування здобутими знаннями та вміннями (з математики, фізики та інформатики), на самостійний пошук необхідних знань, перенесення відомих способів діяльності в нові, нестандартні ситуації, прояв активності судження, критичності мислення, гнучкості методу, прогнозування власної діяльності – розвиток творчого потенціалу особистості. *Рефлексивна складова* характеризує самоконтроль, самоаналіз та самооцінку здобувача освіти.

Результати досліджень науковців свідчать про значні переваги побудови освітнього процесу на засадах компетентнісного підходу перед традиційним (Коробова, 2017; Шарко, 2006). Зокрема, при постановці перед здобувачами завдання компетентнісного характеру його вирішення передбачає самостійний цільовий пошук необхідних відомостей та формування алгоритму виконання поставленого завдання. У задачах такого типу основним продуктом є свідоме засвоєння здобувачами знань та умінь формувати стратегію розв'язування компетентнісних задач, планувати процес їх розв'язання, робити аналіз отриманих результатів, шукати та виправляти допущені помилки. Залучення курсантів до розв'язування завдань компетентнісного характеру сприятиме їх інтелектуальній активності та самостійності, формуванню здатності до цілепокладання, оцінювання, ефективної дії та рефлексії (Морзе, Кузьмінська, Вембер, Барна, 2010). Використання трансдисциплінарного підходу при складанні компетентнісних задач надає широкі можливості залучити майбутніх фахівців до розв'язування саме практичних завдань, які наближені до професійної діяльності майбутніх моряків. На думку А. Хуторського до компетентнісних необхідно відносити такі завдання, при вирішенні яких у здобувачів формується розуміння теоретичних основ виконуваної або проєктованої діяльності, формуються базові уміння та навички, здатність поєднувати теорію та практику, уміння користуватися письмовими, усними та інформаційними засобами комунікації (Хуторський&Хуторская, 2008). При цьому, компетентнісні задачі допомагають сприйняти та зрозуміти навчальний матеріал і передбачають: змістовний аналіз формулювання задачі, побудову інформаційної моделі, розробку стратегії пошуку інформаційних матеріалів, опрацювання даних та подання результатів розв'язування задачі (Войтків, 2016). Прикладом компетентнісно орієнтованих завдань для школярів є завдання, які пропонує Міжнародна програма оцінювання навчальних досягнень учнів у сфері функціональної грамотності.

У своїх дослідженнях Л. Павлова визначає вимоги до компетентнісних задач, а саме: можуть мати декілька способів розв'язування; передбачають комплексне використання предметних знань з різних дисциплін, умови яких пов'язані з професійною діяльністю/ з реальними життєвими ситуаціями (Павлова, 2009). При цьому Л. Павлова зазначає, що компетентнісна задача повинна відповідати хоча б одній із наведених вимог.

У ході дослідження нами були підібрані та адаптовані до навчання майбутніх моряків компетентнісні завдання у межах трансдисциплінарного підходу, використання яких сприятиме формуванню природничо-математичної компетентності майбутніх моряків. Розглянемо приклад такого завдання.

Компетентнісна задача. Для уникнення зіткнення, капітан судна приймає рішення про здійснення аварійного маневру «Покладання руля на правий борт з повним реверсним рухом (рух назад)». Рух судна на площині задано двома рівняннями руху $x = 4t$ та $y = 16t^2 - 1$ (у см). Момент часу $t = \frac{1}{2}c$. Визначити вигляд траєкторії. Для моменту часу t знайти

кінематичні характеристики судна, положення судна на траєкторії, його швидкість, повне, нормальне та дотичне прискорення, а також радіус кривизни траєкторії в даній точці.

Методичні особливості задачі. Запропонована курсантам морського профілю задача має компетентнісний характер, оскільки – безпосередньо пов'язана з їх майбутньою професійною діяльністю; у задачі наведений реальний (корисний) для здобувачів факт; зміст задачі створює ситуацію «присутності» курсантів у реальних умовах; вирішення даної задачі передбачає використання курсантами набутих знань з фізики (зокрема таких понять: траєкторія, швидкість, прискорення (нормальне та дотичне), радіус кривизни траєкторії), математики (розв'язування лінійних та квадратичних рівнянь, використання методу заміни при розв'язуванні рівнянь, побудова графіку для визначення вигляду траєкторії, координати точки на площині, виконання простих математичних дій) та інформатики (для побудови графіку залежності $y = x(t)$), а також виконання розрахунків, доцільно використати МО Excel або он-лайн платформу GeoGebra). Необхідно також зазначити, що використання компетентнісних задач є ефективним саме на інтегрованих уроках – найдоцільнішій формі організації освітнього процесу в умовах реалізації трансдисциплінарного підходу.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

У ході дослідження було встановлено, що у процесі підготовки майбутніх фахівців морського напрямку доцільним є впровадження в освітній процес трансдисциплінарного підходу, який дозволяє розглянути проблему з позиції декількох дисциплін. При цьому, отримані трансдисциплінарні знання дозволяють не тільки розв'язувати практичні завдання, а й формувати здатність у особистості до їх продукування. Використання в освітньому процесі підготовки майбутніх моряків трансдисциплінарного підходу надає можливість формувати та розвивати природничо-математичну компетентність майбутніх фахівців, яка є складною педагогічною категорією і представляє собою інтегровану якість особистості, яка передбачає не тільки володіння знаннями, вміннями, навичками та способами діяльності у галузі математики, інформатики та фізики, а й виявляється в готовності та здатності особистості використовувати природничо-математичні знання для ефективного розв'язання завдань практичного/прикладного та професійного змісту. Розглядаючи природничо-математичну компетентність з позиції системного підходу було виділено три компоненти: когнітивний, діяльнісний та особистісний (останні два також мають складну структуру). Одним із шляхів формування природничо-математичної компетентності майбутніх моряків є залучення їх до виконання завдань компетентнісного характеру, які передбачають самостійний цільовий пошук здобувачами необхідних відомостей та формування алгоритму виконання поставленого завдання.

Досвід впровадження компетентнісних завдань в освітній процес підготовки майбутніх моряків дає підстави стверджувати, що вони є ефективним засобом формування природничо-математичної компетентності, сприяють розвитку інтелектуальної активності та самостійності здобувачів, підвищення зацікавленості до вивчення фізики, математики та інформатики. Дослідження варто продовжити у напрямку конструювання компетентнісних завдань та їх впровадження у процес навчання курсантів.

Список використаних джерел

1. Кушнір О.В. Проблема трансдисциплінарного підходу у українській системі вищої освіти. *Знання. Освіта. Освіченість*, 2018. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/znanosv/znanosv2018/paper/view/5996> (Дата звернення 07.07.2021).
2. Mittelstraß J. Transdisciplinarity – New Structures in Science. *Innovative Structures in Basic Research* (Ringberg, 4-7 October, 2000). Max-Planck-Gesellschaft, 2000. S. 43-54.
3. Киященко Л.П., Моисеев В.И. *Философия трансдисциплинарности*. Москва: ИФ РАН, 2009. 205 с.
4. Transdisciplinarity: Stimulating Synergies, Integrating Knowledge Division of Philosophy and Ethics UNESCO. 1998. P. 37-38. URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001146/114694eo.pdf> (Дата звернення 05.07.2021).
5. Савков А. П. Трансдисциплінарний підхід як інноваційна технологія підготовки фахівців у галузі публічного управління. *Матеріали щорічної науково-практичної конференції «Актуальні питання підготовки фахівців у сфері публічного управління та адміністрування»* (Київ, 1–2 листопада 2018 р.). НАДУ, 2018. С. 156.
6. Ганаба С. Методологічний потенціал трансдисциплінарного підходу в організації змісту навчання. *Наукові записки Національного університету Острозька академія. Серія: Філософія*, 2014. Випуск 15. С. 62-67.
7. Киященко Л.П., Гребенщикова Е.Г. *Современная философия науки: трансдисциплинарные аспекты*. Москва: МГМОУ, 2011. 146 с.
8. Головань М.С. Компетенція і компетентність: досвід теорії, теорія досвіду. *Вища освіта України*. 2008. №3. С. 23-30. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/324272272.pdf> (Дата звернення 02.08.2021)
9. Шарко В.Д. Методична підготовка вчителя фізики в умовах неперервної освіти: *Монографія*. Херсон: Вид-во ХДУ, 2006. 400 с.
10. Коробова І.В. Досвідно-діяльнісна модель методичної компетентності вчителя фізики. *Вісник Чернігівського нац. пед. ун-ту : Серія : Педагогічні науки*. Чернігів : ЧНПУ, 2013. Вип. 109. С. 185-189.
11. Коробова І.В. Формування методичної компетентності майбутніх учителів фізики на засадах індивідуального підходу: автореф. дис. ... докт. пед. наук; спец. 13.00.02 – теорія та методика навчання (фізика). – Херсон: ФОП Гринь Д.С., 2017. 40 с.
12. Морзе Н.В., Кузьмінська О.Г., Вембер В.П., Барна О.В. Компетентнісні завдання як засіб формування інформатичної компетентності в умовах неперервної освіти. URL: https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/901/1/N_Morze_O_Kuzminska_V_Vember_O_Barna_ITO_4.pdf (Дата звернення 09.07.2021)
13. Хуторской А.В., Хуторская Л.Н. Проектирование и организация самостоятельной работы студентов в контексте компетентностного подхода: *Межвузовский сборник научных трудов*. 2008. Випуск 1. С.117-137.
14. Войтків Г. Компетентнісні задачі з фізики. *Фізика. Технології. Навчання*, 2016. Випуск 14. С. 45–49.
15. Павлова Л.В. Познавательные компетентностные задачи как средство формирования предметно-профессиональной компетентности будущего учителя математики. URL: https://lib.herzen.spb.ru/media/magazines/contents/1/113/pavlova_113_169_174.pdf (Дата звернення 07.07.2021).
16. Мищик С.А. (2015). *Системные задачи статической прикладной физики морского флота*. URL: <https://infourok.ru/sistemnie-zadachi-po-staticheskoj-prikladnoy-morskoy-fizike-1662697.html> (Дата обращения 12.08.2020).

References

1. Kushnir O.V. (2018). Problema transdystypynarnoho pidkhodu u ukrainskii systemi vyshchoi osvity [The problem of transdisciplinary approach in the Ukrainian higher education system]. *Znannia. Osvita. Osvichenist*. Retrieved from <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/znanosv/znanosv2018/paper/view/5996> [in Ukrainian].
2. Mittelstraß J. Transdisciplinarity (2000). New Structures in Science. *Innovative Structures in Basic Research* (Ringberg, 4-7 October, 2000). Max-Planck-Gesellschaft, 43-54.
3. Kiyashchenko L.P., Moiseyev V.I. (2009). Filosofija transdisciplinarnosti [Philosophy of transdisciplinarity]. Moskva: IF RAN, 205 [in Russian].
4. Transdisciplinarity: Stimulating Synergies, Integrating Knowledge Division of Philosophy and Ethics UNESCO. 1998. P. 37-38. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001146/114694eo.pdf> [in English].
5. Savkov A.P. (2018). Transdystypynarnyi pidkhid yak innovatsiina tekhnolohiia pidhotovky fakhivtsiv u haluzi publichnoho upravlinnia [Transdisciplinary approach as an innovative technology for training specialists in the field of public administration]. *Proceedings from Materialy shchorichnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Aktualni pytannia pidhotovky fakhivtsiv u sferi publichnoho upravlinnia ta administruvannia»*(pp. 156). NADU [in Ukrainian].
6. Hanaba S. (2014). Metodolohichniy potentsial transdystypynarnoho pidkhodu v orhanizatsii zmistu navchannia [Methodological potential of transdisciplinary approach in the organization of learning content]. *Naukovi zapysky Natsionalnoho universytetu Ostrozka akademii. Seria: Filosofiia*, 15, 62-67 [in Ukrainian].
7. Kijashhenko L.P., Grebenshnikova E.G. (2011). Sovremennaja filosofija nauki: transdisciplinarnye aspekty [Modern philosophy of science: transdisciplinary aspects]. Moskva: MGMOU [in Russian].

8. Holovan' M.S. (2008). Kompetentsiya i kompetentnist': dosvid teorii, teoriya dosvidu [Competence and competence: experience of theory, theory of experience]. *Vyshcha osvita Ukrainy*, 3, 23-30. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/324272272.pdf> [in Ukrainian].
9. Sharko V.D. (2006). Metodichna pidhotovka vchytelya fizyky v umovakh neperervnoyi osvity [Methodical training of a physics teacher in the conditions of continuous education]: Monohrafiya. Kherson: Vyd-vo KHDU, 400 [in Ukrainian].
10. Korobova I.V. (2013). Dosvidno-diyal'nisna model' metodichnoyi kompetentnosti vchytelya fizyky [Activity experience` model of methodical competence of a physics teacher]. *Visnyk Chernihivs'koho nats. ped. un-tu : Seriya : Pedagogichni nauky*. Chernihiv: CHNPU, 109, 185-189 [in Ukrainian].
11. Korobova I.V. (2017). Formuvannya metodichnoyi kompetentnosti maybutnikh uchyteliv fizyky na zasadakh indyvidual'noho pidkhodu [Formation of methodical competence of future teachers of physics on the basis of individual approach]: avtoref. dys. ... dokt. ped. nauk; spets. 13.00.02 – teoriya ta metodyka navchannya (fizyka). Kherson: FOP Hrin' D.S., 40 [in Ukrainian].
12. Morze N. V., Kuz'mins'ka O.H., Vember V.P., Barna O.V (2010). Kompetentnisni zavdannia yak zasib formuvannya informatychnoi kompetentnosti v umovakh neperervnoi osvity [Competence tasks as a means of forming information competence in the context of continuing education]. Retrieved from http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/itvo/2010_6/2. Pdf [in Ukrainian].
13. Hutorskoj A.V., Hutorskaja L.N. (2008). Proektirovanie i organizacija samostojatel'noj raboty studentov v kontekste kompetentnostnogo podhoda [Designing and organizing independent work of students in the context of the competence approach]. *Mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov - Interuniversity collection of scientific works*, 1, 117-137 [in Russian].
14. Voitkiv H. (2016). Kompetentnisni zadachi z fizyky [Competence tasks in physics]. *Fizyka. Tekhnologii. Navchannia*, 14, 45–49 [in Ukrainian].
15. Pavlova L.V. (2009). Poznavatel'nye kompetentnostnye zadachi kak sredstvo formirovaniya predmetno-professional'noj kompetentnosti budushhego uchitelja matematiki [Cognitive competence tasks as a means of forming the subject-professional competence of the future teacher of mathematics]. Retrieved from https://lib.herzen.spb.ru/media/magazines/contents/1/113/pavlova_113_169_174.pdf [in Russian].
16. Mishchik S.A. (2015). Sistemnyye zadachi staticheskoy prikladnoy fiziki morskogo flota [Systemic tasks of static applied physics of the marine fleet.]. (n.d.) *infourok.ru* Retrieved from <https://infourok.ru/sistemnie-zadachi-po-staticheskoy-prikladnoy-morskoy-fizike-1662697.html> [in Russian].

IMPLEMENTATION OF TRANSDISCIPLINARY APPROACH AS A MEANS OF FORMATION OF NATURAL AND MATHEMATICAL COMPETENCE OF FUTURE SEAMEN

Olena Plotnikova

Kherson Maritime College of Fishing Industry, Ukraine

Iryna Korobova

Kherson State University, Ukraine

Abstract. *Modern Ukrainian education is in the process of reform. Oversaturation of the labor market with humanitarian specialists does not contribute to the active development of the economic sector of our country. That is why the Ministry of Education and Science of Ukraine shifts the emphasis from the disciplines of the humanities to the disciplines of the natural and mathematical cycle. At the same time, in the process of professional activity, specialists in all fields (including maritime) face problems, the solution of which requires interdisciplinary knowledge, ie, they need to show their competence. The basis for the training of such specialists is the introduction of a transdisciplinary approach into the educational process, which today is a necessary condition for the development of education in general. In addition, the implementation of a transdisciplinary approach provides an opportunity to intensify the cognitive activity of applicants, promotes the formation of their professional qualities, in particular, natural and mathematical competence.*

Problem formulation. *The purpose of the article is to analyze the features of the transdisciplinary approach and identify opportunities for its implementation in the process of forming the natural and mathematical competence of future sailors.*

Materials and methods. *Theoretical and empirical research methods are used in the work, such as analysis of literature sources, synthesis, observation of the educational process, systematization and generalization of research results.*

Results. *The paper presents an example of a competency task constructed within a transdisciplinary approach. The experience of using competence tasks in the training of future seafarers has proved their effectiveness, as they provide ample opportunities to involve future professionals in solving practical problems close to the professional activities of future seafarers, which in turn contributes to the formation of their natural and mathematical competence.*

Conclusions. *It is proved that the transdisciplinary approach is relevant today and provides ample opportunities for teachers to achieve the goals of the educational process. In addition to the fact that a transdisciplinary approach is a necessary condition for the development of modern education, it is also a guarantee of successful formation of natural and mathematical competence of future sailors, which requires the applicant to demonstrate integrated knowledge of mathematics, physics and computer science in solving professional problems. One of the ways to implement a transdisciplinary approach in the educational process is to involve applicants in solving competency problems.*

Keywords: *transdisciplinary approach, natural-mathematical competence, competence task, educational process.*



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



Філер З.Ю., Чуйков А.С. Методика пошуку комплексних розв'язків нерівностей способом невідхилення. Фізико-математична освіта, 2021. Випуск 5(31). С. 73-78.

Filer Z., Chuikov A. Method of searching complex solutions of inequalities by the deflection method. Physical and Mathematical Education, 2021. Issue 5(31). P. 73-78.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-031-5-011
 УДК 517.165

З.Ю. Філер
 Національний авіаційний університет, Україна
 zalmenfiler3319@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-0804-6794>
 А.С. Чуйков
 Національний авіаційний університет, Україна
 chyikov.artem@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0945-0396>

МЕТОДИКА ПОШУКУ КОМПЛЕКСНИХ РОЗВ'ЯЗКІВ НЕРІВНОСТЕЙ СПОСОБОМ НЕВІДХИЛЕННЯ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Традиційно у школі розглядають нерівності у множині дійсних чисел. Розв'язуючи нерівності із невідомим, обмежуються відшукуванням області, у якій виконується вимога більше (менше). Між іншим, у низці задач важливо на скільки відрізняються величини. При цьому виявляються і комплексні розв'язки при дійсній невідхиленні.

Матеріали і методи. У статті використані методи математичного аналізу та теорії функції комплексної змінної, а також аналіз і моделювання – для розробки алгоритмів графічного подання результатів у системі комп'ютерної математики Maple.

Результати. Запропоновано використовувати комплексну невідхиленку $r = s + it$, де $s > 0$ або $s = 0$ і $t > 0$, яка дає комплексні розв'язки нерівностей. Множиною усіх розв'язків нерівності, отриманих методом комплексної невідхиленки, є двовимірна область. Причому, нерівності з протилежними знаками мають розв'язки, які взаємно доповнюють один одного до комплексної площини. Показано приклади застосування методу комплексної невідхиленки для розв'язування квадратних, раціональних та інших нерівностей. Продемонстровано застосування системи комп'ютерної математики Maple 17 для графічної побудови області-розв'язків нерівностей.

Висновки. Поданий матеріал може бути корисний вчителям, викладачам закладів фахової передвищої та вищої освіти при вивченні теми «Комплексні числа». Нерівності у комплексній множині розглядалися епізодично, наприклад, при доведенні леми Д'Аламбера про значення модуля комплексного аргументу в сусідніх точках в околі точки, де він не дорівнює нулю. Ці нерівності можна використати для пошуку коренів комплексних функцій. Подальші наукові дослідження у цьому напрямку полягають у систематизації та класифікації нерівностей та методів їх розв'язання у комплексній площині.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: метод невідхилення, комплексна невідхиленка, комплексні розв'язки, Maple 17.

ВСТУП

Постановка проблеми. Ще у молодших класах діти знайомляться з поняттям нерівності на прикладах типу $3 < 5$, розуміючи, що 5 більше 3 на 2. При цьому виробляється поняття порядку серед чисел і невідхилення (відхилення) між ними. У середніх і старших класах розглядаються лінійні і квадратні нерівності зі змінними, виробляється звичка бачити у розв'язанні інтервали і пошук розв'язків зводиться до відшукування кінців цих інтервалів. Між тим, втрачається уявлення про множину точок, які входять у множину розв'язків, і втрачається уявлення про залежності величини відхилення (невідхилення) від положення шуканої величини. Природна відмінність у часі для розв'язування рівнянь і нерівностей приводить до більшої кількості помилок при відшуванні розв'язків нерівностей, ніж коренів рівнянь, через множення на вираз, який містить невідому. Метод невідхилення, зводячи нерівності до рівнянь з параметром, усуває ці помилки і дає залежність коренів від цього параметра.

Аналіз статей показує піонерський характер наших робіт в цьому напрямку, не враховуючи роботи О.В. Кужеля.

Мета статті полягає в обґрунтуванні доцільності використання методу комплексної нев'язки для розв'язування нерівностей у комплексній області.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У статті використані методи математичного аналізу та теорії функції комплексної змінної, а також аналіз і моделювання – для розробки алгоритмів графічного подання результатів у системі комп'ютерної математики Maple.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метод дійсної нев'язки полягає в тому, що нерівність $f(x) < 0$ замінюється рівнянням $f(x) + r = 0$, де нев'язка $r > 0$ – величина відхилення лівої частини нерівності від правої (Філер, 2014). Аналогічно, нерівність $f(x) > 0$ замінюється рівнянням $f(x) = r$, $r > 0$. Така заміна дає можливість знаходити к дійсні, так і комплексні розв'язки

$x(r) = a(r) + ib(r)$ при $r > 0$. Наприклад, нерівність $\frac{1}{x} < 1$ замінюється рівнянням $\frac{1}{x} + r = 1$ з додатним параметром r .

Розв'язуючи це рівняння відносно x отримуємо $x = \frac{1}{1-r}$, $r > 0, r \neq 1$. Звісно, зазвичай для розв'язування такої нерівності

використовують метод інтервалів або перехід до сукупності систем нерівностей в залежності від знаків чисельника і знаменника. Відповіддю буде сукупність відкритих півінтервалів $(-\infty; 0) \cup (1; \infty)$. Але це буде відповіддю на питання «де?»,

але на питання «на скільки менше?» цей розв'язок не відповідає. Нев'язка $r(x) = 1 - \frac{1}{x}$ разом з множиною розв'язків нерівності дають відповіді на ці два питання.

Розв'яжемо цим методом нерівність $x^2 + 2x + 2 < 0$. Він дає рівняння $x^2 + 2x + 2 + r = 0$, де нев'язка $r > 0$. Розв'язуючи його, отримаємо множину комплексних розв'язків нерівності: $x = -1 \pm i\sqrt{1+r}$, $r > 0$ (рис. 1).

На цьому прикладі легко бачити, що сукупність розв'язків двох протилежних нерівностей $f(x) < 0$ і $f(x) > 0$ та коренів рівняння $f(x) = 0$, отриманих методом дійсної нев'язки, не заповнює усю комплексну площину. Тоді прийшла думка розглянути комплексну нев'язку $r = s + it$ з дійсними додатними s і t .

Таким чином, виникає необхідність введення порядку в область комплексних чисел. Такий же порядок, як у бібліографії: слова пишуться у порядку А, Б і т. д. Але якщо перші літери однакові, то порядок встановлюється по другій літері. Або як білети і місця у театрі: якщо номери рядів різні, то номери білетів порівнюються за номерами рядів; для одного і того ж ряду номер встановлюється по місцю. Одне із таких впорядкувань наведено у книзі О.В. Кужеля (Кужель, 1974): $a + bi < c + di \Leftrightarrow a < c$ або $a = c$ і $b < d$. Він навіть запропонував читачу розв'язати лінійну нерівність з комплексними коефіцієнтами, не вказавши методу і відповіді.

Вибравши $r = s + it$, де $s > 0$ або $s = 0$ і $t > 0$ отримуємо, для вже розглянутої нерівності, рівняння $x^2 + 2x + 2 + s + it = 0$. Зробивши заміну $x := x + iy$, отримуємо систему $(x+1)^2 - y^2 = -(1+s)$, $2y(x+1) + t = 0$. Перше рівняння дає гіперболи з вершинами у точках $(-1; \sqrt{1+s})$ і $(-1; -\sqrt{1+s})$ та асимптотами $y = x+1$ і $y = -x-1$ (рис. 2). Гіперболи покривають усю область, утворену граничною гіперболою $y^2 - (x+1)^2 = 1$ при $s = 0$.

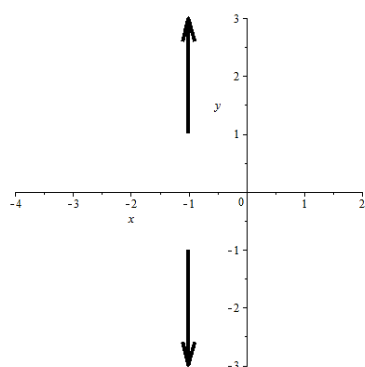


Рис. 1. Комплексні розв'язки нерівності $x^2 + 2x + 2 < 0$

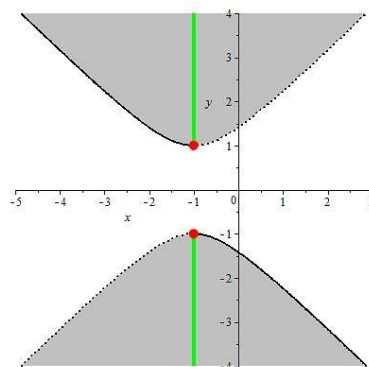


Рис. 2. Розв'язування нерівностей методом комплексного r

У низці пакетів типу Maple, Wolfram Mathematica передбачена можливість побудови графіків нерівностей $\operatorname{Re}(f(x+iy)) < 0$. Вона дає розв'язок нерівності $f(x+iy) < 0$, але без границі. Границю дає розв'язок другої нерівності з врахуванням знаку t . Із нього отримуємо $y(x+1) = -t/2$, тобто знаки y і $x+1$ протилежні. Отже, зліва від прямої $x+1 = 0$ $y > 0$, справа від неї $y < 0$. Інша частина граничної гіперболи приєднуються до розв'язків протилежної нерівності $x^2 + 2x + 2 > 0$. На рис. 2 сірий колір позначає розв'язки нерівності $x^2 + 2x + 2 < 0$ методом комплексної нев'язки; чорна лінія – границя цієї області; зелений колір – розв'язки, отримані методом дійсної нев'язки; червоні точки – корені рівняння $x^2 + 2x + 2 = 0$. Розв'язок нерівності $x^2 + 2x + 2 > 0$ – біле поле на цьому рисунку з залишками границі між сірою та білою частинами.

Покажемо розв'язки нерівності $\frac{1}{x} < 1$ методом комплексної нев'язки. Вона зводиться до рівняння $\frac{1}{x+iy} + s + it = 1$, $\frac{x-iy}{x^2+y^2} + s + it = 1 \Rightarrow \frac{x}{x^2+y^2} + s = 1$, $\frac{-y}{x^2+y^2} + t = 0$. Перше рівняння дає кола $x^2 + y^2 + \frac{x}{1-s} = 0$ радіусів $r = \frac{1}{2(1-s)}$ з центром в точці $(r; 0)$. При $s < 0$ кола дотикаються прямої зліва від прямої $x = 0$, при $s > 1$ – справа.

При $s \rightarrow 1$ дуги кіл прямують до осі ОУ. При $s=0$ отримаємо $r = \frac{1}{2}$ – границю області розв'язків. За допомогою системи комп'ютерної математики Maple 17 отримано рис. 3. Друге рівняння системи означає, що знак на границі співпадає зі знаком t , тобто області розв'язків належить верхнє півколо. Протилежна нерівність $\frac{1}{x} > 1$ буде виконуватись в самому крузі з нижнім півколом.

ОБГОВОРЕННЯ

Наведемо приклади графічного зображення комплексних розв'язків нерівностей. Для побудови області в системі комп'ютерної математики Maple 17 застосовуємо команду **piecewise** (Дрозденко, 2019), яка задає характеристичну функцію двох змінних: у точках, які задовольняють нерівність $\text{Re}(f) < \text{Re}(g)$ вона прийматиме значення 1 та -1 у іншому випадку. Далі застосовуємо команду **implicitplot** для побудови графіка неявно заданої функції, виділяючи ту частину області, де побудована функція додатна. Далі потрібно дослідити зміну знака уявної частини на лінії, яка визначає зміну знака дійсної частини нерівності.

Покажемо алгоритм такої побудови у Maple 17 на прикладі рис. 4. Спочатку підключаємо пакет для побудови графіків:

`with(plots):`

Далі вводимо характеристичну функцію:

$$f := (x, y) \rightarrow \text{piecewise}\left(\text{Re}\left(\frac{1}{(x + I \cdot y)^2}\right) < \text{Re}(x + I \cdot y), 1, -1\right)$$

Задаємо виділення тієї області на площині, де побудована функція додатна. Для цього вводимо об'єкт P:

$$P := \text{implicitplot}(f(x, y) > 0, x = -2..2, y = -2..2, \text{coloring} = [\text{grey}, \text{white}], \text{filledregions} = \text{true}, \text{numpoints} = 400000)$$

Відображаємо отриманий графічний об'єкт:

`display(P)`

У результаті ми отримаємо внутрішні точки області. Щоб знайти її границю, побудуємо область, яка задається уявною частиною та визначаємо точки перетину цієї області з лінією $\text{Re}(f) = \text{Re}(g)$. Аналітичний спосіб приводить до

нерівності $\frac{x^2 - y^2}{r^4} < x$ для дійсної частини та $\frac{-2xy - yr^4}{r^4} < 0$ для уявної, де $r^2 = x^2 + y^2$.

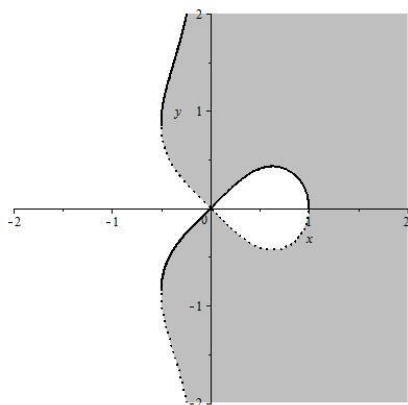


Рис. 4. Область розв'язків нерівності $\frac{1}{x} < x$

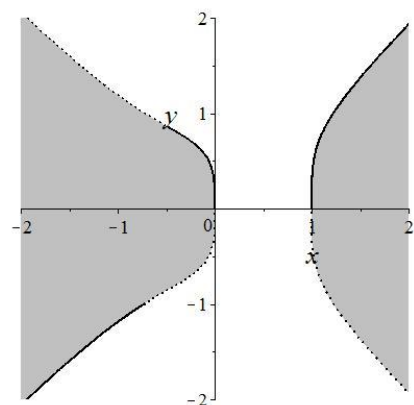
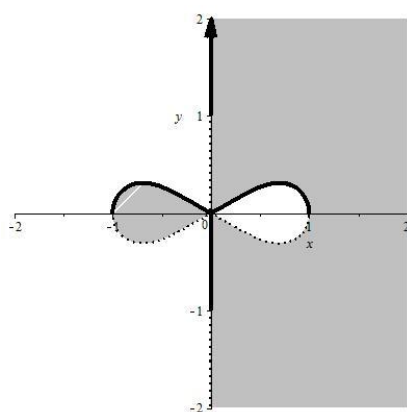
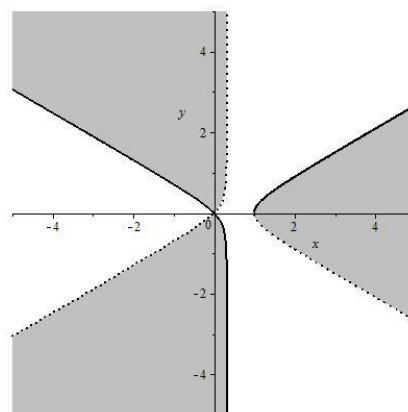
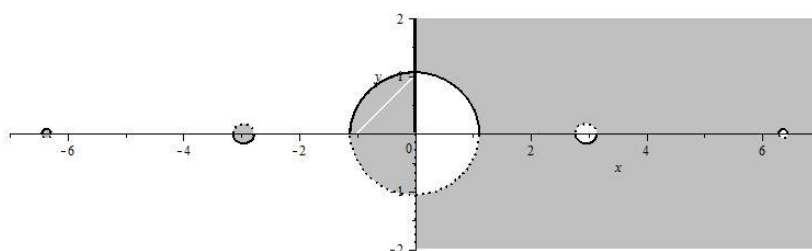


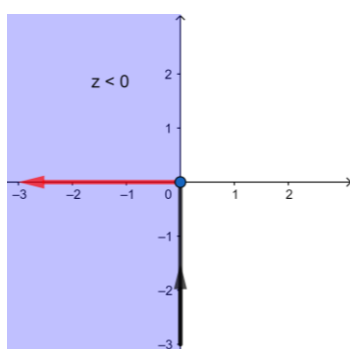
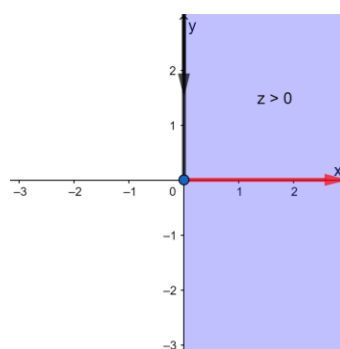
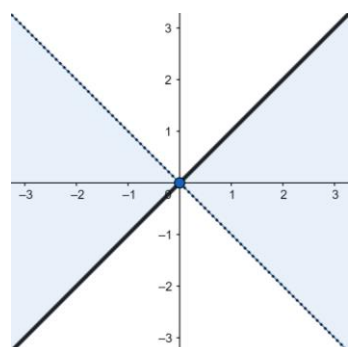
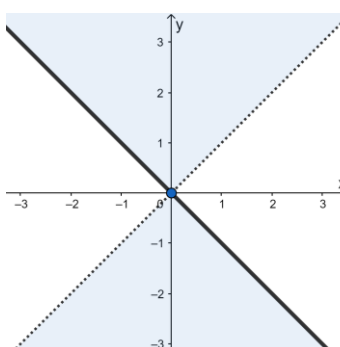
Рис. 5. Область розв'язків нерівності $\frac{1}{x} < x^2$

Аналогічно визначається приналежність границі на рис. 5: $\frac{x}{r^2} < x^2 - y^2$, $y\left(2x + \frac{1}{r^2}\right) > 0$.

Далі наведено деякі приклади графічного зображення комплексних розв'язків нерівностей (рис. 6–8).

Рис. 6. Область розв'язків нерівності $\frac{1}{x^3} < x$ Рис. 7. Область розв'язків нерівності $x^2 < x^3$ Рис. 8. Область розв'язків нерівності $\frac{1}{\sin x} < x$

На рис. 9-12 зображено області розв'язків елементарних нерівностей $z < 0, z > 0, z^2 < 0, z^2 > 0$.

Рис. 9. Розв'язки нерівності $z < 0$ Рис. 10. Розв'язки нерівності $z > 0$ Рис. 11. Розв'язок нерівності $z^2 > 0$ Рис. 12. Розв'язок нерівності $z^2 < 0$

Згадаємо метод інтервалів, який вивчають у школі для розв'язання нерівностей: відшуковують *точки*, де функція дорівнює нулю та точки її розриву, а потім визначають знаки, які приймає функція в кожному з інтервалів. Цей метод ґрунтується на властивості неперервної функції зберігати знак в таких інтервалах. Можна за цим зразком побудувати метод суміжних областей, в якому будується *границя* між сусідніми підобластями, а потім з'ясовується, де лежать потрібні підобласті.

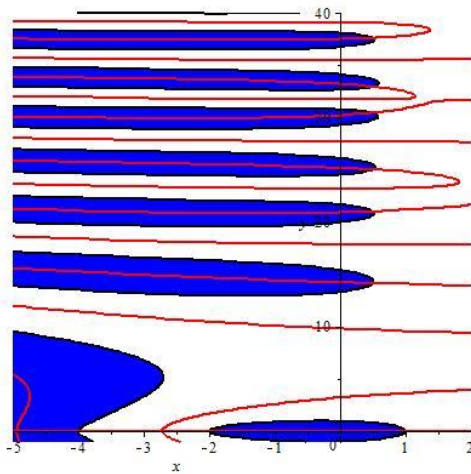


Рис. 13. Корені дзета-функції Рімана

розв'язком рівняння $\text{Im} \zeta = 0$.

Подальші дослідження полягають у класифікації нерівностей (лінійні, дробово-лінійні, многочленні, тригонометричні, показникові тощо) та методів їх розв'язання у комплексній площині. Треба шукати математичні задачі для нерівностей, де будуть потрібні комплексні розв'язки нерівностей та їх застосування в задачах фізики та інших наук реального світу. Тоді цей апарат і метод будуть потрібні для відповідного кола користувачів.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

У роботі досліджується проблема пошуку множини розв'язків нерівностей з дійсними коефіцієнтами у комплексній області, а також пропонується метод знаходження відхилення знайдених розв'язків від заданого значення. Це приводить до поняття нев'язки. Метод нев'язки при розв'язанні квадратних нерівностей веде до комплексних розв'язків, а застосування комплексної нев'язки – до заповнення усієї комплексної площини при розгляді сукупності нерівностей $f(x) < 0$, $f(x) > 0$ та рівняння $f(x) = 0$. Це дає змогу шукати границю – лінію, яка розділяє ці множини та корені функції на цій лінії. Тут лежить можливість пояснити суть гіпотези Рімана про корені дзета-функції ζ , які є точками перетину ліній – границь областей $\text{Re} \zeta < 0$ та $\text{Re} \zeta > 0$ з лініями $\text{Im} \zeta = 0$. Границя $\text{Re} \zeta(z) = 0$ прямує знизу догори, досягаючи максимуму, відповідно до гіпотези, в коренях на прямій $x = 0,5$, тобто в точках виду $0,5 + iy_k$. Тоді в них $\zeta'(0,5 + iy_k) = 0$, де вона змінює знак з «-» на «+». На рис. 13 синім кольором виділено область, де $\text{Re} \zeta(x + iy) < 0$, червона лінія є

Список використаних джерел

1. Дрозденко В.О. Maple в математиці: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів III та IV рівнів акредитації. Біла Церква, 2019. 328 с.
2. Ерёмин А.Ю., Капорин И.Е., Керимов М.К. О вычислении дзета-функции Римана в комплексной области. Ж. вычисл. матем. и матем. физ., 1985, том 25, номер 4, С. 500-511.
3. Кужель О.В. Развитие понятия про число. Ознаки подільності. Досконалі числа. К.: Вища школа, 1974. 80 с.
4. Ткаченко С.П., Філер З.Ю. Комплексні розв'язки квадратної нерівності. Математика в школі, 2003, №2. С. 47-49.
5. Філер З.Е. Неравенства в комплексной области. Современные проблемы естественных наук. Том 1(2), 2014. Харків: ХДУ. С. 194-199.
6. Філер З.Ю. Рівняння та нерівності в науці та навчанні. Матеріали міжвузівської регіональної конференції «Математика, її застосування та викладання» (Кіровоград, 24-25 вересня 1999 року). РВГ ІЦ КДПУ, 1999. С. 141-145.

References

1. Drozdenko V.O. (2019). *Maple v matematytsi: navchalnyi posibnyk dlia studentiv vyshchychkh navchalnykh zakladiv III ta IV rivniv akredytatsii* [Maple in Mathematics: a textbook for students of higher education institutions of III and IV levels of accreditation]. Bila Tserkva. [in Ukrainian].
2. Erjomin A.Ju., Kaporin I.E. & Kerimov M.K. (1985). O vychislenii dzeta-funkcii Rimana v kompleksnoj oblasti [Calculation of the Riemann zeta function in a complex domain]. *Zhurnal vychislitel'noj matematiki i matematicheskoy fiziki – Journal of Computational Mathematics and Mathematical Physics*, 25 (4), 500-511. [In Russian].
3. Kuzhel O.V. (1974). *Rozvytok poniattia pro chyslo. Oznaky podilnosti. Doskonali chysla* [Development of the concept of number. Signs of divisibility. Perfect numbers]. Kyiv: Vyshcha shkola [in Ukrainian].
4. Tkachenko S.P. & Filer Z.Iu. (2003). Kompleksni rozv'iazky kvadratnoi nerivnosti [Complex solutions of a quadratic inequality]. *Matematyka v shkoli – Mathematics at school*, 2, 47-49 [in Ukrainian].
5. Filer Z.E. (2014). Neravenstva v kompleksnoj oblasti [Inequalities in the complex area]. *Sovremennye problemy estestvennykh nauk – Modern problems of natural sciences*, 1(2), 194-199 [In Russian].
6. Filer Z.Iu. (1999). Rivniannia ta nerivnosti v nauksi ta navchanni [Equations and inequalities in science and education]. *Proceedings of the Regional Conference «Mathematics, its application and teaching»* (pp. 141-145) Kirovohrad [in Ukrainian].

METHOD OF SEARCHING COMPLEX SOLUTIONS OF INEQUALITIES BY THE DEFLECTION METHOD

Z.Yu. Filer, A.S. Chuikov

National aviation university, Ukraine

Abstract.

Formulation of the problem. Traditionally, the school textbooks deal with inequalities in the set of real numbers. Solving inequalities with the unknown number they are limited to finding the area where the requirement is greater or less is fulfilled. By the way, in a number of problems it is important how much the values are differs. At the same time, complex solutions are revealed in the case of a real deflection.

Materials and methods. The methods of mathematical analysis and theory of functions of a complex variable are used. Analysis and modeling techniques are also used to develop algorithms for graphically representing our results in the computer mathematics system Maple 17.

Results. It is proposed to use a complex deflection $r = s + it$, where $s > 0$ or $s = 0$ and $t > 0$, which gives complex solutions of inequalities. The set of all inequality solutions obtained by the complex residual method is a two-dimensional domain. Moreover, inequalities with

opposite signs have solutions that complement each other to a complex plane. Examples of the application of the complex deflection method for solving quadratic, rational, and other inequalities are presented. The application of the computer mathematics system Maple 17 for graphical construction of the area-solutions of inequalities is demonstrated.

Conclusions. *The submitted material can be useful for school teachers and teachers of professional higher and higher education in studying the topic «Complex numbers». Inequalities in a complex set have been considered sporadically, for example, in proving D'Alembert's lemma about the value of the modulus of a complex argument at adjacent points around a point where it is nonzero. These inequalities can be used to find the roots of complex functions. Further research in this area is to systematize and classify inequalities and methods of their solving in a complex plane.*

Key words: *deflection method, complex deflection, complex solutions, Maple 17.*



АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

К	Коваленко В.В. 45
Kryvylova O. 11	Когут У.П. 36
Р	Коробова І.В. 67
Pokryshen D. 6	Л
С	Легка Л.В. 54
Sosnickaya N. 11	М
Б	Мар'єнко М.В. 60
Бакиров Т.Ю. 17	Н
Г	Носенко Ю.Г. 60
Гайда В.Я. 23	П
Д	Плотнікова О.Л. 67
Друшляк М.Г. 28	Ф
Ж	Філер З.Ю. 73
Жидик В.Б. 36	Ч
К	Чуйков А.С. 73
Кобильник Т.П. 36	Ш
	Шамо́ня В.Г. 28
	Шишкіна М.П. 60

Наукове видання

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА

Науковий журнал

Key title: Fiziko-matematična osvita

Abbreviated key title: Fiz.-mat. osv.

ВИПУСК 5(31)

2021

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/>