

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

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

ФІЗИКО- МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА

Науковий журнал

Том 35, № 3

Суми – 2022

**Рекомендовано до видання вченою радою
Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка
(протокол №10 від 27.06.2022 р.)**

Редакційна колегія

М.П. Вовк	доктор педагогічних наук, старший науковий співробітник (Україна)
М.Гр. Воскоглу	доктор філософії, почесний професор математичних наук (Греція)
Т.Г. Дерека	доктор педагогічних наук, професор (Словацька республіка)
М.Г. Друшляк	доктор педагогічних наук, професор (Україна)
Р.А. Зіатдінов	доктор педагогічних наук, професор (Південна Корея)
А.П. Кудін	доктор фізико-математичних наук, професор (Україна)
О.Ю. Кудріна	доктор економічних наук, професор (Україна)
О.О. Лаврентьева	доктор педагогічних наук, професор (Україна)
Т.Ю. Осипова	доктор педагогічних наук, професор (Україна)
М.В. Працьовитий	доктор фізико-математичних наук, професор (Україна)
Д.О. Сарфо	доктор педагогічних наук, професор (Гана)
О.В. Семеніхіна	доктор педагогічних наук, професор (Україна)
О.М. Семенов	доктор педагогічних наук, професор (Україна)
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)
О.В. Школьній	доктор педагогічних наук, професор (Україна)
Т.Д. Лукашова	доктор фізико-математичних наук, доцент (Україна)
О.О. Пипка	доктор фізико-математичних наук, доцент (Україна)
В.О. Швець	кандидат педагогічних наук, професор (Україна)
А.М. Добровольська	кандидат фізико-математичних наук, доцент (Україна)
В.Г. Шамоня	кандидат фізико-математичних наук, доцент (Україна)

Ф45 Фізико-математична освіта : науковий журнал. Том 35, № 3. Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Фізико-математичний факультет ; редкол.: О.В. Семеніхіна (гол.ред.) [та ін.]. Суми : [СумДПУ ім. А.С. Макаренка], 2022. 78 с.

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

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

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

Висловлені авторами думки можуть не співпадати з точкою зору редакції.

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

© СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2022

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

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

PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION

Scientific Journal

Vol. 35, № 3

Sumy – 2022

**Recommended for publication of the Academic Council
of Makarenko Sumy State Pedagogical University
(protocol №10 from 27.06.2022)**

Editorial Board

M.P. Vovk	Doctor of Pedagogical Sciences, Senior Research Fellow (Ukraine)
M.Gr. Voskoglou	Doctor of Philosophy, Professor Emeritus of Mathematical Sciences (Greece)
T.H. Dereka	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Slovak Republic)
M.G. Drushlyak	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Ukraine)
R.A. Ziatdinov	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (South Korea)
A.P. Kudin	Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Professor (Ukraine)
O.Yu. Kudrina	Doctor of Economic Sciences, Professor (Ukraine)
O.O. Lavrentjeva	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Ukraine)
T.Yu. 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)
O.V. Shkolnyi	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Ukraine)
T.D. Lukashova	Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Associate Professor (Ukraine)
O.A. Pypka	Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Associate Professor (Ukraine)
V.O. Shvets	PhD (Physics and Mathematics Sciences), Professor (Ukraine)
A.M. Dobrovol'ska	PhD (Physics and Mathematics Sciences), Associate Professor (Ukraine)
V.G. Shamonina	PhD (Physics and Mathematics Sciences), Associate Professor (Ukraine)

F 45 Physical and Mathematical Education : Scientific Journal. Vol. 35, № 3. Makarenko Sumy State Pedagogical University, Physics and Mathematics Faculty ; O.V. Semenikhina (chief editor). Sumy : [Makarenko Sumy State Pedagogical University], 2022. 78 p.

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

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

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

ЗМІСТ

Белтран Г.А., Жижко О.	7
ВИКЛАДАННЯ КЛАСИЧНОЇ МЕХАНІКИ В ІБЕРО-АМЕРИКАНСЬКИХ ПРОГРАМАХ ПІДГОТОВКИ БАКАЛАВРІВ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ. СТАН ВИВЧЕННЯ ПРОБЛЕМИ.....	7
Года Т., Школьний О.	13
ПРО ДОЦІЛЬНІСТЬ І НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ УЧНІВ МАТЕРІАЛУ ЗМІСТОВОЇ ЛІНІЇ «ФУНКЦІЇ ТА ЇХ ГРАФІКИ»	13
Дронь В.	19
ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ У ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ ПІД ЧАС КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЯВИЩ ТА ПРОЦЕСІВ ПРИ ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ	19
Іванчук М., Кульчинський В.	26
ГОЛОГРАФІЧНИЙ ПІДХІД ЯК ЗАСІБ МІЖПРЕДМЕТНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ МЕДИЧНОЇ ІНФОРМАТИКИ.....	26
Калугін Р.	33
ДОРОЖНЯ КАРТА РОЗРОБЛЕННЯ ОНЛАЙН-КУРСУ ДЛЯ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ МАГІСТРІВ	33
Кучин Ю., Власенко О., Кучеренко І., Микитенко П.	41
КОМП'ЮТЕРНЕ ТЕСТУВАННЯ В СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ УСПІШНОСТІ МАЙБУТНІХ МАГІСТРІВ М(Ф)ЗВО	41
Логвіненко В.	50
МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ “ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ”	50
Лукашова Т., Друшляк М., Шишенко І., Pokidько О.	59
ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ТА ІДЕЙ ТЕОРІЇ ЧИСЕЛ В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ АЛГЕБРИ: НЕОБХІДНІСТЬ УСВІДОМЛЕННЯ МАЙБУТНІМИ ВЧИТЕЛЯМИ МАТЕМАТИКИ	59
Семеніхіна О., Друшляк М.	65
ТИПОЛОГІЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ІНКЛЮЗИВНОГО ОСВІТНЬОГО ПРОСТОРУ	65
Сороко Н.	71
МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ МУЗЕЇВ У ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗАКЛАДУ ЗАГАЛЬНОЇ ОСВІТИ	71

CONTENTS

Beltran G.A., Zhizhko E.....	7
CLASSICAL MECHANICS' TEACHING IN IBERO-AMERICAN ENGINEERING BACHELOR'S DEGREE PROGRAMS. STATE OF KNOWLEDGE.....	7
Hoda T., Shkolnyi O.....	13
ON THE EXPEDIENCY AND DIRECTIONS OF IMPROVING THE METHODOLOGY OF TEACHING STUDENTS MATERIAL OF THE CONTENT LINE "FUNCTIONS AND THEIR GRAPHS"	13
Dron V.....	19
FORMATION OF RESEARCH COMPETENCIES IN STUDENTS DURING COMPUTER MODELING OF PHYSICAL PHENOMENA AND PROCESSES IN DISTANCE LEARNING	19
Ivanchuk M., Kulchynskiy V.....	26
HOLOGRAPHIC APPROACH AS A MEANS OF INTERDISCIPLINARY INTEGRATION IN THE STUDY OF MEDICAL INFORMATICS	26
Kaluhin R.....	33
A ROADMAP FOR ONLINE COURSE DEVELOPMENT TO BLENDED LEARNING OF MASTER STUDENTS	33
Kuchyn Yu., Vlasenko O., Kucherenko I., Mikitenko P.....	41
COMPUTER TESTING IN THE SYSTEM SUCCESS MONITORING OF FUTURE MASTERS (M(P)HEI)	41
Logvinenko V.....	50
METHODOLOGICAL ASPECTS OF TEACHING THE DISCIPLINE "TECHNOLOGIES OF CREATING SOFTWARE PRODUCTS"	50
Lukashova T., Drushlyak M., Shyshenko I., Pokidko O.	59
APPLICATION OF METHODS AND IDEAS OF NUMBER THEORY IN THE SCHOOL COURSE OF ALGEBRA: THE NEED FOR AWARENESS BY PRE-SERVICE TEACHERS MATHEMATICS.....	59
Senenikhina O., Drushlyak M.	65
TYPOLOGY OF DIGITAL TECHNOLOGIES OF INCLUSIVE EDUCATIONAL SPACE	65
Soroko N.	71
METHODOLOGICAL ASPECTS OF USING VIRTUAL MUSEUMS OF THE EDUCATIONAL PROCESS IN GENERAL EDUCATION INSTITUTIONS.....	71

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Виходить з 2013.



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

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

DOI 10.31110/2413-1571-2022-035-3-001

ВИКЛАДАННЯ КЛАСИЧНОЇ МЕХАНІКИ В ІБЕРО-АМЕРИКАНСЬКИХ ПРОГРАМАХ ПІДГОТОВКИ БАКАЛАВРІВ ІНЖЕНЕРНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ. СТАН ВИВЧЕННЯ ПРОБЛЕМИ

Галі Александра БЕЛТРАН

Технологічний університет Дуранго, Мексика
 gali.beltranzh@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-7186-332X>

Олена ЖИЖКО

Автономний університет Сакатекаса, Мексика
 eanatali@yahoo.com
<https://orcid.org/0000-0001-9680-8247>

CLASSICAL MECHANICS' TEACHING IN IBERO-AMERICAN ENGINEERING BACHELOR'S DEGREE PROGRAMS. STATE OF KNOWLEDGE

Gali Aleksandra BELTRÁN

Technologic University of Durango, México
 gali.beltranzh@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-7186-332X>

Elena ZHIZHKO

Autonomous University of Zacatecas, México
 eanatali@yahoo.com
<https://orcid.org/0000-0001-9680-8247>

АНОТАЦІЯ

Постановка проблеми. Викладання природничих наук, зокрема фізики, зарекомендувало себе як обов'язковий орієнтир, особливо серед іbero-американських професіоналів. Отже, необхідно заглиблюватися в теоретичні основи досліджень і досліджень, сприяти обґрунтованим роздумам щодо стану та перспектив різних пріоритетних напрямків досліджень на даний момент, а також сприяти інтерпретаційній роботі, яка дозволяє просунути в розуміння значущих проблем, пов'язаних із вивченням природничих наук.

Матеріали і методи. Методологічною основою дослідження був документально-бібліографічний аналіз, що полягав у зборі та подальшому відборі доречної інформації щодо предмету дослідження; аналітичне та всебічне вивчення текстів; вилучення одиниць аналізу з документального матеріалу, відповідних даних і залучення їх у процес перегляду, експертизи, опису та аналізу. Таким чином, були відібрані статті з таких індексованих журналів як то: Latin American Journal of Physics Education, The Physics Teacher, Journal of Research in Education, American Journal of Physics, British Journal of Educational Technology, Revista Enseñanza de las ciencias, Revista de Enseñanza de la Física, Acimed, Revista Científica, Revista Mexicana de Física, Revista Academia, Enseñanza de las Ciencias, Revista Española de Física, Revista Cubana de Química, Educacién Cubana de Química, Educacién de la Física, Educacién Mexicana de Física, Educacién Mexicana de Física, Revista Academia, Enseñanza de las Ciencias, Revista Española de Física, Revista Cubana de Química, Educacién Cubana de Química, Educacién de la Física, Educacién Mexicana de Física, Educacién de la Física, Educacién de la Física Colombiana de Psiquiatría, ALTERIDAD Revista de Educación, Revista mexicana de investigación educativa, Didasc@lia: Didáctica y Educación, Multiciencias, Escenarios, Comunicar, Revista Academia y Virtualidad та інших.

Результати. У статті представлені результати науково-педагогічного дослідження, метою якого було шляхом вивчення праць іbero-американських дослідників, які опікуються проблемами викладання фундаментальних наук, зокрема фізики, на рівні вищої освіти, встановити, як вони оцінюють застосування в освітньому процесі дидактичних стратегій, опосередкованих інформаційно-комунікаційними технологіями; які результати дало використання таких методів навчання та чи сприяли вони покращенню результатів навчання студентів на заняттях з фізики (зокрема, класичної механіки) програм підготовки бакалаврів з інженерії.

Висновки. Автори виявили, що загалом іbero-американські вчені вважають сприятливим використання дидактичних стратегій, опосередкованих інформаційно-комунікаційними технологіями, оскільки вони окреслюють нову освітню динаміку, що дозволяє розширити та збагатити традиційну педагогіку новими навчальними

ABSTRACT

Problem formulation. The teaching of science, in particular physics, has established itself as an obligatory point of reference, especially among Ibero-American professionals. Hence, it is necessary to delve into the theoretical basis of the studies and research, promote well-founded reflections in relation to the state and perspectives of the different priority lines of research at present, and promote interpretative work that allows us to advance in the understanding of significant problems related to science learning.

Materials and Methods. The research was carried out following the documentary-bibliographic method, which consisted of the collection and subsequent selection of pertinent information on the subject of the study; analytical and comprehensive reading of texts; extraction of the analysis units from the documentary material, the pertinent data, and its submission to a process of review, examination, description, analysis. Thus, the articles of the following high-impact journals were selected: Latin American Journal of Physics Education, The Physics Teacher, Journal of Research in Education, American Journal of Physics, British Journal of Educational Technology, Revista Enseñanza de las ciencias, Revista de Enseñanza de la Física, Acimed, Revista Científica, Revista Mexicana de Física, Revista Academia, Enseñanza de las Ciencias, Revista Española de Física, Revista Cubana de Química, Educación Médica Superior, Revista Estilos de Aprendizaje, Revista electrónica Actualidades Investigativas en Educación, Revista Colombiana de Psiquiatría, ALTERIDAD Revista de Educación, Revista mexicana de investigación educativa, Didasc@lia: Didáctica y Educación, Multiciencias, Escenarios, Comunicar, Revista Academia y Virtualidad, Tarbiya, among others.

Results. This paper presents the results of scientific-pedagogical research, which goal was to establish by studying the works of Ibero-American researchers who address the problem of basic sciences' teaching, in particular, physics, at a higher level, how the use of didactic strategies mediated by Information and Communication Technologies applied to physics courses, is visualized; what results has it given and if it helped to improve the students learning results in engineering bachelor's degree programs.

Conclusions. The authors found that scholars conceive the use of ICT as favorable since they outline new educational dynamics that allow extending and enriching traditional pedagogy with new learning resources; they foster alternative forms of communication; they solve the problem of physical space; they attenuate the autonomy of the student; they favor the collaborative mode of learning; enhance motivation and improve student learning. However, in this process the prior training of the teacher in the use of ICT becomes important.

Для цитування:

Beltrán G.A., Zhizhko E. Classical mechanics' teaching in ibero-american engineering bachelor's degree programs. state of knowledge. *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 35, № 3. С. 7-12. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-035-3-001

Beltrán, G.A., & Zhizhko, E. (2022). Classical mechanics' teaching in ibero-american engineering bachelor's degree programs. state of knowledge. *Фізико-математична освіта*, 35(3), 7-12. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-001>

For citation:

Beltrán, G.A., & Zhizhko, E. (2022). Classical mechanics' teaching in ibero-american engineering bachelor's degree programs. state of knowledge. *Physical and Mathematical Education*, 35(3), 7-12. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-001>

Beltrán, G.A., & Zhizhko, E. (2022). Classical mechanics' teaching in ibero-american engineering bachelor's degree programs. state of knowledge. *Fizyko-matematichna osvita – Physical and Mathematical Education*, 35(3), 7-12. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-001>

ресурсами; вони сприяють альтернативним формам спілкування; вирішують проблему фізичного простору; стимулюють розвиток автономії студента у процесі навчання; віддають перевагу роботі у групах; підвищують мотивацію та покращують успіхи студентів у засвоєнні нових знань. Однак у цьому процесі важливою стає попередня підготовка викладача у використанні інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: іберо-американські програми підготовки бакалаврів з інженерії; викладання фізики, зокрема класичної механіки; дидактичні стратегії, опосередковані інформаційно-комунікаційними технологіями, що застосовуються на заняттях з фізики; наукові здобутки іберо-американського науково-педагогічного простору.

KEYWORDS: Ibero-American engineering bachelor's degree programs; teaching of physics, particularly classical mechanics; didactic strategies mediated by information and communication technologies applied to physics courses; state of knowledge in the Ibero-American pedagogical scientific space.

INTRODUCTION

The teaching of science, in particular physics, has established itself as an obligatory point of reference, especially among Ibero-American professionals. Hence, it is necessary to delve into the theoretical basis of the studies and research, promote well-founded reflections in relation to the state and perspectives of the different priority lines of research at present, and promote interpretative work that allows us to advance in the understanding of significant problems related to science learning. In this sense, it is important to analyze the studies that correspond to the needs of science teachers, particularly physics teachers, and to know the impact of different educational practices at different levels.

Learning physics at various educational levels, from secondary, pre-university and university, is a difficult process for a considerable number of students in any educational institution. One of the topics in physics, classical mechanics, is always included in a first physics course in Ibero-American engineering bachelor's degree programs. Physics is an indispensable prerequisite for the study of engineering, since it explains and predicts physical phenomena, thus establishing the foundations of its engineering applications (Beltrán, 2021).

The main purpose of learning classical mechanics in Ibero-American engineering bachelor's degree programs, is to develop in the student the ability to analyze any mechanical situation presented in a logical and simple way, applying well-assimilated basic principles in its resolution. Therefore, the learning of mechanics is oriented towards the understanding and application of its fundamental principles. In an engineering bachelor's degree program, the methodology and contents of the subject "Classical Mechanics" are considered from the perspective of the engineer, that is, as an applied science.

Researchers who address the problem of classical mechanics' teaching at a higher level (Aguilera-Pupo & Ortiz-Torres, 2009; Amaya, 2008; Bandiera et al., 1995; Bayrak, 2008; Black et al., 1997; Catalán et al., 2010; Celemin & Covián, 2003; Cobas-Abad et al., 2017; Debel et al., 2009; García et al., 2003; Gómez-Mercado & Oyola-Mayoral, 2012; Guisasola et al., 2003; Gil & De-Guzmán, 1993; Jaque, 1995; Maloney, 1994; Mora & Herrera, 2009; Murga-Menoyo et al., 2011; Pedraza & Sánchez, 2011; Salinas et al., 1996; Solbes et al., 1994; Velázquez-Revilla et al., 2018; among others), consider that to achieve the fundamental goal of a mechanics course, it is necessary to focus attention on interpreting results and not so much on the mathematical part (García et al., 2003); encourage practical work (Celemin & Covián, 2003); avoid solving stereotyped problems only by applying mathematical formulas; recognize the particular characteristics of the students: way of learning, previous ideas, ways of reasoning, interests and attitudes; and consider the context of what is taught and its relationships to other disciplines (Solbes et al., 1994).

Likewise, they affirm that when learning is difficult, it is attributed to different factors:

- Lack of understanding of concepts that are a prerequisite for a first university course in this science;
- The conflict between common sense knowledge and scientific knowledge;
- Poor preparation in mathematics;
- The complexity of the conceptual structure of physics;
- The use of inappropriate teaching materials;
- The insufficiencies of the proposed learning environments, among others (Jaque, 1995).

The authors find the following formative insufficiencies of the student in classical mechanics:

- Long-term comprehension and learning problems (Bandiera et al., 1995; Salinas et al., 1996);
- Erroneous preconceptions (Mora & Herrera, 2009; Pedraza & Sánchez, 2011);
- Inappropriate study strategies to solve problems (Maloney, 1994; Guisasola et al., 2003);
- Application of solutions learned by heart, without considering their relevance (Gil & De-Guzmán, 1993).

Unfortunately, in most engineering bachelor's degree programs, classical mechanics is taught in a traditional way, which does not allow solving the aforementioned problems. However, many of these difficulties could be deciphered from a didactic approach that promotes making predictions, experimenting, comparing and interpreting results (Beltrán, 2021). Hereafter, scholars suggest modifications in the strategies used to motivate the student and obtain significant learning. In this sense, Information and Communication Technologies (ICT) have been shown to be effective in teaching and learning classical mechanics (Bayrak, 2008; Debel et al., 2009; Catalán et al., 2010; among others).

THE PURPOSE OF THE ARTICLE

The objective of this research was to establish, through a documentary-bibliographical study of the works of Ibero-American researchers who address the problem of basic sciences teaching at a higher level, in particular, of physics, how the use of didactic strategies mediated by Information and Communication Technologies applied to physics courses, what results have they given and if they have helped to improve student learning in engineering bachelor's degree programs.

METHODS OF THE RESEARCH

The research was carried out following the documentary-bibliographic method, which consisted of the collection and subsequent selection of pertinent information on the subject of the study; analytical and comprehensive reading of texts; extraction of the analysis units from the documentary material, the pertinent data and its submission to a process of review, examination, description, analysis. This method allowed to study and interpret the selected bibliography; distinguish the fundamental points and systematize the information; classify frames of reference, concepts, establish convergences and divergences; face the results and opinions; generalize and extract relevant data for the inquiry.

Thus, the articles of the following high-impact journals were selected: *Latin American Journal of Physics Education*, *The Physics Teacher*, *Journal of Research in Education*, *American Journal of Physics*, *British Journal of Educational Technology*, *Revista Enseñanza de las ciencias*, *Revista de Enseñanza de la Física*, *Acimed*, *Revista Científica*, *Revista Mexicana de Física*, *Revista Academia*, *Enseñanza de las Ciencias*, *Revista Española de Física*, *Revista Cubana de Química*, *Educación Médica Superior*, *Revista Estilos de Aprendizaje*, *Revista electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, *Revista Colombiana de Psiquiatría*, *ALTERIDAD Revista de Educación*, *Revista mexicana de investigación educativa*, *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, *Multiciencias*, *Escenarios*, *Comunicar*, *Revista Academia y Virtualidad*, *Tarbiya*, among others.

The documents and materials of the following academic events were reviewed: *Second International Conference on Concept Mapping*, San José, Costa Rica; *Congress "Psychology of knowledge applied to school work"*; *The XI Congress of Educational Innovation in Technical Education*; *The International Meeting on Meaningful Learning*, Burgos, Spain; *The International Conference on Engineering Education*, Valencia, Spain, among others. Likewise, this research is supported by the theoretical works of the teaching of basic sciences, in particular, of physics, of Young, Freedman, Moreira, Maloney, Hierrezuelo, Montero, Hamne, Bernhard, Hernández-Rojas, Díaz-Barriga, Hernández, among others. Master's and doctoral theses were also analyzed.

RESULTS OF RESEARCH

The results of the documentary-bibliographic research carried out, reveal the following. In the first place, the studies of Ibero-American researchers related to the topic of didactic strategies mediated by ICT applied to basic science courses, such as physics, chemistry or mathematics (Bassani, 2009; Gómez-Mercado & Oyola-Mayoral, 2012; Rodríguez et al., 2014; among others), in general show that these types of strategies have a positive impact on academic improvement in students, increasing their motivation and interest in these subjects.

Therefore, Bassani (2009) from the National University of Salta, Argentina, in his work "Blended teaching strategies mediated by information and communication technologies", presents the results of the application of combined teaching strategies, that is, of way different from the traditional one, using technological mediation. In this study, three basic categories were analyzed: university education, the blended modality and the application of New Information and Communication Technologies (NICT). The objective of this research was to assess how the incorporation of NICT influences teaching and learning in blended media in university education to obtain a degree and to identify the most relevant characteristics of a pedagogical nature in learning through multivariate strategies. Some of the conclusions of this work were the following (Bassani, 2009):

- The incorporation of NICT in the blended modality of university degree course was accepted by teachers and students.
- The teacher-student relationship began with some fear, but was transformed into curiosity before the understanding of technology.
- There was a positive increase in motivation among teachers, when using NICT.
- By applying multivariate strategies in such a modality, it favored large groups.
- The students took advantage of the teaching website in the external search for data, especially those who work or live far from the university.
- From the perspective of those who are actors, the advantages achieved are greater, since autonomy, good interaction and ease of learning were achieved.
- An important disadvantage was the lack of previous student training to use technology tools and the Internet.

This experience was an essential advance that made it possible to visualize future educational changes and promote a difference between face-to-face and distance work.

On the other hand, Yanitelli (2011) from the University of Burgos, Spain, tries to define the scope and perspectives of incorporating the computer to teach physics, since this enables university practices in basic physics and gives more importance to the reflection about the experiment, the interpretation of results, as well as obtaining conclusions. It was also reviewed how students build concrete knowledge at the mental level, the ideas displayed, the levels of representation and abstraction reached and the specific cognitive skills they use when solving experiments through a computer system to acquire data in real time.

The author considered the contributions of Ausubel's Significant Learning, Johnson-Laird's Mental Models and Vygotsky's Mediation as theoretical references. The study allowed us to glimpse the specific cognitive abilities in their development associated with an appropriate selection of sensors, interactive communication in the representation of data, the statistical elements used and the explicit analysis of the evolution of the graphs recorded with the computer.

The results provided the conclusion that the real-time data acquisition and processing system helped students make decisions in the experiments, in the recording and data processing phases; they could contrast the properties of the conceptual model with those of the studied system; they develop specific cognitive skills and have a critical stance when analyzing the experimental situation (Yanitelli, 2011).

As mentioned above, most of the analyzed researches mention the benefits of applying ICT in the teaching framework, however, Gutiérrez-Mendoza, Ariza-Nieves, Jaramillo (2014) from the University of New Granada, Spain, believe that teacher training in the use of ICT is also of the utmost importance. It is about the preparation in teaching methodology and design of

didactic strategies mediated by ICT, as well as the need to strengthen basic concepts by students, required to take physics course (Gutiérrez-Mendoza et al., 2014).

In short, since the end of the 20th century - the first two decades of the 21st century, there has been extensive research about the use of didactic strategies mediated by Information and Communication Technologies applied to physics courses, likewise, this topic was of great interest to scholars in the times of COVID19 when most of higher education became online. And until now it is still current. Nevertheless, the physics education theme has always been present, since many problems of understanding in physics have constantly been frequent in students. Therefore, there have developed various proposals on the efficient use of didactic methods applied to teaching physics. In the works of the Ibero-American researchers, the following examples are found:

- Instructional planning considering student preferences regarding learning practices, proposed by professor Ramírez, professor at the Center for Research in Applied Science and Advanced Technology of the National Polytechnic Institute of Mexico (Ramírez, 2010);

- Application of interactive methods, favoring student participation with the teacher's guidance, to achieve the purposes of the course, such as Problem Solving Learning (PSL), Project-Based Learning (PBL), or the TADIR protocol, created by professor Barojas of the National Autonomous University of Mexico (UNAM) (Barojas, 2007);

- Support for the development of metacognitive practices, a proposal by professor Soto from the University of Bogotá, Colombia (Soto, 2002);

- Implementation of the experiments in real time projected by Redish, Saul, Steinberg (1997); Thornton, Sokoloff (1998); Hamne, Bernhard (2001), that promotes a good conceptual understanding in mechanics, according to the opinion of professors Catalán, Serrano and Concarí of the Faculty of Sciences Applied to Industry of the National University of Cuyo, Mendoza, Argentina (Catalán et al., 2010).

Several studies (Amaya, 2008; Bayrak, 2008; Debel et al., 2009; Catalán et al., 2010; Guerra et al., 2010) have demonstrated the effectiveness of these tools at various levels of education, from secondary education to university.

At the same time, the study carried out revealed that within the physics teaching area, there are numerous works that provide empirical evidence on the incidence of the use of strategies mediated with ICT to teach this science. For example, the use of virtual laboratory or simulation software at different educational levels (Amaya, 2008; Bayrak, 2008).

Among the benefits of using technology in the educational process are (Condie, Livingston, 2007; Mouza, 2008): access to materials; increased motivation and productivity; improvements in understanding and performance of the students. The interactivity of technologies is another feature that is mentioned, and that allows students to receive feedback, test and reflect on their ideas, and analyze their understanding (Bransford et al., 2000). However, the presumed benefits of ICT mentioned come to be isolated pedagogical innovations in their school context and in the culture of the discipline of educational institutions and systems.

The documentary-bibliographical analysis carried out showed that there are also several studies related to the use of concept maps in teaching. Duarte and Henao-Cálad (2006), participants in the Second International Conference on Concept Maps held in San José, Costa Rica, made a classroom proposal mediated by concept maps in order to show this network of relationships as a manifestation students' understanding of the concept to be studied.

These researchers are based on Ausubel's Teaching for Comprehension and Meaningful Learning approach and use concept maps as tools for exploring and structuring knowledge. The conclusion of their work is that the application of the aforementioned approaches and tools allows students to be more motivated to carry out learning activities and to be more responsible in the construction of their own knowledge. Similarly, the importance of leaving records of internal processes and concrete manifestations in each of the stages of the personal construction of knowledge in a portfolio of activities is mentioned.

The benefits of using concept maps to achieve meaningful learning of concepts are stated in several works by Cuban researchers (Ojeda-Cabrera et al., 2007; Vidal-Ledo et al., 2007). These are tools for association, interrelation, discrimination, description and exemplification of content with great visualization power, which allow organizing and expressing ideas, understanding concepts, deepening, processing, organizing models and prioritizing information. The concept map is used in the teaching-learning process to help students obtain deeper knowledge when searching for meaning, to promote "learning to learn" and to facilitate collaborative work.

A study carried out by Murga-Menoyo, Bautista-Cerro and Novo (2011) of the National University of Distance Education (UNED) of Spain entitled "Concept maps with CmapTools in university teaching of environmental education: case study at UNED", presents an experience in teaching with the use of the CmapTools. The conclusions of the research work were the confirmation of the relevance of the conceptual mapping technique for the objectives of the subject, and the motivating capacity of educational technologies and software, as well as active and participatory learning activities, was affirmed. It is verified in this study that the elaboration of the concept maps with CmapTools requires small groups of students to take full advantage of what the educational software offers.

The work of Velázquez-Revilla, Revilla-Puentes and Guerra-Ortiz (2018) from the University of Havana, Cuba, analyzes the use of concept maps in order to teach the concepts of organic chemistry at the university level. The researchers observed the difficulty of the students to generalize, integrate and apply concepts and laws of Organic Chemistry, hence they proposed to create conceptual maps on the fundamental concepts of this science that were used in lectures and practical classes.

The authors concluded that development of concept maps by students and teachers turned out to be a practical way to understand and generalize knowledge, articulate the contents of Organic Chemistry with others subjects in the study plan, acquire the ability to solve integrative problems and have greater motivation. The researchers found an improvement in the results of students and teachers, so they concluded that concept maps contribute to the integration of knowledge, the self-preparation of students and the achievement of meaningful learning (Velázquez-Revilla et al., 2018).

Regarding the teaching of physics in engineering bachelor's degree programs, the study carried out by Cobas-Abad, Repilado-Ramírez and Gracia-Vega (2017) from the University of Las Tunas, Cuba, reveals the results of the application of concept

maps in the teaching of this discipline with geological engineering students. In this case, it was observed that the students had little motivation to meet the required learning objectives. The proposal of the work was to elaborate conceptual maps of a topic of the matter as a methodology to build the knowledge of physics and develop an active learning.

In conclusion, the article states that the teaching results in traditional physics courses, where methods such as theoretical classes, problem classes and laboratory classes are used, are not the desired ones. A large part of school dropouts occurs mainly due to low grades in physics and mathematics, which is why it is considered convenient to appropriate the basic contents to be able to solve problems and carry out experimental work. Concept maps can help establish the theoretical concepts that will be used later in other academic activities and, therefore, are recommended as a cognitive diagnostic tool (Cobas-Abad et al., 2017).

CONCLUSIONS AND PERSPECTIVES FOR A FURTHER RESEARCH

In summary, the results of the documentary-bibliographic study carried out show that Ibero-American scientists involved in the problem of teaching basic sciences, in particular physics, find the use of ICT profitable in the framework of higher education, including engineering bachelor's degree programs. In general, the state of knowledge in the Ibero-American scientific-pedagogical space confirms that teaching strategies mediated by Information and Communication Technologies applied to physics courses, is one of the priority lines of Ibero-American research today.

Therefore, the studies reveal that ICT propose new methods that change the world of teaching, since teachers agree to be able to expand and complement traditional activities with new learning resources. These technologies facilitate the development of electronic teaching materials, promote alternative forms of communication, as well as favor the collaborative mode of learning, contributing to the accentuation of motivation and progress in student learning. The importance of the use of ICT to raise the responsibility of students in the construction of their own knowledge is also underlined.

Ibero-American researchers show that for the activities of a physics class, simulation mechanisms and virtual work laboratories can be found on the Internet to solve the problem of physical space, materials and equipment needed in a traditional laboratory; recreation and intervention in the natural when it is impossible to reproduce it in a face-to-face laboratory; promote the autonomy of the student to learn and, also, encourage new ways of learning that stimulate and motivate them. They also find mandatory prior teacher training in the use of ICT. Several research works related to the use of ICT in physics teaching are dedicated to concept maps, in particular, made with CmapTools.

Thus, the results of numerous investigations dedicated to the implementation of e-learning in physics courses at the higher level, show that by using concept maps, significant advances are obtained in the process of knowledge acquisition by students. This didactic tool allows to establish relations between the concepts in an explicit way and to refer the concepts based on new information with the knowledge previously acquired by the student. In the process of creating concept maps, the student learns to organize himself, to make decisions about the importance of ideas and concepts, to discriminate information; raises his motivation; becomes more responsible for the construction of his own knowledge; becomes more autonomous in his learning.

Regarding the prospects for future research in the area of teaching basic sciences, particularly physics at the higher level, we consider pertinent to address the issue of prior teacher preparation in the use of ICT, in particular, on the training for the use of CmapTools.

REFERENCES

1. Amaya, G. (2008). La simulación computarizada como instrumento del método en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la física, desde la cognición situada: ley de Ohm. *Revista electrónica Actualidades Investigativas en Educación*, 8(1). Recuperado el Febrero de 2017, <http://revista.inie.ucr.ac.cr/articulos/1-2008/archivos/ohm.pdf>.
2. Bandiera, M., Dupre, F., Ianniello, M., & Vicentini, M. (1995). Una investigación sobre habilidades para el aprendizaje científico. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 46-54. Universidad Autónoma de Barcelona, España
3. Barojas, J. (2007). Problem solving and writing: the point of view of physics. *Latin American Journal of Physics Education*, 1, 4-12.
4. Bassani, A. R. (2009). *Estrategias didácticas semipresenciales mediadas por las tecnologías de la información y la comunicación*. Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Salta, Salta, Argentina.
5. Bayrak, C. (2008). Effects of computer simulations programs on university students' achievements in physics. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 9(4). http://tojde.anadolu.edu.tr/tojde32/pdf/article_3.pdf.
6. Beltrán, G. (2021) Learning strategies for basic concepts of mechanics in mechanical engineering degree programs. Mexican experience. *Journal Studies in Comparative Education*, No 2, 2021, <https://doi.org/10.31499/2306-5532.2.2021.250291>.
7. Bransford, J., Brown, A., & Cocking, R. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, DC: National Academic Press.
8. Catalán, L. C., Serrano, G. M., & Concari, S. B. (2010). Construcción de significados en alumnos de nivel básico universitario sobre la enseñanza de física con empleo de software. *Revista mexicana de investigación educativa*, 15(46).
9. Celemín, M., & Covián, E. (2003). A new environment for teaching and learning Mechanics for engineering students. *Actas de la International Conference on Engineering Education*. Valencia, España.
10. Cobas Abad, R., Repilado Ramírez, F. L., & Gracia Vega, A. (2017). Los mapas conceptuales en la enseñanza de la Física. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 8(6), 185-194. Universidad de Las Tunas, Cuba.
11. Condie, R., & Livingston, K. (2007). Blending online learning with traditional approaches: changing practices. *British Journal of Educational Technology*, 38, 337-348.
12. Debel, E., Cuicas, M., Casadei, L., & Álvarez, Z. (2009). Experimento real y simulación como herramientas de apoyo para lograr aprendizajes significativos en la asignatura Laboratorio de Física II. *Multiciencias*, 9(1), 80-88.
13. Duarte, P., & Henao-Cálad, M. (2006). Los Mapas Conceptuales en la Enseñanza para la Comprensión y el Aprendizaje Significativo. *Second International Conference on Concept Mapping*. San José, Costa Rica. <http://cmc.ihmc.us/cmc2006Papers/cmc2006-p26.pdf>.
14. García, J. M., Lorenzana, A., Magdaleno, J., Requejo, E., Rico, J. M., & Recio, L. A. (2003). Los sistemas de cálculo simbólico (scs) en la docencia de la Ingeniería Mecánica. Aplicación a la Resistencia de Materiales. *Actas del XI Congreso de Innovación Educativa en Enseñanzas Técnicas*. Vilanova i la Geltrú.
15. Gil, D., & De Guzmán, M. (1993). *Enseñanza de las Ciencias y la Matemática: tendencias e innovaciones*. Madrid: Popular.

16. Gómez Mercado, B. I., & Oyola Mayoral, M. C. (2012). Estrategias didácticas basadas en el uso de TIC aplicadas en la asignatura de física en educación media. *Escenarios*, 10(1), 17-28.
17. Guerra, S., González, N., & García, R. (2010). Utilización de las TIC por el profesorado universitario como recurso didáctico. *Comunicar*, 18(35).
18. Guisasola, J., Furio, C., Ceberio, M., & Zubimendi, J. L. (2003). ¿Es necesaria la enseñanza de contenidos procedimentales en cursos introductorios de física en la Universidad? *Enseñanza de las Ciencias* (num. extra), 17-28. Universidad Autónoma de Barcelona, España.
19. Gutiérrez Mendoza, L., Ariza Nieves, L. M., & Jaramillo, J. A. (2014). Estrategias didácticas en el uso y aplicación de herramientas virtuales para el mejoramiento en la enseñanza del cálculo integral. *Revista Academia y Virtualidad*, 7(2), 64-75. Nueva Granada, España
20. Jaque, F. (1995). Deficiencias en los conocimientos de la física al llegar a la Universidad. *Tarbiya*, 10, 121-126. Universidad Autónoma de Madrid, España
21. Maloney, D. (1994). Research on problem solving: physics. D. Gabel (Ed.), *Handbook of Research in Science, Teaching and Learning*. MacMillan Publishing Company.
22. Mora, C., & Herrera, D. (2009). Una revisión sobre ideas previas del concepto de fuerza. *Latin American Journal of Physics Education*, 3, 72-86.
23. Mouza, C. (2008). Learning with laptops: implementation and outcomes in an urban, under-privileged school. *Journal of Research in Education*, 40, 447-472.
24. Murga-Menoyo, M. Á., Bautista-Cerro, M. J., & Novo, M. (2011). Mapas conceptuales con CmapTools en la enseñanza universitaria de la educación ambiental: estudio de caso en la UNED. *Enseñanza de las ciencias*, 29(1), 47-60. Universidad Autónoma de Barcelona, España, <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/243822/353425>.
25. Ojeda Cabrera, A., Díaz Cuéllar, F., González Landrián, L., Pinedo Melis, P., & Hernández Gener, M. (2007). Los mapas conceptuales: una poderosa herramienta para el aprendizaje significativo. *Acimed*, 15(5). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352007000500009.
26. Pedraza, A., & Sánchez, M. (2011). Análisis de preconceptos sobre velocidad y rapidez en estudiantes de primer semestre de licenciatura en física, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. *Revista Científica*, 0(13). Bogotá, Colombia, <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/article/view/629/852>.
27. Ramírez, M. (2010). Aplicación del sistema 4MAT en la enseñanza de la física a nivel universitario. *Revista Mexicana de Física*, 56, 29-40.
28. Rodríguez, J. A., Cegarra, J., & Díaz Caceres, J. J. (2014). Las TICs como estrategias para el aprendizaje del equilibrio químico en estudiantes de educación superior: una experiencia en el curso intensivo del núcleo universitario "Rafael Rangel", Trujillo. *Revista Academia*, 13(29), 33-43. Departamento de Publicaciones de la Facultad de Derecho de la Universidad de Buenos Aires, Argentina.
29. Solbes, J., Calvo, A., & Pomer, F. (1994). El futuro de la enseñanza de la física. *Revista Española de Física*, 8(4), 45-49.
30. Soto, C. (2002). *Metacognición: cambio conceptual y enseñanza de las ciencias*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
31. Velázquez-Revilla, L. M., Revilla-Puentes, J. A., & Guerra-Ortiz, M. E. (2018). Confección de mapas conceptuales para la enseñanza de la Química Orgánica. *Revista Cubana de Química*, 30(3), 539-558.
32. Vidal Ledo, M., Febles Rodríguez, P., & Estrada Sentí, V. (2007). Mapas conceptuales. *Educación Médica Superior*, 21(3), Cuba, http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21412007000300011&script=sci_arttext&tlng=en.
33. Yanitelli, M. S. (2011). *Un cambio significativo en la enseñanza de las ciencias. El uso del ordenador en la resolución de situaciones experimentales de Física en el nivel universitario básico*. Tesis de doctorado, Universidad de Burgos, Burgos, España.



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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Виходить з 2013.



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

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

DOI 10.31110/2413-1571-2022-035-3-002

UDC 372.851

ПРО ДОЦІЛЬНІСТЬ І НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ УЧНІВ МАТЕРІАЛУ ЗМІСТОВОЇ ЛІНІЇ «ФУНКЦІЇ ТА ЇХ ГРАФІКИ»

Тетяна ГОДА

Національний педагогічний університет
 імені М.П. Драгоманова, Київ, Україна
 t.yu.hoda@npu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0001-7595-363X>

Олександр ШКОЛЬНИЙ

Національний педагогічний університет
 імені М.П. Драгоманова, Київ, Україна
 o.v.shkolnyi@npu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0002-3131-1915>

ON THE EXPEDIENCY AND DIRECTIONS OF IMPROVING THE METHODOLOGY OF TEACHING STUDENTS MATERIAL OF THE CONTENT LINE "FUNCTIONS AND THEIR GRAPHS"

Tetiana HODA

National Pedagogical Dragomanov University,
 Kyiv, Ukraine
 t.yu.hoda@npu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0001-7595-363X>

Oleksandr SHKOLNYI

National Pedagogical Dragomanov University,
 Kyiv, Ukraine
 o.v.shkolnyi@npu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0002-3131-1915>

АНОТАЦІЯ

Постановка проблеми. Вдосконалення методики навчання учнів матеріалу змістової лінії «Функції та їх графіки» наразі є актуальною проблемою, оскільки знання властивостей елементарних функцій сприяє формуванню в учнів адекватного світосприйняття на основі набутих загальних і предметних компетентностей. Функції мають численні практичні застосування та використовуються під час вивчення матеріалу шкільного курсу фізики, хімії, біології, інформатики тощо. Також матеріал змістової лінії «Функції та їх графіки» є досить важливим для успішного складання зовнішнього незалежного оцінювання якості знань з математики. Додатково потребу вдосконалення методики навчання учнів функціям підтверджують результати Міжнародного порівняльного дослідження PISA 2018, статистичні звіти Українського центру оцінювання якості освіти щодо тестування з математики та опитування вчителів математики.

Матеріали та методи. Для досягнення мети ми використовуємо теоретичний метод аналізу методичної літератури з досліджуваного питання. Ми також використовуємо деякі емпіричні методи: власне опитування за допомогою Google forms, спостереження за навчальним процесом у загальноосвітніх школах, аналіз навчальних досягнень учнів. У цій статті ми також використовуємо комплекс методів наукового пізнання: порівняльний аналіз для з'ясування різних поглядів на проблему; систематизація та узагальнення з метою зробити висновки та сформулювати рекомендації щодо напрямків вдосконалення методики навчання учнів матеріалу змістової лінії «Функції та їх графіки»; узагальнення педагогічного досвіду та спостережень авторів.

Результати. Сформульовано гіпотезу щодо доцільності вдосконалення методики навчання учнів загальноосвітніх шкіл матеріалу змістової лінії «Функції та їх графіки». З метою підтвердження цієї гіпотези та окреслення напрямків такого вдосконалення з використанням сучасних інформаційно-комунікаційних технологій проведено опитування вчителів. Опитування проводилося анонімно і онлайн з використанням Google forms. У опитуванні взяла участь близько 100 вчителів, які мають різний педагогічний стаж та кваліфікацію, але більшість із них працюють у школі більше 15 років. Опитування показало, що більшість респондентів часто або постійно використовують у навчальному процесі сучасні технології, а також переконані в необхідності вдосконалення методики навчання учнів матеріалу змістової лінії «Функції та їх графіки». Одним із напрямків такого вдосконалення вони вбачають використання сучасних технологій на уроках математики, а також розробку відповідних дидактичних матеріалів і методичних рекомендацій щодо їх використання.

ABSTRACT

Formulation of the problem. Improving the methodology of teaching students the material of the content line "Functions and their graphs" is currently a relevant problem, because knowledge of the properties of elementary functions contributes to the formation of students' adequate worldview based on acquired general and subject competencies. The functions have a lot of practical applications and are used during studying the material of the school course of physics, chemistry, biology, computer science, etc. Also, the material of the content line "Functions and their graphs" is very important for the successful compilation of external independent assessment of the quality of knowledge in mathematics. In addition, the need to improve the methodology of teaching students functions is confirmed by the results of the International Comparative Survey PISA 2018, statistical reports of the Ukrainian Center for Educational Quality Assessment on mathematics testing, and surveys of mathematics teachers.

Materials and methods. To achieve our goal, we use the theoretical method of analysis of the methodological literature on the subject. We also use some empirical methods: our own survey using Google forms, monitoring the learning process in secondary schools, and analysis of student achievement. In this article, we also use a set of methods of scientific knowledge: comparative analysis to clarify different views on the problem; systematization, and generalization in order to draw conclusions and formulate recommendations for improving the methodology of teaching students the material of the content line "Functions and their graphs"; generalization of pedagogical experience and observations of the authors.

Results. The hypothesis concerning the expediency of improvement of a technique of training of students of secondary schools of a material of the content line "Functions and their graphs" is formulated. In order to confirm this hypothesis and outline the directions of such improvement with using of modern information and communication technologies, a survey of teachers has been conducted. The poll has been conducted anonymously and online using Google forms. About 100 teachers with different teaching experience and qualifications took part in the survey, but most of them have been working at the school for more than 15 years. The survey showed that most respondents often or constantly use modern computer technologies in the educational process, and are convinced of the need to improve the methodology of teaching students the material of the content line "Functions and their graphs". One of the directions of such improvement, they believe the use of modern computer technologies in mathematics lessons, as well as the development of appropriate didactic materials and guidelines for their application.

Для цитування:

Hoda T., Shkolnyi O. On the expediency and directions of improving the methodology of teaching students material of the content line "Functions and their graphs". *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 35. № 3. С. 13-18. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-035-3-002

Hoda, T., & Shkolnyi, O. (2022). On the expediency and directions of improving the methodology of teaching students material of the content line "Functions and their graphs". *Фізико-математична освіта*, 35(3), 13-18. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-002>

For citation:

Hoda, T., & Shkolnyi, O. (2022). On the expediency and directions of improving the methodology of teaching students material of the content line "Functions and their graphs". *Physical and Mathematical Education*, 35(3), 13-18. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-002>

Hoda, T., & Shkolnyi, O. (2022). On the expediency and directions of improving the methodology of teaching students material of the content line "Functions and their graphs". *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 35(3), 13-18. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-002>

✉ Corresponding author

© T. Hoda, O. Shkolnyi, 2022

Висновки. Для вдосконалення методики навчання учнів матеріалу змістової лінії «Функції та їх графіки» природним видається використання сучасних інформаційних технологій. Учителі наразі активно застосовують сучасні електронні засоби для навчання математики, але потребують методичної підтримки щодо їх використання в навчальному процесі. Зокрема, це стосується і вивчення матеріалу змістової лінії «Функції та їх графіки»: є потреба в розробці готових дидактичних матеріалів та у створенні методичних рекомендацій щодо використання інформаційних технологій для вивчення матеріалу цієї змістової лінії, які дозволятимуть застосовувати сучасні електронні засоби в навчальному процесі більш ефективно.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: методика навчання математики; компетентнісний підхід; функції та їх графіки; інформаційно-комунікаційні технології; комп'ютерні технології; електронні засоби навчання.

Conclusions. To improve the methodology of teaching students the material of the content line "Functions and their graphs" it seems natural to use modern computer technologies. Teachers are currently actively using modern electronic tools for teaching mathematics, but need methodological support for their application in the educational process. In particular, this applies to studying the content line "Functions and their graphs": there is a need to develop ready-made didactic materials and to create guidelines for using information technology to study the material of this content line, which will use modern computer tools in the educational process more effectively.

KEYWORDS: methodology of teaching mathematics; competency approach; functions and their graphs; information and communication technologies; computer technologies; electronic learning tools.

INTRODUCTION

Formulation of the problem. Analysis of current research. Educational activities, both in general and in the field of mastering mathematics, is a difficult but interesting job. To achieve results during this work, students need time, a qualified teacher, as well as significant own effort. In the process of learning, students have to acquire the necessary competencies for life, i.e. learn to think, understand the essence of things, comprehend ideas and on this basis to seek the necessary information, interpret them, forming information about objects and processes of the real world and the world of abstract ideas. Also students have to acquire knowledge, skills and abilities in specific conditions, to form and defend one's own opinion.

The role of the teacher in the learning process is to constantly monitor the activities of students in order to provide timely assistance in overcoming difficulties in the process of acquiring and consolidating appropriate competencies. Modern reality puts before teachers the task of updating and replenishing their knowledge on a wide range of issues, which together should become the content of educational and methodological work and help students cope with problems in learning. At the same time, it is often quite difficult for a teacher to evaluate, form criteria and indicators of personal growth of students. Therefore, during preparing for lessons, it is important to take into account possible students' mistakes and correct them in time.

Modern Ukrainian education is aimed at personality-oriented learning (Hryniowa, 2015). Therefore, the teacher has a task to reveal, preserve and develop the individuality of each student, to identify and take into account his potential, needs, desires and, accordingly, to provide a differentiated approach to learning. This approach requires the creation in the learning process of a modern educational environment that will promote the development of students' necessary skills and competencies (learning ability, creativity, critical thinking, communication, teamwork, etc.), the formation of his personality. To do this, the teacher can use not only traditional teaching aids, but also modern educational trends, in particular, STEM education, partnership pedagogy, personalization of learning, inclusive learning, practical training, research training, gamification, online courses, etc. (Vasylyeva, 2020; Lantarón et al., 2021).

Traditionally, during studying mathematics at school, all the material is divided into so-called content lines, the development and deepening of which accomplish throughout the learning process by considering the relevant topics in each class (MES of Ukraine, 2017). In Ukrainian methodology tradition the following content lines are considered: "Numbers and expressions", "Functions and their graphs", "Equations and inequalities", "Geometry on a plane", "Geometry in the space", "Stochastics" (UCEQA, 2016). Each of these content lines is important and, perhaps, it is impossible to single out any of the most important of them. However, the study of some of them begins in the 1st grade and ends in the final grade, and for others the study begins a bit later, but continues until the end of training. For example, the study of the content line "Numbers and expressions" begins with actions on natural numbers in primary school, and ends with the study of irrational and transcendental numbers in senior school. At the same time, the semantic line "Functions and their graphs", if we do not take into account the propaedeutic material, begins to be studied from 7th grade on the topic "Linear function" and ends in the final grade by studying the topic "Exponential and logarithmic functions". In this article, we will take a closer look at the methodology of studying the material of the content line "Functions and their graphs" in the school course of mathematics.

Note that improving the methodology of teaching students the material of this content line is currently an urgent problem, as evidenced by the publications of foreign and domestic scholars (Bakker et al., 2021; Vasylyeva, 2020; Bakhruhshyn, 2019). We also emphasize that knowledge of the properties of elementary functions contributes to the formation of students' adequate worldview on the basis of acquired general and subject competencies. Without appropriate knowledge, skills and abilities, it is difficult to imagine the study of many topics in physics, chemistry, biology, computer science, etc. (Andrews, 1998; Goudriaan & Monteith, 1990; Martínez-Legaz et al., 2005; Boucekkine & Ruiz-Tamarit, 2008). Also, the material of the content line "Functions and their graphs" is very important for the successful cope of external independent assessment (EIA) of the quality of educational achievements in mathematics, which is conducted by the Ukrainian Center of Educational Quality Assessment (UCEQA). In particular, about 20% of the total number of EIA test tasks in mathematics relate to functions and their graphs.

Based on our own pedagogical experience and the results of the state final attestations (SFA) in mathematics, we found problems in the relevant understanding of students of grades 10-11 material of the content line "Functions and their graphics". This is also stated in the final reports of the UCEQA during the analysis of test results in mathematics. For example, it is noted that: "A significant part of the participants of the external independent assessment do not have developed basic skills on the topic "Functions. Properties of functions". Test participants often could not properly analyze and understand the information presented in graphical form (on the figure), compare it with the textual part of the condition of the task, to build an appropriate mathematical model. Mostly, this is applied to problems of practical content in both algebra and geometry" (UCEQA, 2017).

An analysis of the official reports of the UCEQA for 2016-2021 on the presence of student problems with the study of functions (UCEQA, 2016; UCEQA, 2017; UCEQA, 2018; UCEQA, 2019; UCEQA, 2020; UCEQA, 2021) showed the following:

- students do not have the skills to analyze and understand the data presented using a graph or figure during comparing them with the condition of the task (mostly this applies to tasks for recognizing graphs of functions);
- half of the test participants cannot determine the point of intersection of the graph of the function with the abscissa axis in the MCQ type of tasks;
- students had difficulties in solving the problem of establishing correspondence between the graphs of functions shown in the figures and the properties of these functions;
- students cannot correctly find the domain of the function and calculate the value of the function at given points in the domain;
- students cannot correctly draw the function graph in the open-ended tasks (tasks with a full explanation);
- students cannot correctly determine the derivative of the function and from these data to find the intervals of monotonicity and extremum points of the function;
- students do not understand the geometric sense of a definite integral and make mistakes during determining the antiderivative function and during calculating the area of a geometric figure using the Newton-Leibniz formula;
- only from 1.7% to 9.4% of test participants were able to fully cope with the open-ended tasks, and from 40.3% to two thirds of participants did not complete these tasks at all.

Analysis of statistical characteristics of test tasks related to the material of the content line "Functions and their graphs" shows that test participants in mathematics on EIA insufficiently and fragmentarily substantiate the conclusions, often cannot coherently, logically and consistently describe in written form the way of their thoughts, cannot use acquired knowledge and skills for analysis and synthesis of the obtained results (UCEQA, 2016).

In 2018, Ukraine participated in the International Comparative Study PISA, during which it was found that the average level of mathematical literacy of Ukrainian students (453 points) corresponds to the second level out of six possible (Bakhrushyn, 2019). This level is basic, reflecting the ability of students to participate effectively and productively in society. PISA scores are determined on scales specifically designed for each field of study (for reading, mathematics and natural sciences). Scales are a numerical indicator of the levels of literacy of students in the appropriate fields. For each level there is a certain number of test tasks, where the complexity of tasks at each level gradually increases. The amount of points received by the student allows to determine the level of his competence in each of the disciplines. The results of PISA participants in each field are presented on a scale, which identifies six levels of literacy in each of the subject areas of assessment (Mazorchuk et al., 2019; Vakulenko et al., 2021).

Comparing Ukraine and other countries participating in the study, it was found that in Ukraine the most problematic among the three branches of PISA is mathematics, noticeable differences are in different subject areas, especially noticeable relatively low are the students results in mathematics. 36% of Ukrainian students failed to demonstrate such a level, of which 15.6% did not even reach the first level of mathematical literacy. At the same time, about 38% of Ukrainian test participants showed the results of 3-6 levels, but only a few of them reached the sixth level (Bakhrushyn, 2019).

The PISA study on content line "Functions and their graphs" focuses on linear functions, their properties, various forms of description and tasks. The next PISA study, scheduled for 2022, will look more closely at the relationship between quantities, which can be expressed through equations, graphs, tables, or verbal descriptions. The concept of a function as such, i.e. as such an abstract object, the representations of which are various equations, graphs, tables or descriptions, has been studied. Two views of a function — a naive view of the process and a more abstract view of the object — can be reconciled in the graph of the function. However, the analysis of the graph of the function, determining the coordinates of the values on the axes are also dynamic or process nature. The graph of a function is an important tool for studying the concept of rate of change. The graph appears as a kind of visual means for understanding the function as a relationship between the related quantities (Vakulenko et al., 2021). It is this study that indicates the existence of the problem of studying the content line of "Functions and their graphs", shows the subject connections of this line and the relevance of its study.

Summing up, we see that students of Ukrainian schools have significant problems with mastering the material of the content line "Functions and their graphs". Only the fact that according to the statistical reports of the UCEQA in 2016-2021, the task of establishing a correspondence between the function and the property of the function is performed correctly by only 16.2% to 28.8% of participants in the external examination in mathematics, indicates an urgent need to improve methodology of teaching students the material of this content line.

The purpose of the article is to find out the expediency and possibility of improving the methodology of teaching students the material of the content line "Functions and their graphs" and to outline the directions of such improvement, based on using of modern computer teaching aids in mathematics.

RESEARCH METHODS

To achieve our goal, we use the theoretical method of analysis of the methodological literature on the subject. We also use some empirical methods: our own survey using Google forms, monitoring the learning process in secondary schools, analysis of students' achievement. In this article we also use a set of methods of scientific knowledge: comparative analysis to clarify different views on the problem; systematization and generalization in order to draw conclusions and formulate recommendations on how to improve the methodology of teaching students the material of the content line "Functions and their graphs"; generalization of pedagogical experience and observations of the authors.

RESULTS OF RESEARCH

The above theoretical analysis provides sufficient grounds for formulating a hypothesis about the feasibility of improving the teaching methodology of the content line "Functions and their graphs" for secondary school students. In order to confirm (or refuse) this hypothesis and outline the directions of such improvement with using of modern information and

communication technologies (ICT), we conducted a survey of teachers. The poll has been conducted anonymously and online using Google forms. It involved about 100 teachers working with grades 5-11 of secondary schools in Ukraine, with different teaching experience and qualifications. However, as it turned out, most of them are experienced professionals - 51% of respondents have been working as mathematics teachers more than 15 years.

Below we put the list of questions of survey and the results of this poll. If the question contained answer options, then after each of these options in parentheses is the percentage of the total number of respondents who chose this option.

Question 1. Do you use modern ICT in your professional activity?

- Yes, all the time (43%).
- Yes, often (46%).
- Yes, sometimes (10%).
- Yes, but very rarely (1%).
- No, I don't use it at all (0%).

As we can see, all surveyed teachers use ICT in different ways in their work, and the vast majority of them (91%) use them constantly and regularly. This situation is natural, especially in the context of a significant spread of distance and blended learning due to the onset of the pandemic situation and martial law in Ukraine.

Question 2. What software (electronic) tools do you use to teach students (you could choose several answers)?

- Electronic control systems of knowledge, skills and abilities (test aggregators) (86%).
- Electronic textbooks of various types (from pdf versions to interactive) (77%).
- Demonstration tools (videos, text presentations, etc.) (81%).
- Training organization systems (training platforms) (64%).
- Data search systems (electronic libraries, Internet search engines, etc.) (58%).
- Software for learning in the form of games (quizzes, competitions, puzzles, etc.) (53%).
- Programs that allow modeling experiments, imaginary or real life situations, etc. (23%).
- Programs that provide the opportunity to create new electronic resources (17%).

The results of the answers to this question show that the most popular electronic tools for teachers are programs that allow to assess students' academic achievements, as well as electronic learning tools, such as textbooks, instructional videos and presentations. Less popular, but quite common are systems for organizing training and data retrieval, as well as programs for learning in the form of games. In our opinion, this is due to the fact that test aggregators and e-textbooks can be used both during classroom learning and during distance and blended learning, and the rest of the mentioned e-learning tools are more typical for online lessons.

Question 3. Sort by importance (1 is the most, on your opinion, important, 6 is the least important) the following content lines of the school course of mathematics: "Numbers and expressions", "Functions and their graphs", "Equations and inequalities", "Geometry on a plane", "Geometry in the space", "Stochastics".

The table below shows the percentage from the total number of teachers surveyed who ranked each of these content lines from 1 to 6 in descending order of importance. The far right column contains the weighted average place for each content line.

Content line / place	1	2	3	4	5	6	Weighted average place
<i>Numbers and expressions</i>	72%	6%	9%	4%	4%	5%	1,8
<i>Function and their graphs</i>	9%	14%	40%	17%	10%	10%	3,3
<i>Equations and inequalities</i>	9%	60%	13%	5%	9%	4%	2,6
<i>Geometry on a plane</i>	3%	17%	25%	44%	8%	3%	3,5
<i>Geometry in the space</i>	4%	4%	4%	16%	49%	23%	4,7
<i>Stochastics</i>	5%	1%	9%	13%	17%	55%	5,0

The weighted average place shows that the content line "Functions and their graphs", according to teachers, is the third most important after the content lines "Numbers and expressions" and "Equations and inequalities". 40% of respondents put it in this place. This position is rather natural, because without proper knowledge of numbers and expressions, the study of mathematics is fundamentally impossible, and equations and inequalities are the most popular models of real phenomena and processes. However, this does not mean that teachers underestimate the importance of functions, because much more teachers put it on the 1-3 places than in 4-6 places (63% vs 37%). Thus, the study of functions and their graphs respondents consider, though not the most important, but one of the priorities in the study of school mathematics course.

Question 4. Do you suppose it appropriate to improve the methodology of teaching students the content line "Functions and their graphs"?

- Yes, definitely (22%).
- More likely, yes (55%).
- It is difficult to answer (10%).
- More likely, no (12%).
- No, definitely (1%).

As we predicted by our theoretical research, a total of 77% of respondents are convinced of the need to improve the methodology of teaching students the content line "Functions and their graphs". At the same time, it is important that 82% of

experienced teachers with 15 years of experience or more suppose the same. This is further evidence that with experience of teaching, awareness of the need to improve the methodology of learning functions is only growing.

Question 5. Are you currently provided with appropriate methodological materials for teaching students the content line "Functions and their graphs"?

- Yes, definitely (5%).
- More likely, yes (48%).
- It is difficult to answer (21%).
- More likely, no (25%).
- No, definitely (1%).

The number of teachers who believe that they are provided with learning materials on the study of functions is about half of the total number of respondents. The rest of the teachers feel the need for such materials, although none of them stated that there were no such materials at all. This suggests that the situation with the methodological support of teachers to study the content line "Functions and their graphs" is not catastrophic and needs only minor improvements.

Question 6. If you do not have enough methodological materials to teach students the content line "Functions and their graph", then which ones (you could choose several answers)?

- Educational demonstration materials (videos, text presentations) (46%).
- User instructions on software capabilities (46%).
- Methodical advice on using of software to teach students the material of the content line (44%).
- Ready-made developments for monitoring of students' achievement (tests, control works, etc.) (38%).
- Electronic manuals (textbooks, collections of tasks, etc.) (31%).
- Materials for in-depth study (1%).
- Fully provided with methodical materials (5%).

As we can see, during studying the content line "Functions and their graphs" teachers are most lacking in educational demonstration materials, there are some problems with user instructions on the possibilities of teaching software, as well as ready-made tests current and final control works. Note that only 5% of respondents in response to question 5 said that they are fully provided with methodological materials related to this content line. This confirms our confidence in the need for further methodological developments to study the functions, and is fully coincident with the answers to question 4.

Question 7. If you think that you need to improve the method of teaching students the content line "Functions and their graphs", then what can be done for it (you could choose several answers)?

- Develop guidelines for studying the material of this content line using ICT (64%).
- Increase the number of hours to study the material of this content line (55%).
- Increase the number of ready-made educational materials (electronic textbooks, videos, etc.) (36%).
- Develop methodological recommendations for improving the methodology of traditional teaching of the material of this content line (26%).
- Create a learning environment with an existing systematized database of materials and opportunities for control and self-control (1%).

The answers to this question show that half of the teachers surveyed are in favor of an extensive way to ensure the assimilation of the necessary material and want to increase the number of hours to study the content line. However, this path is obviously a dead end, as increasing study time does not guarantee a positive result. In addition, the content line "Functions and their graphs" cannot be called the most important among all others, and therefore, the increase in the amount of study time on it is questionable for this reason.

However, it is gratifying that many more teachers understand the futility of the extensive path and choose the intensive one - improving guidelines for studying functions (both traditional methods and using ICT) (see more also in Birgin & Uzun Yazıcı, 2021 and Öçal, 2017). In this intensive way of ensuring the quality of education, the need to increase the number of ready-made teaching materials with using of modern technologies, which is emphasized by the interviewed teachers, seems natural.

Summarizing all the survey data, we can say that:

- most modern mathematics teachers, and especially teachers with much experience in school, constantly use ICT in their educational activities;
- the range of use of ICT in teaching mathematics is quite wide - from electronic teaching aids (textbooks, educational videos, etc.) to means of monitoring the results of educational activities;
- the content line "Functions and their graphs" is not, on the opinion of teachers, the most important content line of the school course of mathematics, but its importance is undeniable;
- teachers have no doubts about the need to improve the methodology of teaching students the material of the content line "Functions and their graphs", as well as the need to develop appropriate methodological materials, in particular, using modern computer technologies.

CONCLUSIONS AND PROSPECTS OF FURTHER RESEARCH

According to the analysis of scientific and methodological literature, in particular, the results of EIA and SFA in recent years, as well as the international comparative study PISA 2018, in Ukraine there is a problem of ensuring the proper quality of student knowledge, skills and competencies for the material of the content line "Functions and their graphs". The existence of such a problem is confirmed by our survey of mathematics teachers, the results of which are given above.

To improve the methodology of teaching students the material of the content line "Functions and their graphics" it seems natural to use computer technologies. According to the above-mentioned survey, teachers are currently actively using modern electronic tools for teaching mathematics, but need methodological support for their use in the educational process. In

particular, this applies to the study of functions and their graphs: there is a need to develop ready-made didactic materials and to create guidelines for using ICT to study the material of this content line, which will allow using of modern electronic tools in the learning process more effectively.

On our opinion, this direction of research (using of modern electronic aids in the study of the content line "Functions and their graphs") is promising and necessary for teachers. In the future, we plan a series of publications that will address detailed guidelines for the use of ICT to study certain types of functions (linear, quadratic, power, exponential, logarithmic, trigonometric) in the school course of mathematics.

We also consider the development of relevant online courses, trainings and webinars for mathematics teachers, as well as their placement on educational platforms such as Prometheus, Osvitiora, Vseosvita, GIOS, etc. to be promising. We are convinced that the availability of such educational resources, as well as a large number of e-learning tools will help overcome the problems covered in the study of the content line "Functions and their graphs", make the learning process more effective for both teachers and students.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Andrews, L. C. (1998). *Special functions of mathematics for engineers* (Vol. 49). Spie Press.
2. Bahrushyn, V. (2019). *Matematyka u PISA 2018: rezultaty in vysnovky* [Math in PISA 2018: results and conclusions]. Website of NUS. <https://nus.org.ua/articles/matematyka-u-pisa-2018-rezultaty-i-vysnovky/> (in Ukrainian).
3. Bakker, A., Cai, J., & Zenger, L. (2021). Future themes of mathematics education research: An international survey before and during the pandemic. *Educational Studies in Mathematics*, 107(1), 1-24. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10049-w>.
4. Birgin, O., & Uzun Yazıcı, K. (2021). The effect of GeoGebra software-supported mathematics instruction on eighth-grade students' conceptual understanding and retention. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(4), 925-939. <https://doi.org/10.1111/jcal.12532>.
5. Boueckine, R., & Ruiz-Tamarit, J. R. (2008). Special functions for the study of economic dynamics: The case of the Lucas - Uzawa model. *Journal of Mathematical Economics*, 44(1), 33-54. <https://doi.org/10.1016/j.jmateco.2007.05.001>.
6. Goudriaan, J., & Monteith, J. L. (1990). A mathematical function for crop growth based on light interception and leaf area expansion. *Annals of Botany*, 66(6), 695-701. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a088084>.
7. Hryniowa, M. (2015). Osobystisno orientovana tehnologiya navchannia ta vyhovannia [Personally oriented technology of teaching and education]. *Internet methodology council as a tool for open and effective cooperation on the problems of teaching methods in educational institutions of I-II levels of accreditation*, 1-17. <http://acup.poltava.ua/wp-content/uploads/2015/03/GrinovaM.pdf> (in Ukrainian).
8. Lantarón, S., López, M., Merchán, S., & Rodrigo, J. (2021). Improving the teaching of real valued functions using serious games. binary who is who? *Mathematics*, 9(11), 1239. <https://doi.org/10.3390/math9111239>.
9. Martínez-Legaz, J. E., Rubinov, A. M., & Schaible, S. (2005). Increasing quasiconcave co-radiant functions with applications in mathematical economics. *Mathematical Methods of Operations Research*, 61(2), 261-280. <https://doi.org/10.1007/s001860400405>.
10. Mazorchuk, M., et. al. (2019). *Nacionalnyi zvit za resulatamy PISA-2018* [National report on the results of PISA 2018]. Website UCEQA. https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2019/12/PISA_2018_Report_UKR.pdf (in Ukrainian).
11. MES of Ukraine. (2017). *Navchalni programi dlia 5-9 klasiv* [Curricula for 5-9 grades]. Website of MES of Ukraine. <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas> (in Ukrainian).
12. UCEQA. (2016). *Oficiynyi zvit pro provedennia ZNO v 2016 roci*. [Official report on EIA in 2016]. Website of UCEQA. https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2017/01/ZVIT_ZNO_2016_Tom_2.pdf (in Ukrainian).
13. UCEQA. (2017). *Oficiynyi zvit pro provedennia ZNO v 2017 roci*. [Official report on EIA in 2017]. Website of UCEQA. https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2017/08/ZVIT_ZNO_2017_Tom_2.pdf (in Ukrainian).
14. UCEQA. (2018). *Oficiynyi zvit pro provedennia ZNO v 2018 roci*. [Official report on EIA in 2018]. Website of UCEQA. https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2018/08/ZVIT-ZNO_2018-Tom_2.pdf (in Ukrainian).
15. UCEQA. (2019). *Oficiynyi zvit pro provedennia ZNO v 2019 roci*. [Official report on EIA in 2019]. Website of UCEQA. https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2019/08/ZVIT-ZNO_2019-Tom_2.pdf (in Ukrainian).
16. UCEQA. (2020). *Oficiynyi zvit pro provedennia ZNO v 2020 roci*. [Official report on EIA in 2020]. Website of UCEQA. https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2020/09/ZVIT-ZNO_2020-Tom_2.pdf (in Ukrainian).
17. UCEQA. (2021). *Oficiynyi zvit pro provedennia ZNO v 2021 roci*. [Official report on EIA in 2021]. Website of UCEQA. https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2021/11/ZVIT_ZNO_2021-Tom_2.pdf (in Ukrainian).
18. Vakulenko, T., Gorokh, V., Rakov, S., & Tereshchenko, V. (Ed.). (2021). *PISA 2022: ramkovyi dokument z matematyky* [PISA 2022: framework document in mathematics]. Website of UCEQA. http://pisa.testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2021/12/pisa_2022_ramkovyj_dokument_matematyka.pdf (in Ukrainian).
19. Vasylyeva, D. (2020). *Yak zrobyty navchannia matematyky cikavym i produktyvym* [How to make the study of math interesting and productive]. Website of NUS. <https://nus.org.ua/view/yak-zrobyty-navchannya-matematyky-tsikavym-i-produktyvym/> (in Ukrainian).
20. Öçal, M. (2017). Asymptote misconception on graphing functions: Does graphing software resolve it? *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 5(1), 21-33.



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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Виходить з 2013.



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

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

DOI 10.31110/2413-1571-2022-035-3-003

УДК 377.131.11:37.022

ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ У ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ ПІД ЧАС КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЯВИЩ ТА ПРОЦЕСІВ ПРИ ДИСТАНЦІЙНОМУ НАВЧАННІ

Вікторія ДРОНЬ ✉

Прилуцький технічний фаховий коледж, Прилуки, Україна
 viktoriia.dron@ptfc.ukr.education
<https://orcid.org/0000-0002-6313-1724>

FORMATION OF RESEARCH COMPETENCIES IN STUDENTS DURING COMPUTER MODELING OF PHYSICAL PHENOMENA AND PROCESSES IN DISTANCE LEARNING

Viktoriia DRON ✉

Pryluky Technical Applied College, Pryluky, Ukraine
 viktoriia.dron@ptfc.ukr.education
<https://orcid.org/0000-0002-6313-1724>

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Сьогодення ставить перед освітою виклики, зокрема, пандемії, збройні вторгнення, як наслідок стрімкий розвиток освітніх тенденцій дистанційного навчання. З огляду на це постає питання забезпечення освітніх потреб здобувачів освіти у формуванні у них дослідницьких компетентностей під час комп'ютерного моделювання фізичних явищ та процесів для розвитку пізнавального інтересу до дисципліни при дистанційному навчанні.

Матеріали і методи. Аналіз та систематизація науково-педагогічної літератури з використання та впровадження в освітній процес комп'ютерних програмних симуляторів, зокрема, Phet-симуляцій. Емпіричний аналіз можливостей Phet-симуляцій у контексті формування дослідницьких компетентностей під час комп'ютерного моделювання фізичних явищ та процесів при дистанційному навчанні.

Результати. Запропоновано використання можливостей Phet-симуляцій для візуалізації навчального експерименту. На прикладі наведених інструкційних карток показано можливості формування дослідницьких компетентностей у здобувачів освіти під час дистанційного навчання. Висвітлено переваги використання Phet-симуляцій в освітньому процесі при дистанційному навчанні.

Висновки. Самостійне моделювання фізичних явищ та процесів при дистанційному навчанні дає можливість здобувачам освіти більш глибоко зрозуміти основи досліджуваних природних явищ та процесів, принцип дії та будову сучасної техніки шляхом візуалізації процесів, маючи різні параметри фізичної моделі. Крім високих показників якісного засвоєння навчального матеріалу, у здобувачів підвищується інтерес до вивчення предмету, що відкриває широкі можливості для здійснення самостійної роботи, сприяє розвитку творчої діяльності, формуванню дослідницьких компетентностей, стимулює одержання додаткових знань та їх закріплення, що дає можливість виховувати всебічно розвинену особистість з уміньми та навичками XXI століття.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: комп'ютерне моделювання; моделювання; фізика; компетентність; пізнавальні завдання; комп'ютерні моделі (симуляції); дистанційне навчання.

ABSTRACT

Formulation of the problem. Today poses challenges to education, in particular, pandemics, and armed invasions, as a result of the rapid development of educational trends in distance learning. Given this, the question arises of ensuring the educational needs of students in the formation of their research competencies in computer modeling of physical phenomena and processes to develop a cognitive interest in the discipline of distance learning.

Materials and methods. Analysis and systematization of scientific and pedagogical literature on the use and implementation in the educational process of computer software simulators, in particular, Phet-simulations. Empirical analysis of the possibilities of Phet-simulations in the context of the formation of research competencies in computer modeling of physical phenomena and processes in distance learning.

Results. The use of Phet-simulation capabilities for visualization of a training experiment is proposed. In the example of the given instruction cards, the possibilities of the formation of research competencies in students during distance learning are shown. The advantages of using Phet simulations in the educational process of distance learning are highlighted.

Conclusions. Independent modeling of physical phenomena and processes in distance learning gives students the opportunity to better understand the basics of the studied natural phenomena and processes, the principle of operation, and the structure of modern technology by visualizing processes with different parameters of the physical model. In addition to high rates of quality learning, students increase interest in studying the subject, which opens wide opportunities for independent work, promotes creative activity, formation of research competencies, stimulates the acquisition of additional knowledge and their consolidation, which allows education a comprehensively developed personality which skills and abilities of the XXI century.

KEYWORDS: computer simulation; modeling; physics; competence; cognitive tasks; computer models (simulations); distance learning.

ВСТУП

Постановка проблеми. Виклики, з якими зіткнулися українські здобувачі освіти та викладачі, стають рушійною силою до трансформації освітньої системи у віртуальний простір. Дистанційне навчання протягом останніх трьох років набирає все більше обертів. Враховуючи необхідність формування пізнавального інтересу до дисципліни «Фізика», яка є основою для вивчення технічних дисциплін, зокрема, таких як «Геодезія», «Теоретичні основи електротехніки», «Електричні машини та апарати» та інших, необхідно закладати дослідницькі компетентності під час комп'ютерного

Для цитування:

Дронь В. Формування дослідницьких компетентностей у здобувачів освіти під час комп'ютерного моделювання фізичних явищ та процесів при дистанційному навчанні. *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 35, № 3. С. 19-25. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-035-3-003

Дронь, В. (2022). Формування дослідницьких компетентностей у здобувачів освіти під час комп'ютерного моделювання фізичних явищ та процесів при дистанційному навчанні. *Фізико-математична освіта*, 35(3), 19-25. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-003>

For citation:

Dron, V. (2022). Formation of research competencies in students during computer modeling of physical phenomena and processes in distance learning. *Physical and Mathematical Education*, 35(3), 19-25. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-003>

Dron, V. (2022). Formuvannia doslidnytskykh kompetentnostei u zdobuvachiv osvity pid chas kompiuternoho modeliuvannia fizychnykh yavysch ta protsesiv pry dystantsiynomu navchanni [Formation of research competencies in students during computer modeling of physical phenomena and processes in distance learning]. *Fiziko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 35(3), 19-25. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-003>

моделювання у здобувачів освіти. При дистанційному навчанні викладачі використовують різні методи, а комп'ютерне моделювання є одним із необхідних для розуміння фізичних явищ і процесів та змін, що відбуваються з ними. Розвиток інформаційних технологій сприяє не тільки відродженню методу моделювання, а й призводить до появи спеціалізованих комп'ютерних середовищ, в яких стало можливим моделювання різноманітних фізичних явищ і процесів, а тому проблема формування дослідницьких компетентностей під час комп'ютерного моделювання на їх основі у майбутніх фахових молодших бакалаврів технічних спеціальностей є досить актуальною.

Аналіз актуальних досліджень. Аналіз науково-педагогічної літератури свідчить про те, що проблеми формування дослідницьких компетентностей під час комп'ютерного моделювання в освітньому процесі досліджувалися у роботах багатьох вчених. Відомо, що інформатизація системи освіти безпосередньо пов'язана з широким впровадженням і ефективним застосуванням в освіті інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), що базуються на методах і засобах інформатики. Ці методи та засоби утворюють у системі освіти гнучке й адаптивне інтегроване організаційно-функціональне та інформаційно-технологічне комп'ютерно орієнтоване середовище, яке розвивається й активно впливає на формування в системі освіти найбільш сприятливих умов досягнення її зовнішніх і внутрішніх цілей (Дронь, 2017).

С.Г. Литвинова (2018) у своїй роботі «Використання систем комп'ютерного моделювання для проектування дослідницьких завдань з математики» наводить узагальнені основні положення й обґрунтованість використання систем комп'ютерного моделювання закладами загальної середньої освіти для проектування дослідницьких завдань і навчання учнів математики.

Ю. О. Жук, О. М. Соколюк, Н. П. Дементієвська, О. В. Слободяник та П. К. Соколов (2014) наводять основні принципи та підходи застосування інтернет-технологій для дослідження природних явищ у шкільному курсі фізики у своїй роботі. За їх висновками – комп'ютерне моделювання має визначені конкретні навчальні цілі, спонукає здобувачів освіти розвивати пізнавальний інтерес до курсу фізики, до пошуку причинно-наслідкових зв'язків.

У роботі «Моделювання віртуального фізичного експерименту для систем дистанційного навчання в загальноосвітній і вищій педагогічній школах» розглянуто та описано: стан розвитку навчального комп'ютерного моделювання, його сучасних можливостей; основні психолого-дидактичні підходи до проблеми моделювання у навчанні фізики та шкільному фізичному експерименті; класифікацію комп'ютерних моделей для системи дистанційного навчання; основні види віртуального моделювання, що найбільш широко використовуються у системах комп'ютерної підтримки навчання фізики; дидактичні можливості їх застосування у навчанні учнів загальноосвітньої школи (Головко та ін., 2015).

У дослідженні американських учених проаналізовано створення ефективних питань для досягнення мети за допомогою трьох аспектів: запитання подаються здобувачам освіти у певний спосіб, що спонукає до значних роздумів, а не лише до запам'ятовування чи виконання відпрацьованої навички; питання супроводжуються широким обговоренням, спочатку у малих групах, а потім усім класом; викладач постійно спостерігає за роботою здобувачів та адаптується до їх потреб у навчанні (Beatty et al., 2006).

Зауважимо, що питання використання комп'ютерних моделей в освітньому процесі при вивченні курсу фізики розвивалося і досліджувалося вченими за такими напрямками: реалізовано симуляційну систему навчання, і у контексті вивчення курсу фізики досліджувалися відмінності між навчанням на основі комп'ютерного моделювання та традиційним лабораторним навчанням (Chang et al., 2008); проаналізовано використання методів комп'ютерного моделювання у фізиці та інших дисциплінах, таких як матеріалознавство (Steinhauser, 2012); використання Phet-симуляцій для виконання домашніх завдань з молекулярної фізики та посилення міждисциплінарних зв'язків (Мястковська & Пшембаєв, 2016); розкрито можливості застосування на заняттях фізики комп'ютерного моделювання: під час актуалізації необхідних знань та умінь запропонувавши здобувачам освіти перегляд симуляції для пояснення вивчених раніше явищ та законів; під час надання нового матеріалу супроводженням розповіді викладача відповідними симуляціями для більш ефективного розуміння; під час узагальнення та систематизації знань дані симуляції дозволяють здійснити оцінювання знань та умінь отриманих на занятті (Дронь, 2017); можливості використання комп'ютерних моделей під час індивідуальної роботи учнів з фізики, доводять ефективність їх впливу на навчальний процес з фізики та розвиток пізнавальних здібностей (Слободяник, 2019); розглянуто курс симуляцій моделювання як реальний зв'язок з практичними застосуваннями, обґрунтовано, що даний підхід до вивчення є природним «містком» між теорією і практикою (Saastamoinen & Rissanen, 2019).

Водночас аналіз науково-методичних праць не виявив стійких шляхів формування дослідницьких компетентностей під час комп'ютерного моделювання у здобувачів освіти при дистанційному навчанні.

Мета статті. З огляду на це метою статті є висвітлення можливостей комп'ютерних програмних симуляторів, зокрема, Phet-симуляцій, до формування дослідницьких компетентностей під час комп'ютерного моделювання у здобувачів освіти при дистанційному навчанні.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналіз та систематизація науково-педагогічної літератури з використання та впровадження в освітній процес комп'ютерних програмних симуляторів, зокрема, Phet-симуляцій. Емпіричний аналіз можливостей Phet-симуляцій у контексті формування дослідницьких компетентностей під час комп'ютерного моделювання фізичних явищ та процесів при дистанційному навчанні.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Процес навчання фізики на I та II курсах фахових коледжів, де здобувачі освіти опановують повну профільну середню освіту, спрямовується на розвиток особистості здобувача освіти, становлення його наукового світогляду й відповідного стилю мислення, формування предметної, науково-природничої (як галузевої) та ключових компетентностей

(Фізика і астрономія. Навчальна програма, 2017). Однією з таких ключових компетентностей є компетентність у природничих науках і технологіях розвитку якої можна досягти за допомогою формування дослідницької компетентності.

Під дослідницькою компетентністю розуміємо результат засвоєння навчального матеріалу як вміння пояснювати природні явища та процеси, принцип дії та будову сучасної техніки, приладів та обладнання на основі фізичних знань, здатність застосовувати знання для вирішення конкретних завдань щодо реальних об'єктів навколишнього середовища, планувати та реалізовувати фізичні спостереження й експеримент, фіксувати та опрацьовувати, правильно інтерпретувати й оцінювати їх результати. Це досягається завдяки проведенню навчальних експериментів які реалізуються у формі демонстраційного й фронтального експерименту, робіт лабораторного практикуму, домашніх дослідів і спостережень.

Під час дистанційного навчання вивчення певних фізичних явищ та процесів можливе завдяки застосуванню комп'ютерних імітаційних моделей. Їх використання дозволяє візуалізувати явища і процеси; здійснювати постійний зворотний зв'язок між здобувачем освіти й комп'ютерною технікою; дає можливість для зберігання достатньо великих обсягів інформації, її передачі та доступу до банку даних, дозволяє створювати та досліджувати на екрані динамічну картину фізичних явищ і процесів, формулювати навички дослідницьких завдань, пов'язаних з інтерактивними при дистанційному навчанні.

За результатами наукового дослідження на тему «Система комп'ютерного моделювання пізнавальних завдань для формування компетентностей учнів з природничо-математичних предметів», проведеного групою дослідників, що виконувалося в Інституті інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, було проаналізовано близько 30 онлайн-ресурсів, які надають можливість здобувачам освіти та викладачам працювати з інтерактивними комп'ютерними моделями при вивченні природничих дисциплін (Литвинова & Соколюк, 2020).

Серед досліджених онлайн-ресурсів особливе місце посідає сайт University of Colorado Boulder (США) – <https://phet.colorado.edu/>, на якому розміщено понад 126 комп'ютерних симуляцій з фізики, хімії, біології, математики та астрономії. Сайт перекладено на 46 мов, однією з яких є й українська. На сайті опубліковані, у тому числі й українською мовою для всіх перекладених моделей інструкції для педагогів, характеристики обмеження моделей, сутнісні характеристики моделей та методичні рекомендації, зокрема, і приклади завдань для навчання з дослідженнями. На сайті представлено понад 120 наукових статей і результатів педагогічних досліджень, пов'язаних з використанням комп'ютерних моделей сайту Phet, розробки уроків вчителів і викладачів різних закордонних навчальних закладів.

Phet-симуляції – унікальне середовище інтерактивних симуляцій з усіх розділів фізики. Вони покликані заохотити здобувачів освіти до творчості, мотивувати до здобуття знань, вивчаючи фізику, пояснювати наш реальний світ. Поєднання науки й техніки комп'ютерного моделювання робить Phet-симуляції цікавим віртуальним освітнім середовищем.

У процесі роботи з комп'ютерним моделюванням фізичних явищ та процесів варто навчити здобувачів дотримуватися певної послідовності дій, яка дозволить будувати правильні логічні висновки та формувати вичерпні уявлення про закони навколишнього світу. Використовуючи можливості моделювання ефективно, можна досить просто розвинути у них вміння спостерігати, досліджувати, експериментувати, аналізувати та узагальнювати явища навколишнього світу.

Застосування Phet-симуляцій спочатку на заняттях з фізики, а останні два роки й під час дистанційного навчання, для здобувачів освіти I-II курсів фахових коледжів під час навчальних експериментів, робіт лабораторного практикуму, домашніх дослідів і спостережень, стало звичним явищем. Під час дистанційного навчання всі явища та процеси, які вивчаються у курсі фізики можна змодельовати, розглянути будь-яку ситуацію і наочно продемонструвати за допомогою Phet-симуляторів. Заняття з фізики не зводяться до сухого викладу матеріалу, а підкріплюються наочною.

Авторська методика формування дослідницьких компетентностей під час комп'ютерного моделювання у здобувачів освіти при дистанційному навчанні полягає у наступному: викладач розміщує посилання на Phet-симуляцію у Google Classroom та прикріплює інструкцію для її виконання.

Наведемо приклади завдань, які пропонується виконати здобувачам освіти під час дистанційного навчання для формування дослідницьких компетентностей. Для прикладу розглянемо симуляції «Лабораторія конденсаторів» та «Геометрична оптика», завдання формулюємо від простого до складно.

Інструкційна картка для проведення дослідження із симуляцією «Лабораторія конденсаторів»

1. Перегляньте відео викладача (знайомство із симуляцією та її складовими).

2. Відкрийте симуляцію, оберіть вкладку «Вступ».

3. Проведіть дослідження конденсатора відповідно до свого варіанту завдань (таблиця 1). Заповніть таблицю 2. За отриманими даними розрахуйте ємність плоского конденсатора за формулою:

$$C_{\text{розр}} = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot S}{d}$$

Порівняйте результати ємності конденсатора отримані через вимірювання та через розрахунок.

4. Вивчіть вплив простору і діелектричних матеріалів, які вставляються між пластинами конденсатора у колі. Проведіть дослідження конденсатора відповідно до свого варіанту завдань (таблиця 1). Заповніть таблицю 2. За отриманими даними розрахуйте ємність плоского конденсатора за формулою:

$$C_{\text{розр}} = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot S}{d}$$

Порівняйте результати ємності конденсатора отримані через вимірювання та через розрахунок.

5. Проведіть дослідження для визначення еквівалентної ємності конденсаторів, які послідовно і паралельно з'єднані у колі відповідно до свого варіанту завдань (таблиця 1). Заповніть таблицю 3.

6. Взявши числові значення ємностей конденсаторів, перевірте справедливості формул послідовного та паралельного з'єднання конденсаторів для розрахунку еквівалентного значення ємності конденсаторів.

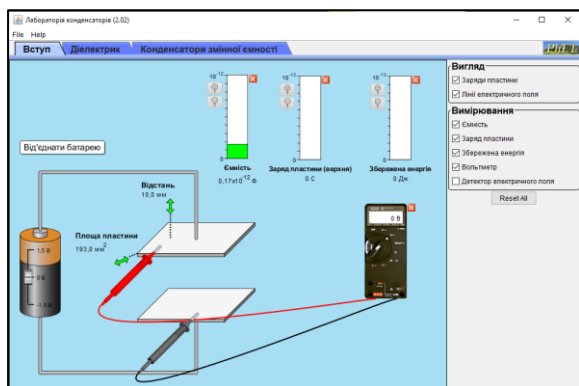


Рис. 1. Вкладка «Вступ»

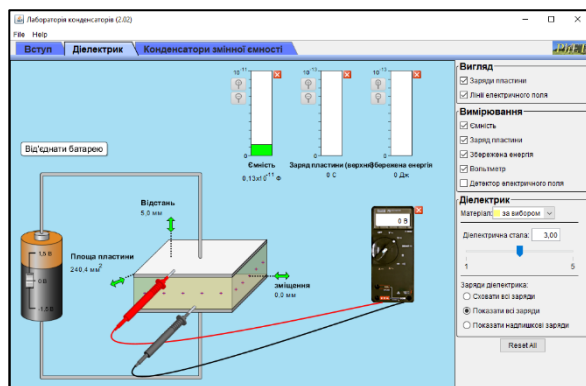


Рис. 2. Вкладка «Діелектрик»

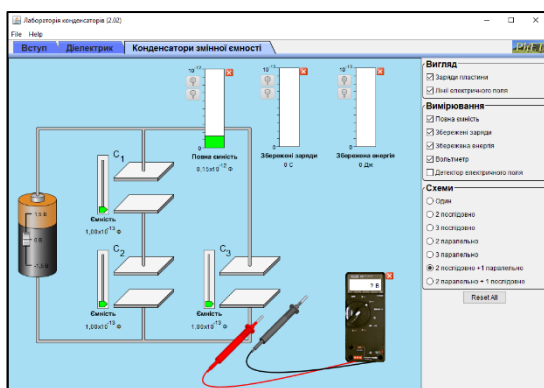


Рис. 3. Вкладка «Конденсатор змінної ємності»

Таблиця 1

Варіанти завдання

№ варіанту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Площа пластини S , мм ² (берете близьке значення)	100	120	150	170	190	200	220	250	300	350
Відстань між пластинами d , мм (берете близьке значення)	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5
Напруга U , В (берете близьке значення)	0,15	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,15
Діелектрична стала ϵ	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	1,0
Ємність конденсатора $C_1 \cdot 10^{-13}$, Ф (берете близьке значення)	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8
Ємність конденсатора $C_2 \cdot 10^{-13}$, Ф (берете близьке значення)	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8
Ємність конденсатора $C_3 \cdot 10^{-13}$, Ф (берете близьке значення)	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8
З'єднання конденсаторів	2 послідовно + 1 паралельно	2 паралельно + 1 послідовно	2 послідовно + 1 паралельно	2 паралельно + 1 послідовно	2 послідовно + 1 паралельно	2 паралельно + 1 послідовно	2 послідовно + 1 паралельно	2 паралельно + 1 послідовно	2 послідовно + 1 паралельно	2 паралельно + 1 послідовно

Таблиця 2

Вкладка	S , мм ²	d , мм	U , В	ϵ	C , Ф	q , Ф	W_e , Дж	$C_{розр}$, Ф
«Вступ»								
«Діелектрик»								

Таблиця 3

S , мм ²	d , мм	U , В	C_1 , Ф	C_2 , Ф	C_3 , Ф	q , Ф	$C_{екв}$, Ф
U_1 , В	U_2 , В	U_3 , В	q_1 , Ф	q_2 , Ф	q_3 , Ф	W_e , Дж	$C_{екв-розр}$, Ф

Інструкційна картка для проведення дослідження із симуляцією «Геометрична оптика»

1. Перегляньте відео викладача (знайомство із симуляцією та її складовими).
2. Відкрийте симуляцію.
3. Проведіть дослідження ходу променів зі сферичним (опуклим та увігнутим) та плоским дзеркалом (рис. 4). Зробіть висновки про утворені зображення.
4. Проведіть дослідження ходу променів із лінзою (опуклою – О та увігнутою – У) (рис. 5). Зробіть висновки про утворені зображення.
5. Накресліть у зошиті хід променів із лінзою для трьох випадків: розташування предмета за подвійним фокусом, між подвійним фокусом та фокусом, між фокусом та лінзою. Завдання виконайте відповідно до свого варіанту завдання (таблиця 4), використовуючи формулу тонкої лінзи обчисліть: фокусну відстань, оптичну силу, лінійне збільшення. Запишіть для всіх випадків характеристику отриманого зображення.

Звіти про виконання завдань здобувачі освіти прикріплюють у Google Classroom.

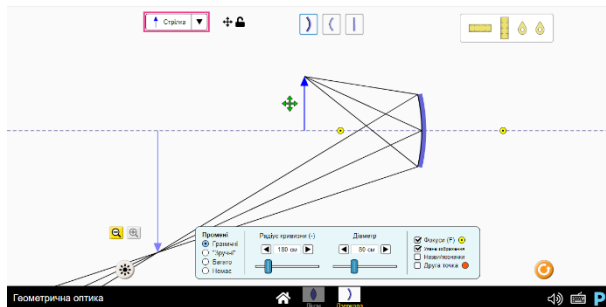


Рис. 4.

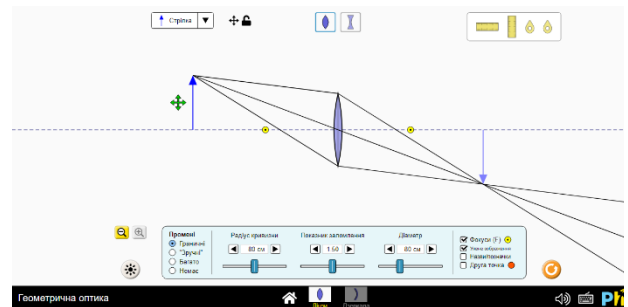


Рис. 5.

Таблиця 4

Варіанти завдання

№ варіанту	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Параметри лінзи										
Вид лінзи	О	У	О	У	О	У	О	У	О	У
Радіус кривизни, см	40	40	50	50	60	60	70	70	80	80
Показник заломлення матеріалу лінзи	1,20	1,20	1,40	1,40	1,60	1,60	1,80	1,80	1,30	1,30
Діаметр лінзи, см	70	70	80	80	90	90	100	100	110	110

Звісно, комп'ютерна симуляція при вивченні природничих дисциплін не може замінити реальний експеримент, але все ж вона доречна під час дистанційного навчання.

Головна мета комп'ютерного моделювання – візуалізація та пояснення явищ та процесів, оскільки послідовність дій достатньо детально подається у вигляді інструкцій. До переваг використання Phet-симулятора при дистанційному навчанні можна віднести:

- дозволяють моделювати процес, наближений до реального, змінювати та коригувати умови процесів та явищ;
- забезпечують умови для віртуального експерименту;
- більшість симуляцій є мультипредметні, де візуально сприймаються явища та процеси у комплексі з погляду різних наук. Це дозволяє їх використовувати для міжпредметних досліджень;
- формують навички інженерного проєктування (наприклад, симуляція «Геометрична оптика» дозволяє пояснити, як формується зображення променями, що збирає лінза, і як ідуть промені далі. Подивитися, як промені світла заломлюються лінзою та як змінюється зображення при зміні фокусної відстані об'єктива, переміщенні, переміщуючи об'єктив або екран. Дані знання необхідні для майбутніх геодезистів);
- симулятори у цікавій формі розвивають зацікавленість до фізики та формують інформаційно-комунікаційної та дослідницької компетентності здобувачів освіти.

ОБГОВОРЕННЯ

Як відмічає у своєму дослідженні Н.П. Дементієвська (2018) серед великої кількості ресурсів, який пропонує інтернет, вчителям, учням і батькам іноді складно знайти й обрати сайт, який може допомогти у формуванні компетентностей учнів у природничо-математичних науках. Для формування цих компетентностей і здійснення навчальної дослідницької діяльності, зокрема, будуть корисними відомості щодо того:

- пропонується створення власних моделей користувачами, чи робота з готовими моделями;
- ступінь інтерактивності у роботі з моделями (кількість параметрів, які користувач може змінювати самостійно);
- наскільки наближені моделювання до реального життя учнів, їх оточення;
- наявність інструментів для проведення “вимірювань” (наприклад, лінійка, вимірювальні прилади тощо);
- чи передбачена в моделюванні автоматична або здійснювана користувачем побудова графіків і діаграм, що наочно демонструють явища і процеси;
- можливість вирішувати/досліджувати одне завдання/задачу чи комплекс завдань з декількох навчальних тем/предметів;

– передбачена диференціація (можливість для завдань різного рівня складності).

Комп'ютерне моделювання – це тип комп'ютерного середовища, яке добре підходить для навчання дослідженню. Основне завдання здобувача освіти є шляхом експерименту зробити висновок про характеристики моделі що лежать в основі моделювання (De Jong & Van Joolingen, 1998).

Самостійно формулюючи відповіді на зазначені питання здобувачі освіти розвивають логічне мислення, формують розуміння природних явищ та процесів, здатність застосовувати знання для вирішення конкретних завдань щодо реальних об'єктів навколишнього середовища, планувати та реалізовувати фізичні спостереження й експеримент, фіксувати та опрацьовувати, правильно інтерпретувати й оцінювати їх результати. Працюючи вдома із симуляціями, вони закріплюють пройдений матеріал, а також формують дослідницькі компетентності.

PhET-симуляції дають можливість проводити наочні досліди та моделювати їх. Вони можуть широко використовуватися на заняттях природничо-математичного циклу з метою організації навчального експерименту під час дистанційного навчання.

Як зазначає С.Г. Литвинова впровадження системи комп'ютерного моделювання для вивчення природничо-математичних дисциплін в українських школах – це не виклик, це – можливість для цілеспрямованого формування не тільки практичних, але й інтелектуальних умінь, життєвих компетенцій для досягнення навчально-виховних цілей, які постають перед сучасною школою та потрібні для успішної самореалізації у житті, навчання та праці кожної дитини (Литвинова & Соколюк, 2020).

Симуляції можна використати для пояснення нового матеріалу, контролю знань, домашніх завдань. Щоб ефективність комп'ютерного моделювання була високою, потрібно складати пізнавальні завдання до кожної Phet-симуляції. Здобувачам освіти цікаво, коли завдання має зв'язок з реальним життям, коли воно має практичне значення і може бути корисним для майбутнього застосування. Ефективність навчання значно підвищується, якщо використовувати їх не епізодично, а системно, протягом усього курсу.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Отже, самостійне моделювання фізичних явищ та процесів при дистанційному навчанні дає можливість здобувачам освіти більш глибоко зрозуміти основи досліджуваних природних явищ та процесів, принцип дії та будову сучасної техніки шляхом візуалізації процесів, маючи різні параметри фізичної моделі. Крім високих показників якісного засвоєння навчального матеріалу, у здобувачів підвищується інтерес до вивчення предмета, що відкриває широкі можливості для здійснення самостійної роботи, сприяє розвитку творчої діяльності, формуванню дослідницьких компетентностей, стимулює одержання додаткових знань та їх закріплення, що дає можливість виховувати всебічно розвинену особистість з умінь та навичками XXI століття.

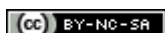
Перспективи дослідження полягають у подальшому розробленні забезпечення освітнього процесу при дистанційному навчанні для формування дослідницьких компетентностей через інтегрування змісту освітнього процесу засобами сучасних інформаційних технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Beatty, I. D., Leonard, W. J., Gerace, W. J., & Dufresne, R. J. (2006). «Designing effective questions for classroom response system teaching» *American Journal of Physics*, 74(1), 31-39. <http://dx.doi.org/10.1119/1.2121753>
2. Chang, K.E., Chen, Y.L., Lin, H.Y., & Sung, Y.T. (2008). Effects of learning support in simulation-based physics learning. *Computers & Education*, 51(4), 1486-1498. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2008.01.007>
3. De Jong, T., & Van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of educational research*, 68(2), 179-201.
4. Saastamoinen, K., & Rissanen, A. (2019). Understanding physical phenomena through simulation exercises. *Journal of Physics: Conference Series*, 1286(1), <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1286/1/012058>
5. Steinhäuser, M. O. (2012). Computer Simulation in Physics and Engineering. *Frankfurt University of Applied Sciences*. <https://doi.org/10.1515/9783110256062>
6. Головка, М. В., Крижановський, С. Ю., & Мацюк, В. М. (2015). Моделювання віртуального фізичного експерименту для систем дистанційного навчання в загальноосвітній і вищій педагогічній школах. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 47(3), 36-48. <https://doi.org/10.33407/itlt.v47i3.1224>
7. Дементівська, Н.П. (2018) Сайт інтерактивних симуляцій Phet як надійне і безпечне середовище для формування компетентностей учнів у природничо-математичних науках. *Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання ІІТЗН НАПН України*. Київ, Україна, 139-141.
8. Дронь, В.В. (2017). Використання комп'ютерного моделювання при вивченні фізики як засобу для розвитку пізнавальної мотивації. *Матеріали I Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції з міжнародною участю. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи*, Тернопіль, 121-125.
9. Жук, Ю. О., Соколюк, О. М., Дементівська, Н. П., Слободяник, О. В., & Соколов, П. К. (2014). *Використання інтернет технологій для дослідження природних явищ у шкільному курсі фізики: посібник*. Київ: Атіка.
10. *Інтерактивні симуляції для природничих наук і математики*. (б.д.). <http://phet.colorado.edu/uk/>
11. Литвинова, С.Г. (2018). Використання систем комп'ютерного моделювання для проектування дослідницьких завдань з математики. *Фізико-математична освіта*. 1 (15), 83-89. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2018-015-1-013>
12. Литвинова, С. Г., & Соколюк, О.М. (Ред.). (2020). *Використання системи комп'ютерного моделювання в умовах дистанційного навчання: збірник матеріалів*. Київ: ФОП Ямчинський О.В.
13. Мясковська, М., & Пшембаєв, І. (2016). Використання Phet-симуляцій для виконання домашніх завдань з молекулярної фізики. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Серія: Педагогічна, Кам'янець-Подільський, Україна*, 22, 204-207.
14. Слободяник, О.В. (2019). Комп'ютерні симуляції при вивченні атомної фізики у закладах загальної середньої освіти. *Наукові записки. Серія: педагогічні науки*, Кропивницький, РВВ ЦДПУ ім.В.Винниченка, 179, 146-151.
15. Фізика і Астрономія. Навчальна програма для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти. (рівень стандарту, профільний рівень) (наказ № 1539 від 24.11.2017 р.) <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>

REFERENCES (TRANSLATED AND transliterated)

1. Beatty, I. D., Leonard W. J., Gerace, W. J., & Dufresne, R. J. (2006). «Designing effective questions for classroom response system teaching» *American Journal of Physics*, 74(1), 31-39. <http://dx.doi.org/10.1119/1.2121753>
2. Chang, K.E., Chen, Y.L., Lin, H.Y., & Sung, Y.T. (2008). Effects of learning support in simulation-based physics learning. *Computers & Education*, 51(4), 1486-1498. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2008.01.007>
3. De Jong, T., & Van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of educational research*, 68(2), 179-201.
4. Saastamoinen, K., & Rissanen, A. (2019). Understanding physical phenomena through simulation exercises. *Journal of Physics: Conference Series*, 1286(1), <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1286/1/012058>
5. Steinhauser, M. O. (2012). Computer Simulation in Physics and Engineering. *Frankfurt University of Applied Sciences*. <https://doi.org/10.1515/9783110256062>
6. Holovko, M. V., Kryzhanovskiy, S. Yu., & Matsiuk, V. M. (2015). Modelyuvannya virtual'nogo fizychnogo eksperymentu dlya system dystantsiynogo navchannya v zahal'noosvitniy i vyshchiy pedahohichniy shkolakh [Simulation of virtual physical experiment for distance learning systems in general and higher pedagogical schools]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannya – Information Technologies and Learning Tools*, 47(3), 36-48. <https://doi.org/10.33407/itlt.v47i3.1224> (in Ukrainian).
7. Dementiyev's'ka, N.P. (2018). Sait interaktyvnykh symulatsii Phet yak nadiine i bezpechne seredovyshe dlia formuvannya kompetentnosti uchniv u pryrodnycho-matematychnykh naukakh [Phet interactive simulation site as a reliable and safe environment for the formation of students' competencies in natural sciences and mathematics]. *Zvitna naukova konferentsiia Instytutu informatsiinykh tekhnologii i zasobiv navchannya IITZN NAPN Ukrainy – Reporting scientific conference of the Institute of Information Technologies and Teaching Aids of the Institute of Information Technologies of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine*. Kyiv, Ukraine, 139-141. (in Ukrainian).
8. Dron, V.V. (2017). Vykorystannya kompiuternoho modeliuvannya pry vyvchenni fizyky yak zasobu dlia rozvytku piznavalnoi motyvatsii [Using computer modeling in the study of physics as a means to develop cognitive motivation]. *Materialy I Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi Internet-konferentsii z mizhnarodnoiu uchastiu. Suchasni informatsiini tekhnologii ta innovatsiini metodyky navchannya: dosvid, tendentsii, perspektyvy – Proceedings of the First All-Ukrainian Scientific and Practical Internet Conference with International Participation. Modern information technologies and innovative teaching methods: experience, tendencies, perspectives*, 121-125. (in Ukrainian).
9. Zhuk, Yu. O., Sokolyuk, O. M., Dementiyev's'ka, N. P., Slobodyanyk, O. V., & Sokolov, P. K. (2014). Vykorystannya internet tekhnologii dlia doslidzhennia pryrodnykh yavysch u shkilnomu kursy fizyky: posibnyk. [Use of Internet technologies for the study of natural phenomena in the school physics course: manual] Kyiv: Atika. (in Ukrainian).
10. Interaktyvni symulatsii dlia pryrodnychkykh nauk i matematyky [Interactive Simulations for Science and Math]. (n.d.). <http://phet.colorado.edu/uk/> (in Ukrainian).
11. Lytvynova, S.G. (2018). Vykorystannya system kompiuternoho modeliuvannya dlia proektuvannya doslidnytskykh zavdan z matematyky. [Use of the systems of computer modelling for projecting of research tasks in mathematics]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 1 (15), 83-89. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2018-015-1-013> (in Ukrainian).
12. Lytvynova, S.G., & Sokolyuk, O.M. (2020). Vykorystannya systemy kompiuternoho modeliuvannya v umovakh dystantsiynogo navchannya: zbirnyk materialiv. [Using a computer simulation system in distance learning: a collection of materials]. Kyiv: Private individual Yamchynsky O.V. (in Ukrainian).
13. Miastkovska, M., & Pshembaiev, I. (2016). Vykorystannya Phet-symulatsii dlia vykonannya domashnykh zavdan z molekuliarnoi fizyky. [Using Phet-simulation to do homework in molecular physics]. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnogo universytetu im. Ivana Ohienka. Seriya: Pedahohichna – Collection of scientific papers of Kamyanets-Podilsky National University. Ivan Ogiienko. Series: Pedagogical*, 22, 204-207. (in Ukrainian).
14. Slobodyanyk, O.V. (2019). Kompiuterni symulatsii pry vyvchenni atomnoi fizyky u zakladakh zahalnoi serednoi osvity. [Computer simulations in the study of atomic physics in general secondary education]. *Naukovi zapysky. Seriya: pedahohichni nauky – Scientific notes. Series: pedagogical sciences*, Kropyvnytskyi, RVV TsDPU im. V. Vynnychenko, 179, 146-151. (in Ukrainian).
15. Fizyka i Astronomiia. Navchalna prohrama dlia 10-11 klasiv zakladiv zahalnoi serednoi osvity. (riven standartu, profilnyi riven) [Physics and Astronomy. Curriculum for 10-11 grades of general secondary education institutions. (standard level, profile level) (nakaz № 1539 vid 24.11. 2017 r.) <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv> (in Ukrainian).



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



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

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

DOI 10.31110/2413-1571-2022-035-3-004

УДК 378.146

ГОЛОГРАФІЧНИЙ ПІДХІД ЯК ЗАСІБ МІЖПРЕДМЕТНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ПРИ ВИВЧЕННІ МЕДИЧНОЇ ІНФОРМАТИКИ

Марія ІВАНЧУК ✉

Буковинський державний медичний університет,
 Чернівці, Україна
 ivanchuk.m@bsmu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0001-9499-0583>

Віктор КУЛЬЧИНСЬКИЙ

Буковинський державний медичний університет,
 Чернівці, Україна
 kulchynsky@bsmu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0002-9603-5595>

HOLOGRAPHIC APPROACH AS A MEANS OF INTERDISCIPLINARY INTEGRATION IN THE STUDY OF MEDICAL INFORMATICS

Maria IVANCHUK ✉

Bukovinian state medical university,
 Chernivtsi, Ukraine
 ivanchuk.m@bsmu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0001-9499-0583>

Viktor KULCHYNSKYI

Bukovinian state medical university,
 Chernivtsi, Ukraine
 kulchynsky@bsmu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0002-9603-5595>

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Мотивація студентів вивчати непрофільні предмети низька. Її підвищення можна досягти за рахунок міжпредметної інтеграції, завдяки якій студенти ширше бачать місце і роль усіх предметів в освітньому процесі за обраним напрямком підготовки. Метою дослідження було вивчення можливостей поглиблення міжпредметної інтеграції для підвищення мотивації студентів до вивчення медичної інформатики при використанні елементів голографічного підходу.

Матеріали і методи. У процесі дослідження використані такі методи: теоретичні (аналіз науково-методичної літератури для окреслення проблеми викладання інформаційних дисциплін в медичних закладах вищої освіти); емпіричні (спостереження, аналіз та систематизація).

Результати. Розроблено курс занять з медичної інформатики з використанням голографічного підходу. Для розгляду на практичних заняттях завдань, близьких до професійного життя медиків, сформовано масив інформації медичного спрямування, який складається з бази даних уявних пацієнтів та набору теоретичних відомостей про медичні показники, симптоми хвороб та алгоритми їх лікування. Опанування кожної теми відбувалося з використанням даного масиву інформації та впливало з результатів, отриманих на попередніх заняттях. Студенти створюють блок-схеми медичних алгоритмів та системи підтримки прийняття медичних рішень, проводять математичну обробку медичних даних, вивчають можливості візуалізації медичної інформації.

Висновки. Задля поглиблення міжпредметної інтеграції при викладанні дисципліни Медична Інформатика студентам спеціальності Медицина використаний голографічний підхід. В рамках цього підходу знання з медицини та інформатики формують "опору" та "предметну" хвилю відповідно. В результаті накладання цих двох хвиль формується об'ємне бачення міжпредметних зв'язків. Студенти працюють з одним масивом інформації медичного спрямування, вивчаючи різні інформаційні технології її обробки, що дає можливість підвищити мотивацію студентів до вивчення дисципліни.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: міжпредметна інтеграція; голографічний підхід; мотивація; медична інформатика; інформаційні технології; база даних.

ABSTRACT

Formulation the problem. Students have low motivation to study non-core subjects. Interdisciplinary integration can increase motivation, as students see more broadly the place and role of all subjects in the educational process in the chosen study field. The research aim was to explore the opportunity of deepening interdisciplinary integration to increase students' motivation to study medical informatics using elements of the holographic approach.

Materials and methods. Methods used in the research: theoretical (scientific and methodological literature analysis to outline the problem of teaching information subjects in medical institutions of higher education), empirical (observation, analysis, and systematization).

Results. A course in medical informatics using a holographic approach has been developed. An array of medical information, consisting of an imaginary patients' database and a set of theoretical information about medical indicators, disease symptoms, and treatment algorithms, has been formed to consider in practical classes tasks close to physicians' professional life. Each topic learning took place using this array of information and followed the results obtained in previous classes. Students create medical algorithms flowcharts and medical decision-making support systems, conduct medical data mathematical processing, and study medical information visualization possibilities.

Conclusions. A holographic approach is used to deepen interdisciplinary integration in teaching the subject of Medical Informatics to students majoring in Medicine. Within this approach, knowledge of medicine and informatics form the "reference" and "subject" waves, respectively. The two wave's superposition forms a three-dimensional vision of interdisciplinary connections. Students work with one array of medical information, studying various information technologies for its processing, which provides an opportunity to increase students' motivation to study the subject.

KEYWORDS: interdisciplinary integration; holographic approach; motivation; medical informatics; Information Technology; Database.

ВСТУП

Викладання таких непрофільних предметів, як медична інформатика, для студентів медичних ЗВО завжди є гострою проблемою, оскільки при вирішенні питання пріоритетності витрат часу на освоєння навиків з різних дисциплін, що вивчаються одночасно, студенти переважно обирають витратити час і зусилля на дисципліни, що відповідають їх майбутній професії. Одним із шляхів вирішення проблеми зменшення мотивації освоєння непрофільних дисциплін є

Для цитування:

Іванчук М., Кульчинський В. Голографічний підхід як засіб міжпредметної інтеграції при вивченні медичної інформатики. *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 35. № 3. С. 26-32. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-035-3-004

Іванчук, М., & Кульчинський, В. (2022). Голографічний підхід як засіб міжпредметної інтеграції при вивченні медичної інформатики. *Фізико-математична освіта*, 35(3), 26-32. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-004>

For citation:

Ivanchuk, M., & Kulchynskiy, V. (2022). Holographic approach as a means of interdisciplinary integration in the study of medical informatics. *Physical and Mathematical Education*, 35(3), 26-32. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-004>

Ivanchuk, M., & Kulchynskiy, V. (2022). Holohrafichnyi pidkhid yak zasib mizhpredmetnoi intehratsii pry vyyvcheni medychnoi informatyky [Holographic approach as a means of interdisciplinary integration in the study of medical informatics]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 35(3), 26-32. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-004>

міжпредметна інтеграція, результатом якої є знаходження спільних точок дотику різних галузей знань (Іванчук & Кульчинський, 2020). Так, наприклад, при опануванні клінічних дисциплін студенти заучують стандартні діагностичні та прогностичні алгоритми, методики і схеми лікування, необхідні для вирішення клінічних завдань, при цьому послідовність дій визначена однозначно і повинна виконуватися згідно з алгоритмом лікування (Січкоріз та ін., 2019). На заняттях з медичної інформатики студенти набувають навичок формалізації медичних алгоритмів, побудові для них блок-схем, що спрощує їх сприйняття і полегшує запам'ятовування. Тому у процесі підготовки медичних працівників у закладах вищої освіти необхідно впроваджувати принципово нові підходи до питань розроблення технологій навчання (Саєнко & Мороховець, 2018), зміщувати акценти від зайвого заучування великої кількості фактів і використання технологій до прискорення обробки інформації, до навчання когнітивним методикам пошуку, систематизації, аналізу, зіставлення, узагальнення та синтезу нових знань (Пайкуш, 2018). І хоча методичне та програмне забезпечення для викладання медичної інформатики студентам спеціальності медицина присутнє у всіх медичних ЗВО (Пудова & Казакова, 2019; Добровольська, 2019), необхідним є постійне його оновлення з врахуванням сучасних тенденцій розвитку галузі інформаційних технологій.

Голографічний підхід у навчанні – відносно новий спосіб організації навчального процесу. Поняття "голографія" вперше використано в онтопсихології (Менегетті, 1993). Голографічний підхід згадується в рамках т.з. "вітагенного навчання" (Белкін, 1999). Суть такого навчання, за останнім, зводиться до накладання знань від викладача, з підручників та інших джерел готової інформації з життєвим досвідом особи, що намагається ці знання освоїти. Результатом такого підходу очікується формування "голографічної проекції", яка відображатиме багатосторонню інформацію про досліджуваний предмет. Використання поняття голографічного підходу набуло з часом інших інтерпретацій, наближаючись до фізичного процесу, з якого ця аналогія виникла. Це дозволило не змінюючи суті голографії – утворення об'ємного зображення – залучати знання з інших предметів при розробці окремих занять з обраного предмету (Гонтова, 2020).

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Фізика створення та відтворення голографічних записів від першого повідомлення (Gabor, 1948), з подальшими модифікаціями способів опромінення об'єкта при записі (Denisyuk, 1962; Leith & Upatnieks, 1962) полягає в отриманні таких записів, які, крім інформації про просторовий розподіл амплітуди світлових хвиль, містять також інформацію про фазові співвідношення цих хвиль, тобто повну світлову інформацію про об'єкт. На даний момент методика отримання голографічних зображень вже описана в підручниках (Caulfield, 1979; Hariharan, 1996; Toal, 2011; Blanche, 2019).

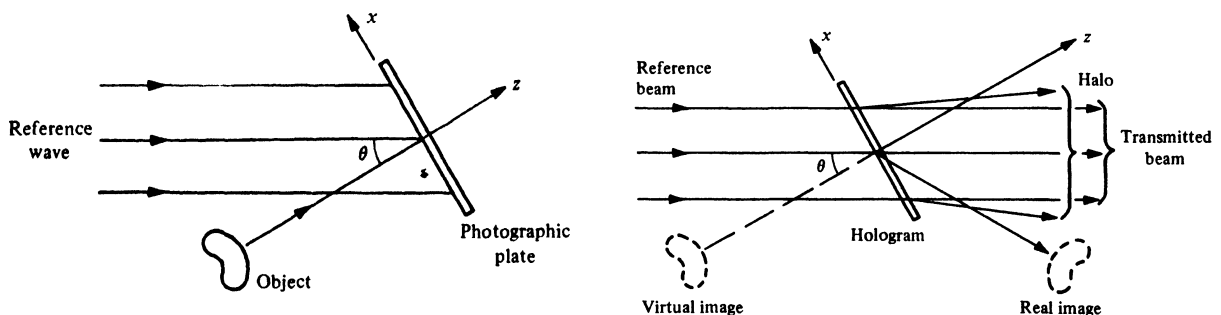


Рис. 1. Схема запису голограми (ліворуч) та відтворення зображення (праворуч) (Hariharan, 1996)

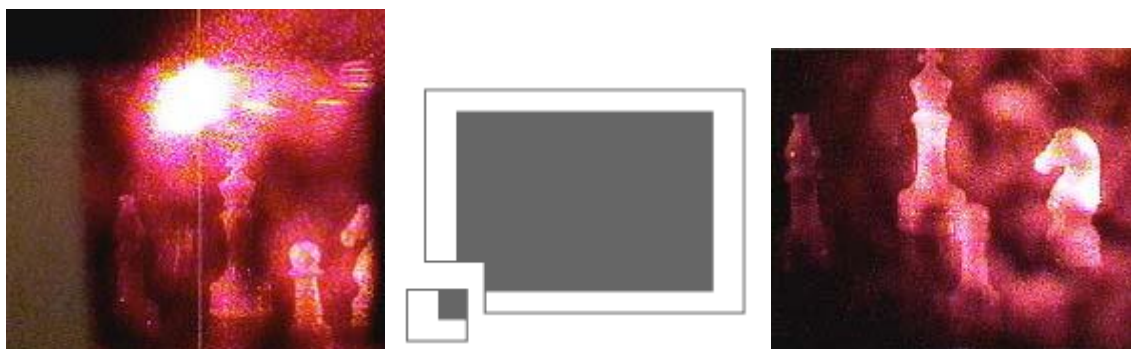


Рис. 2. Частинка голографічного запису містить інформацію (ліворуч), достатню для відтворення всього зображення (праворуч) (Hyperphysics, 2022)

Варто зазначити, що досі з фізичної технології створення голографічних записів і її зчитування у педагогіку запозичено тільки ту властивість голографічного зображення, що воно є об'ємним, повним відображенням об'єкта і можна досліджувати об'єкт з усіх боків при повороті голограми під іншим кутом зору. Проте існує ще одна корисна особливість носія голографічного зображення – будь-яка його частинка містить запис про увесь об'єкт, тобто втрата частини носія не призведе до втрати записаної інформації, як це відбувається у випадку фотографічного способу запису інформації (Рис. 2).

Використання голографічного підходу дозволяє накладати декілька інформаційних потоків, що якраз і потрібно при вивченні міждисциплінарних галузей знань. Задля формування стійкого об'ємного відображення необхідна певна узгодженість цих потоків (відповідність поняттю когерентності у фізиці). Така узгодженість може виникати за рахунок подачі усіх потоків інформації в однаковому ритмі, який можна задавати послідовністю тем та кількістю занять на тему.

Метою нашого дослідження була розробка навчального курсу Медична інформатика, в якому за допомогою голографічного підходу можна було б поглибити міждисциплінарну інтеграцію вказаної міждисциплінарної галузі знань задля підвищення мотивації вивчення цієї галузі знань студентами та розвитку в них осмисленого бачення способів використання здобутих знань, умінь та навичок в подальшому житті.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У процесі дослідження використовувались наступні методи: теоретичні (аналіз науково-методичної літератури для окреслення проблеми викладання міждисциплінарних галузей знань та, зокрема, інформаційних дисциплін в медичних закладах вищої освіти); емпіричні (спостереження, аналіз та систематизація).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Розроблено курс занять з медичної інформатики з використанням голографічного підходу.

Голографічний підхід використовувався багатократно. Перше використання відбувалось при формуванні структури курсу, під час якого зливались два потоки інформації – типові медичні проблеми обробки інформації та базові поняття інформатики, які потрібні для вирішення такого роду завдань. "Опорна хвиля" в нашому випадку є масивом знань медичного спрямування. "Предметом", багатогранне зображення якого ми отримуємо, є, власне, загальні поняття про обробку інформації та етапи цієї обробки. Елементи масиву з "опорної хвилі" (стрілка вгору на Рис.3) обробляються з точки зору базових понять інформатики – відповідний процес взаємодії опорної хвилі з об'єктом через відбивання (розсіювання) чи поглинання. Результатом такої обробки є "предметна хвиля", яка собою являє ті ж теоретичні відомості з "опорної хвилі", представлені мовою інформатики (у вигляді блок-схем, формул, логічних виразів, послідовності дій у відповідних середовищах обробки даних). В місці накладання "предметної хвилі" з "опорною хвилею" (стрілка вправо на Рис. 3) формується стійке уявлення щодо використання знань з інформатики для обробки медичних даних ("предметна хвиля") та щодо їх медичної інтерпретації (горизонтальна "опорна хвиля"). В результаті – курс є голографічним, який при "освітленні опорною хвилею" різноманітних медичних проблем обробки інформації утворює різноманітні відображення понять інформатики для вирішення вказаних медичних проблем.



Рис. 3. Побудова голограми курсу Медичної інформатики

Кожна тема курсу є частинкою голографічного запису, яка містить інтегровану інформацію і може бути незалежним носієм такої інформації. Проте, з додаванням до вже існуючого голографічного запису кожної наступної теми утворюється більш наповнене деталями відображення інтегрованої міждисциплінарної галузі знань (Рис.2).

Вторинне використання голографічного підходу відбувалось на кожному із занять при поясненні теми студентам. При цьому вже накладались дещо інші інформаційні потоки: інтегровані знання від викладача, які формувались при висвітленні способів використання знань з інформатики для розв'язування задач в медицині, та життєвий досвід студентів. В результаті в усіх студентів формується власне бачення міждисциплінарних зв'язків на основі здобутого життєвого досвіду, зокрема і здобутого на попередніх практичних заняттях з Медичної інформатики. Правильність розуміння студентами міждисциплінарних зв'язків перевірялись шляхом використання отриманих ними інтегрованих знань для вирішення інших типових завдань із масиву медичних завдань, який використано на всіх заняттях курсу (В голографії опромінення голограми опорною хвилею викликає відтворення записаного зображення об'єкту).

Оскільки в студентів 2-го року навчання зазвичай недостатньо особистого і професійного життєвого досвіду, то для розгляду на практичних заняттях завдань, близьких до професійного життя медиків, сформовано масив інформації медичного спрямування, який складається з бази даних уявних пацієнтів та набору теоретичних відомостей про медичні показники, симптоми хвороб та алгоритми лікування. База даних "Лікарня", яка імітує базу даних медичної установи, була створена в Google таблицях. База даних "Лікарня" містить інформацію про 450 віртуальних пацієнтів обох статей з різними діагнозами, що розподілені по чотирьох відділеннях – терапевтичне, хірургічне, інфекційне та гінекологічне. В базі

присутня інформація про різні показники пацієнтів – інструментальні (ріст, вага, температура, пульс, тиск, ЕКГ-дослідження), показники загального аналізу крові (еритроцити, гемоглобін), біохімічні (білірубін, креатинін, кортизол) тощо. Файл з теоретичними відомостями, який містить коротку медичну інформацію про кожен показник в базі даних та його нормальні значення для пацієнтів різної статі та віку, описи симптомів хвороб та алгоритмів дій у різних медичних ситуаціях, було створено у Google документах. Впродовж вивчення дисципліни студенти працювали з одним і тим же масивом інформації медичного спрямування, при цьому вивчаючи різні можливості інформаційних технологій для її обробки. Використання хмарних застосунків Google спростило спільний доступ усіх студентів до масиву інформації медичного спрямування. Особливо це зручно в режимі дистанційного навчання.



Рис. 4. Структура змістових модулів курсу

Первинне інтегроване знання формується під час вивчення теми, що присвячена алгоритмізації медичних задач. На першому занятті з медичної інформатики студенти знайомляться з базою даних "Лікарня". На цьому ж занятті студенти, використовуючи словесні описи в теоретичних відомостях, створюють блок-схеми алгоритмів для визначення відповідності нормі показників пацієнтів бази даних "Лікарня", призначення їм відповідної дози лікарських засобів, визначення локалізації гострого інфаркту міокарду, визначення серцево-судинного ризику за шкалою SCORE і т.ін. Наступна тема присвячена формалізації медичних задач. На цьому занятті студенти, знову ж таки, використовуючи файл "Теоретичні відомості", перетворюють словесні вирази щодо симптоматики різноманітних хвороб в логічні вирази за правилами математичної логіки, що важливо для уміння будувати формули в наступних темах. Оскільки це перші заняття, то особистого досвіду в студентів ще немає і його ролі виступають відомості з файлу "Теоретичні відомості".



Рис. 5. Голографічний запис тем Змістового модуля 1 (ліворуч) та відтворення, перевірка умінь (праворуч)

Переважна більшість занять другого змістового модулю присвячена роботі з табличними процесорами. На перших заняттях студенти вивчають інтерфейс Google таблиць та опановують основні функції табличного процесора. При побудові функцій використовуються вже здобуті інтегровані знання про логічні вирази і способи їх побудови із словесних описів умов медичної задачі, а також поняття послідовності дії в алгоритмі при побудові вкладених функцій. Тут "опорною хвилею" вже виступає не тільки масив медичних знань з "Теоретичних відомостей", а й голографічна побудова інтегрованих знань з попередніх занять. Побудова голографічної проекції студентами відбувається при накладанні попередньої інформації на нові задачі з тими ж медичними даними. За допомогою бази даних "Лікарня" студенти освоюють як сортувати дані, як за допомогою фільтра знаходити необхідну їм інформацію, як застосовувати умовне форматування для візуалізації інформації про пацієнтів. Для опанування функціями електронних таблиць студентам пропонується визначити кількість в базі хворих з високою температурою, середній вік пацієнтів з гіпертонією, індекс маси тіла пацієнтів та ступінь ожиріння відповідно до отриманих результатів. Вивчення математичних функцій також відбувається з використанням даних з бази "Лікарня".



Рис. 6. Голографічний запис (ліворуч) і відтворення (праворуч) інтегрованих знань із залученням особистого досвіду студентів в опорній хвилі при освоєнні тем наступних змістових модулів курсу

В третьому змістовому модулі завдання стають складніші. На основі раніше здобутих інтегрованих знань про основи роботи з табличними процесорами, а також про побудову простих і вкладених функцій студенти формують інтегроване уявлення про моделювання медико-біологічних процесів, про етапи побудови клінічних систем підтримки прийняття рішень. Студенти створюють системи підтримки прийняття рішень для визначення післяопераційного ризику, серцево-судинного ризику, локалізації гострого інфаркту міокарду для пацієнтів бази даних "Лікарня" з використанням алгоритмів, розроблених на першому занятті.

На заняттях четвертого змістового модулю на основі здобутих інтегрованих знань про побудову формул в табличних процесорах та способи візуалізації результатів обробки даних студенти вивчають основи статистичного аналізу медичних даних. З бази даних "Лікарня" студенти формують вибірові сукупності, знаходять їх статистичні показники, перевіряють розподіли отриманих вибірок на нормальність, застосовують статистичні тести для перевірки гіпотез.

В останньому змістовому модулі студенти вивчають можливості використання всіх раніше здобутих інтегрованих знань щодо створення формул чи типових алгоритмів обробки та візуалізації медичних даних до величезних потоків типізованих даних за допомогою Google Data Studio, для чого інформація з бази даних "Лікарня" експортується в Google Data Studio. Можливості створення різноманітних звітів з візуалізацією даних за допомогою діаграм, динамічних рядів та картограм студенти опановують на вже звичній для них базі даних із залученням вже відомих медичних знань з файлу "Теоретичні відомості".

Розглянемо використання голографічного підходу на прикладі. У файлі «Теоретичні відомості» зокрема міститься інформація про Швидкість клубочкової фільтрації (ШКФ):

- формула для обчислення ШКФ за значенням креатиніну, віку та статі пацієнта;
- класифікація стадій хронічних захворювань нирок за значенням ШКФ
- корекція дози деяких гіпотензивних препаратів у хворих із хронічними захворюваннями нирок залежно від значення ШКФ.

В кожному змістовому модулі наявні завдання, що стосуються ШКФ. З кожним наступним змістовим модулем завдання ускладнюються і вимагають знань з попередніх змістових модулів.

Завдання змістового модулю 1. Побудувати алгоритм для визначення стадії хронічних захворювань нирок за значенням ШКФ та корекції дози Бензиприлу. Використовуючи дані таблиці корекції дози гіпотензивних препаратів у файлі «Теоретичні відомості», студенти будують блок-схему алгоритму корекції дози Бензиприлу

Завдання змістового модулю 2. Визначити швидкість клубочкової фільтрації у пацієнтів терапевтичного відділення. Для виконання цього завдання студентам необхідно застосувати фільтр для пацієнтів бази даних "Лікарня" і відібрати тільки тих, що знаходяться в терапевтичному відділенні. Далі за допомогою формули з файлу "Теоретичні відомості" побудувати математичний вираз для визначення ШКФ, використовуючи відомості про стать, вік та креатинін пацієнтів бази даних "Лікарня".

Завдання змістового модулю 3. Визначити корекцію дози Бензиприлу за значенням ШКФ для хворих з діагнозом гіпертонія. Для виконання цього завдання студентам необхідно за допомогою фільтру відібрати з бази даних "Лікарня" пацієнтів з діагнозом гіпертонія та побудувати логічний вираз для корекції дози Бензиприлу на основі алгоритму, побудованому у змістовому модулі 1 та значенням ШКФ, знайденому за формулою, отриманою у змістовому модулі 2.

Завдання змістового модулю 4. Перевірити гіпотезу про рівність ШКФ пацієнтів хірургічного відділення з різними діагнозами. Для виконання цього завдання студентам необхідно за допомогою фільтру відібрати пацієнтів хірургічного відділення та відсортувати їх за діагнозами. Для відібраних пацієнтів застосувати формулу для обчислення ШКФ зі змістового модуля 2. Сформулювати вибірки значень ШКФ за діагнозами, перевірити розподіли вибірок на нормальність, та в залежності від отриманого результату, застосувати дисперсійний аналіз Фішера або критерій Краскела-Уолліса для перевірки нульової гіпотези.

Завдання змістового модулю 5. Візуалізувати кількість хворих з різними стадіями хронічних захворювань нирок за значенням ШКФ. Для виконання цього завдання у звіті, створеному за даними бази "Лікарня", на основі

інформації з файлу "Теоретичні відомості", використовуючи формули та алгоритми, побудовані у попередніх змістових модулях, студентам необхідно створити нове поле бази даних, в якому визначати ШКФ для усіх хворих. Після цього створити ще одне поле, в якому, використовуючи щойно отримані значення ШКФ, визначити стадію хронічних захворювань нирок. Після чого візуально відобразити отриману інформацію, наприклад, за допомогою кругової діаграми.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Задля поглиблення міжпредметної інтеграції використаний голографічний підхід. В рамках цього підходу знання з медицини та інформатики формують "опорну" та "предметну" хвилі відповідно. В результаті накладання цих двох хвиль формується об'ємне бачення міжпредметних зв'язків при викладанні дисципліни Медична Інформатика студентам спеціальності Медицина. Студенти працюють з одним масивом інформації медичного спрямування, при цьому вивчаючи різні можливості інформаційних технологій для її обробки. Запропонований підхід дає можливість підвищити мотивацію студентів для вивчення дисципліни Медична інформатика.

Кафедрою було створено аналогічний курс для студентів спеціальності медична психологія, в якому студенти опановують навчальний матеріал на прикладі психологічних тестів (Іванчук & Кульчинський, 2020), крім того планується розробка подібних курсів для студентів інших спеціальностей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Blanche, P. A. (2019). *Optical holography: Materials, theory and applications*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2017-0-03402-X>
2. Denisjuk, Y. (1962). Photographic reconstruction of the optical properties of an object in its own scattered radiation field, *Soviet Physics-Doklady*, 7, 543-545.
3. Gabor, D. (1948). A New Microscopic Principle. *Nature* 161, 777-778 <https://doi.org/10.1038/161777a0>
4. *Handbook of optical holography* by H. J. Caulfield (1979). ed. Academic Press, New York, NY, U.S.A. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/optmod/holog.html#c1>
5. Hariharan, P. (1996). *Optical Holography: Principles, techniques, and applications* (Second Edition), Cambridge University.
6. Leith, N., & Upatnieks, J. (1962). Reconstructed wavefronts and communication theory, *Journal of the Optical Society of America*, 52 (10), 1123-1130.
7. Toal, V. (2011). *Introduction to Holography* (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b11706>
8. Белкин, А.С., & Жукова, Н.К. (1999). *Витагенное образование. Голографический подход*. Екатеринбург: Изд-во УГПУ.
9. Гонтова, Л. В. (2020). *Формування соціокультурної компетентності учнів 5–9-х класів загальноосвітніх навчальних закладів у процесі вивчення художньої культури*. [Дис. канд. пед. наук, Інститут проблем виховання НАПН України, Київ].
10. Добровольська, А.М. (2018). Дослідження професійної мотивації майбутніх провізорів у процесі формування ІТ-компетентності. *Фізико-математична освіта*, 4(18), 45-54. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2018-018-4-007>.
11. Іванчук, М.А., & Кульчинський, В.В. (2020). Проблема узгодження інформаційної пари викладач-студент: особливості вивчення курсу «Інформаційні технології в медицині» студентами спеціальності «Медична психологія». *Фізико-математична освіта*, 3 (25), 50-55. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-025-3-025>.
12. Менегетти, А. (1993). *Онтопсихологическая педагогика*. Москва.
13. Пайкуш, М. (2018). Особливості використання інформаційно-комунікаційних технологій у професійно-практичній підготовці майбутнього лікаря. *Нова педагогічна думка*, 2 (94), 56-60.
14. Пудова, С.С., & Казакова, О.В. (2019) Використання професійно-орієнтованих завдань на заняттях з медичної інформатики при вивченні експертних систем студентами-стоматологами. *Фізико-математична освіта*, 1(19), 177-183. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2019-019-1-028>.
15. Саєнко, М.С., & Мороховець, Г.Ю. (2018). Використання інформаційно-комунікаційних технологій у майбутній професійній діяльності в процесі вивчення медичної інформатики. *Імідж сучасного педагога*, 3 (180), 18-21.
16. Січкоріз, О.Є., Лотоцька, Л.Б., & Колач, Т.С. (2019). Медична інформатика як перспективна складова вищої медичної освіти. *Медична освіта*, 3, 91-95. <https://doi.org/10.11603/me.2414-5998.2019.3.10486>

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Blanche, P. A. (2019). *Optical holography: Materials, theory and applications*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2017-0-03402-X>
2. Denisjuk, Y. (1962). Photographic reconstruction of the optical properties of an object in its own scattered radiation field, *Soviet Physics-Doklady*, 7, 543-545.
3. Gabor, D. (1948). A New Microscopic Principle. *Nature* 161, 777-778 <https://doi.org/10.1038/161777a0>
4. *Handbook of optical holography* by H. J. Caulfield (1979). ed. Academic Press, New York, NY, U.S.A. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/optmod/holog.html#c1>
5. Hariharan, P. (1996). *Optical Holography: Principles, techniques, and applications* (Second Edition), Cambridge University.
6. Leith, N., & Upatnieks, J. (1962). Reconstructed wavefronts and communication theory, *Journal of the Optical Society of America*, 52 (10), 1123-1130.
7. Toal, V. (2011). *Introduction to Holography* (1st ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b11706>
8. Belkin, A.S., & Zukove, N.K. (1999). *Vytahennoe obrazovanye. Holohrafychesky podkhod [Vitageneic education. Holographic approach]*. Ekaterynburh. (in Russian).
9. Gontova, L.V. (2020). *Formuvannia sotsiokulturnoi kompetentnosti uchniv 5–9-kh klasiv zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv u protsesi vyvchennia khudozhnoi kultury [Formation of socio-cultural competence of students of 5-9 grades of secondary schools in the process of studying art culture]*. [PhD dissertetion, Institute of Problems of Education of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, Kyiv] (in Ukrainian).
10. Dobrovolska, A.M. (2018). Doslidzhennia profesiinoi motyvatsii maibutnikh provizoriv u protsesi formuvannia IT-kompetentnosti [Research of professional motivation of future pharmacists in the process of formation of IT competence] *Fizyko-matematychna osvita – Physical and mathematical education*, 4(18), 45-54. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2018-018-4-007>. (in Ukrainian).
11. Ivanchuk, M.A., & Kulchynsky, V.V. (2020). Problema uzghodzhennia informatsiinoi pary vykladach-student: osoblyvosti vyvchennia kursu «Informatsiini tekhnolohii v medytsyni» studentamy spetsialnosti «Medychna psykholohiia» [The problem of coordination of the information pair teacher-student: features of studying the discipline "Information technologies in medicine" for medical psychology students]. *Fizyko-*

- matematychna osvita – Physical and mathematical education*, 3 (25), 50-55. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-025-3-025>. (in Ukrainian).
12. Menegetti, A. (1993). *Ontopsykholohycheskaia pedahohyka [Ontopsychological pedagogy]*. Moscow. (in Russian).
 13. Paikush, M. (2018). Osoblyvosti vykorystannia informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii u profesiino-praktychnii pidhotovtsi maibutnoho likaria [Peculiarities of using information and communication technologies in professional and practical training of a future doctor]. *Nova pedahohichna dumka – New pedagogical thought*, 2 (94), 56-60. (in Ukrainian).
 14. Pudova, S.S., & Kazakova, O.V. (2019). Vykorystannia profesiino-orientovanykh zavdan na zaniattiakh z medychnoi informatyky pry vyvchenni ekspertnykh system studentamy-stomatolohamy [The use of professionally-oriented tasks in classes in medical informatics in the study of expert systems by dental students]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and mathematical education*, 1(19), 177-183. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2019-019-1-028>. (in Ukrainian).
 15. Saienko, M. S., & Morokhovets, H. Yu. (2018). Vykorystannia informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii u maibutnii profesiinii diialnosti v protsesi vyvchennia medychnoi informatyky [The use of information and communication technologies in future professional activities in the process of studying medical informatics]. *Imidzh suchasnoho pedahoha – The image of a modern teacher*, 3 (180), 18-21. (in Ukrainian).
 16. Sichkoriz, O. Y., Lototska, L. B., & Kolach, T. S. (2019). Medical informatics as a prospective component of higher medical education. *Medical education*, 2019, (3), 91–95. <https://doi.org/10.11603/me.2414-5998.2019.3.10486> (in Ukrainian).



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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видється з 2013.



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

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

DOI 10.31110/2413-1571-2022-035-3-005

УДК 378:[37.011.3-051:51]:[373.5.018.43:51]:159.955

ДОРОЖНЯ КАРТА РОЗРОБЛЕННЯ ОНЛАЙН-КУРСУ ДЛЯ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ МАГІСТРІВ

Руслан КАЛУГІН ✉

Криворізький державний педагогічний університет,
Кривий Ріг, Україна
kaluhin@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0001-8339-4428>

A ROADMAP FOR ONLINE COURSE DEVELOPMENT TO BLENDED LEARNING OF MASTER STUDENTS

Ruslan KALUHIN ✉

Kyryvi Rih State Pedagogical University,
Kyryvi Rih, Ukraine
kaluhin@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0001-8339-4428>

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Онлайн-освіта – один з трендів сучасності, що відкриває надширокі можливості для навчання упродовж життя. Основним концептом онлайн-освіти є онлайн-курс – цілісна навчальна одиниця, що характеризується завершеним набором мети, змісту, форм, методів і засобів навчання, функціонує на засадах відкритого чи частково відкритого інтернет-доступу і є основою для реалізації дистанційного та змішаного навчання. У цій статті здійснено спробу узагальнити послідовність дій, необхідних для розроблення авторського онлайн-курсу.

Матеріали і методи. Для узагальнення поглядів вітчизняних та зарубіжних учених щодо планування та розроблення онлайн-курсів використано загально-наукові методи. Задля опису одного з етапів розроблення онлайн-курсу та проектування його технологічної карти використано метод моделювання. Метод анкетування використано на етапі визначення очікувань від онлайн-курсу «Розвиток логічного мислення старшокласників у навчанні математики».

Результати. За результатами проведеного дослідження визначено послідовність дій, необхідних для створення якісного та ефективного онлайн-курсу. Обґрунтовано можливість впровадження онлайн-курсу як окремого виду самостійної роботи викладачів, опитувальник для слухачів курсу, які успішно завершують навчання на курсі. Відповідно до результатів анкетування за першим опитувальником визначено перелік тематичних напрямів і окремих фахових компетенцій, які могли б бути цікавими викладачам і студентам спеціальності 014 Середня освіта (Математика).

Висновки. Розроблена дорожня карта проілюстрована на прикладі курсу для фахової підготовки майбутніх учителів математики, проте може бути поширеною на онлайн-курс довільної тематичної спрямованості.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: онлайн-курс; навчальний контент; очікування від онлайн-курсу; показники якості онлайн-курсу; математична освіта; розвиток логічного мислення.

ABSTRACT

Formulation of the problem. Online education is one of the modern trends that opens up very wide opportunities for lifelong learning. The main concept of online education is an online course – a holistic learning unit characterized by a complete set of goals, content, forms, methods, and tools of learning, operates on the basis of open or partially open Internet access, and is the basis for distance and blended learning. This article attempts to summarize the sequence of actions required to develop an author's online course.

Materials and methods. General scientific methods were used to summarize the views of Ukrainian and foreign scientists on the planning and development of online courses. The modeling method was used to describe one of the stages of developing an online course and designing its technological map. The questionnaire method was used at the stage of determining expectations from the online course "Development of logical thinking of high school students in mathematics."

Results. According to the results of the study, the sequence of actions required to create a quality and effective online course was determined. The possibility of introducing an online course as a separate type of independent work for students is substantiated. Three questionnaires have been prepared to provide feedback to the target group of the future online course, namely: a questionnaire on course expectations, a questionnaire for teachers, and a questionnaire for students who successfully complete the course. According to the results of the survey, the first questionnaire identified a list of thematic areas and individual professional competencies that could be of interest to teachers and students majoring in 014 Secondary Education (Mathematics).

Conclusions. The developed roadmap is illustrated by the example of a course for professional training of future mathematics teachers but can be extended to an online course of any thematic focus.

KEYWORDS: online course; educational content; expectations from the online course; online course quality indicators; mathematical education; development of logical thinking.

ВСТУП

Постановка проблеми. Нині триває епоха цифровізації освіти: Інтернет та інформаційно-комунікаційні технології без перебільшення стали рушієм якісних змін в системі освіти, визначаючи нові підходи до розроблення форм, методів і засобів навчання. Віддалена співпраця вчителя і учня, викладача і студента, встановлення гнучкого графіку занять та вільний вибір місця для навчання – лише деякі з надшироких можливостей сьогодення, які варто використовувати з максимальною користю.

Онлайн-освіта поступово стає звичним явищем у вітчизняному освітньому просторі, головне – в системі вищої освіти. Свідченням цього є неабияка популярність масових відкритих онлайн-курсів всесвітньовідомих університетів,

Для цитування:

Калугін Р. Дорожня карта розроблення онлайн-курсу для змішаного навчання магістрів. *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 35. № 3. С. 33-40. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-035-3-005

Калугін, Р. (2022). Дорожня карта розроблення онлайн-курсу для змішаного навчання магістрів. *Фізико-математична освіта*, 35(3), 33-40. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-005>

For citation:

Kaluhin, R. (2022). A roadmap for online course development to blended learning of master students. *Physical and Mathematical Education*, 35(3), 33-40. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-005>

Kaluhin, R. (2022). Dorozhnia karta rozroblennia onlain-kursu dla zmishanoho navchannia mahistriv [A roadmap for online course development to blended learning of master students]. *Fiziko-matematichna osvita – Physical and Mathematical Education*, 35(3), 33-40. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-005>

розміщених, зокрема, і на вітчизняних онлайн-платформах, упровадження у практику закладів вищої освіти технологій дистанційного та змішаного навчання. Такий стан справ вимагає від сучасного викладача високої інформаційної культури, готовності до розроблення авторських онлайн-курсів, завданнями яких є ефективне навчання студентів та їх конкурентоспроможність на ринку праці, накопичення передового педагогічного досвіду, формування іміджу університету, створення університетських наукових шкіл тощо. Проектування курсу і розроблення плану щодо його створення і наповнення потребують особливої уваги, оскільки визначають його подальшу результативність.

Аналіз актуальних досліджень. Проблемі впровадження в освітній процес ЗВО присвячено чимало праць вітчизняних та зарубіжних дослідників. Аналіз наукових джерел свідчить про різносторонність дослідження онлайн-курсів. Так, S. Baldwin et al. (2019) вивчають особливості проектування та дизайну онлайн-курсу, A. Guerrero-Roldán та I. Noguera (2018), M. Hosseini et al. (2021) – оцінювання компетентностей студентів, здобутих на онлайн-курсі, M. Puzifferro та K. Shelton (2009), S. McGahan et al. (2015) – моделювання онлайн-курсу, визначення його змістового наповнення та вибору відповідних педагогічних інструментів та інформаційних технологій.

Останнім часом спостерігається помітна активізація наукових пошуків щодо розроблення онлайн-курсів в українському освітньому просторі. Так, у напрацюваннях В. Кухаренка (2019а) визначено особливості дистанційного та змішаного навчання студентів, сформульовано загальні вимоги до онлайн-курсів. Колектив дослідників, що представляють громадську організацію “Smart Maths”, комплексно досліджує феномен онлайн-курсів, розробляючи не лише теоретичні та практичні засади організації навчання на онлайн-курсах, а й презентуючи авторські онлайн-курси для фахової підготовки студентів математичних спеціальностей (Vlasenko et al., 2020; Лов’янова та ін., 2018; *Викладачу математики вищої школи*, б. д.).

Отже, проблема впровадження онлайн-курсів набуває свого розв’язання як в загальних рисах, так і в царині математичної освіти зокрема. **Метою** статті є визначення послідовності дій щодо розроблення онлайн-курсу як елемента змішаного навчання магістрів.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У статті використані загальнонаукові методи для узагальнення поглядів сучасних вчених щодо процедури створення онлайн-курсу. Окрім того, в дослідженні використано метод моделювання – аби описати теоретичну модель спроектованого онлайн-курсу, та метод анкетування – задля визначення очікувань від онлайн-курсу запропонованої тематики.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Визначимо послідовність дій, яка відповідає процедурі створення якісного онлайн-курсу, і розглянемо детально кожен етап на прикладі створення онлайн-курсу «Розвиток логічного мислення старшокласників у навчанні математики» для магістрів спеціальності 014 Середня освіта (Математика).

Перший (підготовчий) етап – узгодження загальної концепції онлайн-курсу та з’ясування можливості його включення у робочу програму однієї з дисциплін навчального плану здобувачів освіти. Реалізація цього етапу передбачає: 1) аналіз освітньо-професійних програм підготовки вчителів математики для розроблення переліку фахових компетентностей, які буде формувати чи розвивати навчання на онлайн-курсі; 2) консультацію з науково-педагогічними працівниками кафедри, на базі якої буде апробовано курс; 3) опитування цільової групи щодо очікувань від курсу.

Створення будь-якого онлайн-курсу бере початок із проектування його загальної концепції. Очевидно, що розроблення онлайн-курсу для студентів вимагає, перш за все, аналізу відповідних освітньо-професійних програм. Аби виробити власну систему компетентностей, на яку буде спрямований авторський курс, ми здійснили аналіз освітніх програм університетів, у яких здійснюється підготовка магістрів спеціальності 014 Середня освіта (Математика).

Щоб «звалище ідей» перетворити на якісний та ефективний продукт, автори онлайн-курсу «Як створити масовий відкритий онлайн-курс» (2016) на стадії проектування курсу радять провести опитування. Також у цьому переконані і члени ініціативної групи громадської асоціації “Smart Maths”, які розробляють курси на платформі «Викладачу математики вищої школи» (Vlasenko et al., 2019). Зокрема, на етапі планування курсу вони радять визначати очікування майбутніх користувачів курсів засобами онлайн-анкетування, залучати студентів до визначення актуальних для вивчення тем та бажаних навичок і компетентностей. Ми дотримуємося тієї точки зору, що обговорення концепції майбутнього онлайн-курсу дозволяє створити максимально релевантний продукт, мимоволі анонсує його, підвищуючи зацікавленість студентів до навчання онлайн. А тому пропонуємо на першому етапі універсальний опитувальник для викладачів, які планують розробити онлайн-курс (<https://forms.gle/rxgY3F4i9o9Rjuxr6>), та опитувальник для студентів (на прикладі онлайн-курсу запропонованої тематики) щодо очікувань від курсу (<https://forms.gle/m1DLGaU6Z9dzRxgE8>).

За результатами опитування щодо очікувань від курсу згаданої тематики, у якому взяли участь 50 осіб (з них 28 – викладачі ЗВО, 14 – студенти магістратури, 8 – вчителі ЗЗСО), найбільше респонденти зацікавлені у вивченні тем, що стосуватимуться розв’язування олімпіадних задач (22 учасники опитування оцінюють відповідну компетентність не вище середнього рівня), розв’язування завдань з параметрами (17 опитаних), доведення математичних тверджень (16 опитаних). Учасники опитування мали можливість доповнити запропонований орієнтовний перелік компетентностей, на розвиток яких спрямований курс, власними очікуваннями і побажаннями (див. рис. 1).

Другий етап (моделювання) – розроблення моделі курсу з переліком видів контенту, які він міститиме, відповідно до рекомендацій експертів і очікувань цільової групи проекту. За результатами проведеного опитування виявлено такі бажані форми роботи на курсі: участь у вебінарах та майстер-класах з проведення уроків математики (30 учасників), самостійне ознайомлення із готовим навчальним матеріалом з подальшим обговоренням (26 учасників), підготовка індивідуального е-портфоліо для використання в майбутній професійній діяльності (23 учасники), участь у наукових конференціях з методики навчання математики (19 учасників), розроблення і захист навчальних проєктів (14 учасників).



Рис. 1. Хмара слів для візуалізації очікувань від онлайн-курсу

Теоретична модель онлайн-курсу може бути представлена через висвітлення задуму курсу, опис джерельної бази, необхідного дидактичного, методичного і програмного забезпечення, окреслення тем і завдань курсу. Цю узагальнену модель можна використовувати для фахової підготовки спеціалістів будь-якої спеціальності.

Корисним надбанням дослідження (Lovianova et al., 2020) вважаємо таку теоретичну модель онлайн-курсу, що містить методичну систему (сукупність змісту, методів, форм і засобів навчання), перелік технологій навчального середовища (наприклад, використання хмарних технологій та впровадження навчальних проєктів) та компоненти професійної підготовки (мотиваційно-ціннісний, операційно-діяльнісний, контроль-корекційний).

Технологічну складову моделі онлайн-курсу становлять ті інформаційні технології, що входять до персонального електронного середовища його розробника. Ця думка узгоджується із результатами дослідження (Vlasenko et al., 2020), автори якого класифікують програмне забезпечення загального та спеціального призначення за видами діяльності викладача математики, зокрема: засоби для організації освітнього процесу, аналізу та статистичної обробки інформації, хмарних обчислень, пошуку інформації, комунікації та взаємодії онлайн тощо.

Отож, модель майбутнього онлайн-курсу заявленої тематики коротко можна описати так. Стрижнем курсу «Розвиток логічного мислення старшокласників у навчанні математики» є ідея навчити студентів розвивати логічне мислення школярів на уроках математики, зокрема через задачний підхід навчання, сформулювати в них компетентність будувати ланцюжок логічних міркувань у процесі розв'язування задач, а також здійснювати в майбутньому евристичну діяльність задля вироблення таких умінь у своїх учнів. Методична площина моделі онлайн-курсу збігається із методичним забезпеченням викладання фахової дисципліни «Методика навчання математики у профільній школі». Зважаючи на специфіку предмету цього онлайн-курсу, традиційний для викладача пакет інформаційних технологій доповнюємо онлайн-сервісами для створення електронних освітніх ресурсів з елементами доповненої реальності, авторськими програмними розробками та евристико-дидактичними конструкціями. Мотиваційно-ціннісний, операційно-діяльнісний, контроль-корекційний компоненти моделі онлайн-курсу будуть узгоджені із системою фахових компетентностей, які розвиватиме курс, із тестовими, практичними та творчими завданнями.

Третій етап (планування) – визначення тематичних напрямів майбутнього онлайн-курсу. На цьому ж етапі буде створено промо-ролик курсу та опубліковано його на сайті закладу освіти та на сторінках у соціальних мережах задля привернення уваги потенційних слухачів курсу.

Технологічна карта, що презентує мету і завдання, теми та компетентності майбутнього онлайн-курсу, представлена на рис. 2.

Добір тематичних напрямів майбутнього онлайн-курсу відбувався за таким планом: (1) визначення тематики курсу; (2) визначення результатів навчання, які можна виміряти чи оцінити; (3) розбиття інформації на блоки (розділи, теми, модулі тощо); (4) врахування очікувань студентів; (5) планування взаємодії на курсі; (6) рубрикація завдань; (7) вибір форм представлення контенту; (8) організація зворотного зв'язку; (9) добір засобів для вимірювання результатів. Розробляючи такий план ми спиралися на дослідження (Bidyuk et al., 2018).

Система компетентностей, обраних відповідно до програми відповідного курсу та з урахуванням запитів потенційних слухачів, становить базис програми курсу. В. Кухаренко (2019b) зазначає, що розробляючи курс, необхідно передбачити різні сценарії його вивчення, зважаючи на вид навчання на курсі (дистанційне чи змішане), рівень підготовки студентів тощо.

Четвертий етап (розроблення) – написання сценаріїв лекцій, розроблення наочностей, необхідних для запису лекцій (презентації, рисунки, моделі фігур тощо), а також підготовка контенту онлайн-курсу:

- тестових завдань за матеріалами лекцій;
- практичних (творчих) завдань;
- загальних принципів оцінювання під час навчання на курсі;
- вимог для отримання сертифікату;
- дискусійних тем для обговорення на форумі курсу.



Рис. 2. Технологічна карта онлайн-курсу

Не менш важливою є форма подання навчальних матеріалів онлайн-курсу. Доречним є використання таблиць, схем, графіків, наведення відповідних прикладів та інших наочностей. Аналіз праць (Cuesta, 2010), (Quality Matters: A Guide to Online Course Development Standards, n. d.), (McGahan, 2015) підтвердив нашу думку про те, що ознакою якісного онлайн-курсу є наявність глосарію та допоміжних матеріалів, доступних в окремих документах чи за робочими покликаннями.

Ми підтримуємо позицію авторів статті (McGahan, 2015), які наголошують на важливості розробки методичних вимог до навчального контенту як інструменту оцінки його якості. Напрацювання, представлені в (Vlasenko et al., 2020), підтверджують слушність подання текстового навчального матеріалу у форматі PDF: з цим типом файлів зручно працювати на будь-якому пристрої (комп'ютері, планшеті чи смартфоні), до того ж у PDF документі не спотворюються таблиці і формули, як це інколи буває під час перегляду текстових документів інших форматів; окрім того, формат PDF є оптимальним для відображення у браузері. За необхідності документ завжди можна зберегти на диску комп'ютера чи роздрукувати, тому доречними будуть заголовки тексту, відповідним чином оформлені заголовки пунктів і підпунктів, вказівка на тему курсу, якої стосується матеріал, нумерація сторінок, список використаних джерел тощо. Для ефективної роботи з документами онлайн-курсу фахівці радять також позначати їх брендовим логотипом (Vlasenko et al., 2020).

Оскільки онлайн-курс є індикатором фаховості його авторів, на етапі розроблення курсу вкрай важливими є скрупульозна перевірка усіх матеріалів, неухильне дотримання норм академічної доброчесності та попередня апробація.

У залежності від тематичної спрямованості контент онлайн-курсу може бути представлений не лише у вигляді текстових документів, а й у формі відео-лекцій. Ця ідея узгоджується з напрацюваннями В. Кухаренка (2019а; Про створення дистанційного курсу, 2019), який радить подавати такий матеріал дозовано, тривалістю до 6 хвилин, з обов'язковим виокремленням контрольних питань для рефлексії щодо засвоєння текстового матеріалу та відео-лекції. Беремо до уваги і матеріал (Are Video Lectures effective in Online Courses?, 2012), в якому подано думки слухачів онлайн-курсів щодо включення відео в онлайн-курс. Так, студенти схвально оцінюють наявність в курсі коротких (до 2 хв.) відео-оглядів (анонсів) до курсу чи окремих його тем, а також повноцінних відео-лекцій, представлених в записі, чи онлайн-лекцій в режимі реального часу.

Загальновідомо, що ефективність онлайн-курсу залежить від рівня навчальної мотивації слухачів. Окрім якісного змістового наповнення, цікавого та актуального для слухачів, слід пам'ятати про яскраву подачу матеріалів, тому наявність на сторінках курсу анімацій, відео, виносков та спливаючих підказок робить його не лише візуально привабливим, а й методично виваженим. Доцільність представлення навчального матеріалу в онлайн-курсі у різних формах обґрунтовано в (Puzziferro & Shelton, 2008).

Оскільки онлайн-курс – це не лише засіб для пасивного споглядання навчального матеріалу, а й своєрідний майданчик для спілкування між слухачами, між слухачами та викладачем (або його асистентами). Ми підтримуємо висновки М. Нїалмарсон (2017) про обов'язковість організації зворотного зв'язку задля обговорення проблемних чи дискусійних питань, групових чи індивідуальних онлайн-консультацій, своєчасного реагування на поточні недоліки чи несправності. Опцію зворотного зв'язку автори сучасних онлайн-курсів зазвичай реалізують за допомогою кількох тематичних форумів. Досвід Т. Мартін-Блас та А. Сєррано-Фєрнандєс (2009) свідчить про підвищення рівня засвоєння матеріалу у тих студентів, які активно користуються форумами на онлайн-курсі.

Онлайн-освіта має базуватися на принципі співпраці між учасниками освітнього процесу. Ми погоджуємось із І. Лов'яною та ін. (2018), які наголошують, що діалогічна взаємодія є ключовою при навчанні майбутніх фахівців, зокрема – вчителів математики. Цей ключовий принцип евристичного навчання може реалізуватися через проблемно-алгоритмічні підходи, творчі завдання, використання ІКТ, організацію евристичного діалогу – форми опосередкованого педагогічного управління саморозвитком студентів.

Оцінювання результатів навчання в онлайн-курсі – обов'язковий елемент його структури. Оцінювання може бути організоване у вигляді поточних тестових завдань з можливістю накопичення балів, що значно мотивує студентів, підсумкових завдань та кваліфікаційних робіт (проектів). При цьому розробник онлайн-курсу має подбати про наявність «банку тестових завдань» на курсі, щоб забезпечити варіативність представлення поточних та підсумкових перевірок завдань. Необхідність розроблення тестових завдань у обсязі, достатньому для протидії недоброчесній поведінці студентів у навчанні, узгоджується з результатами дослідження (Hosseini et al., 2021).

Одним зі стимулів до навчання на онлайн-курсі є можливість отримання сертифіката, що засвідчуватиме факт опанування курсом, тому вкрай важливо повідомити відповідні вимоги для досягнення цієї мети (наприклад, обов'язковість виконання усіх завдань, порога кількість балів для зарахування факту навчання на курсі тощо).

Перш ніж розробляти тестові й практичні завдання онлайн-курсу, формулювати загальну політику оцінювання знань на курсі, ми ознайомилися із порадами (Guerrero-Roldán & Noguera, 2018) щодо узгодження змісту навчальних активностей та загальною оцінкою за їх виконання із системою компетентностей, які формує курс. Так, у кожному із завдань онлайн-курсу будь-якого рівня складності бажано вказувати, на формування яких умінь і здатностей спрямоване це завдання. Це мотивує слухачів курсу і спрощує процедуру оцінки його якості загалом.

Система оцінювання має бути прозорою і зрозумілою для студентів. Традиційно максимальна кількість балів, яку можна отримати за результатами курсу, – 100. Якщо запланований онлайн-курс містить значний обсяг завдань, то виправданною є система переобліку набраних балів за шкалою 0–100 балів (наприклад, за допомогою вагових коефіцієнтів).

П'ятий етап (технічний) – запис і монтування відео-лекцій за розробленими сценаріями, оформлення чернетки курсу у вигляді архіву з папковою структурою, розміщення, дизайн і менеджмент онлайн-курсу на платформі.

Запорукою успішної роботи слухачів з онлайн-курсом є його презентація, наявність графіка навчання, зручний доступ до навчального контенту, струнка будова та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. У статті (Vlasenko et al., 2020) знаходимо критерії зручності освітньої платформи. Зміст кожного з них представлено у табл. 1.

Таблиця 1

Критерії зручності відкритої освітньої онлайн-платформи

Критерій	Засоби для досягнення критерію
Системна навігація	Основне та додаткове меню, розміщені у верхній частині кожної сторінки курсу; відображення для кожної сторінки «ланцюгової навігації»; наявність покликань безпосередньо у тексті.
Візуальний дизайн	Єдина колірна схема сторінок онлайн-курсу; загальна структура сторінок: верхній та нижній колонтитули, бічна панель та основна частина сторінки; особливий стиль відображення заголовків, підзаголовків, основного тексту та покликань.
Інструменти оцінювання	Наявність форм зворотного зв'язку щодо технічних та змістових питань; елементи тестування та опитування.
Адаптивність	Особливий вигляд елементів меню та бічної панелі на мобільних пристроях; автоматичне масштабування розміру тексту, заголовків, покликань та інших елементів інтерфейсу в залежності від пристрою, на якому відбуватиметься робота з онлайн-курсом.
Інтерактивність	Наявність форуму користувачів платформи; елемент завантаження файлів.

Очевидно, що онлайн-курс не є сталим освітнім продуктом, оскільки сам факт представлення навчального матеріалу в електронній формі уже передбачає можливість доопрацювання, вдосконалення, часткової переробки курсу. Ця обставина робить електронні освітні ресурси на порядок зручнішими і менш вартісними, аніж, скажімо, перевидавання друкованих підручників. Так, у процесі апробації щойно розробленого курсу, або й під час впровадження вже апробованого курсу, часто виникає об'єктивна потреба в оновленні тестових і практичних завдань, деталізації тієї чи тієї теми, усуненні виявлених технічних недоліків, змістових помилок і т. ін. Зрозуміло, що відповідальність за удосконалення онлайн-курсу несуть розробники курсу (або тьютори, яким делеговано такі повноваження).

У процесі навчання студентів на курсі освітнім процесом керують уповноважені для цього особи (наприклад, розробник курсу, викладач університету чи його асистент). При чому в обов'язки тьюторів входять: консультування студентів (відповідно до запитів чи за графіком – в залежності від типу курсу та завчасно визначених його загальних політик), участь в обговореннях на тематичному форумі курсу (тьютори курсу готують теми для обговорення та ініціюють дискусію, а також модерують обговорення питань, порушених слухачами онлайн-курсу); пропозиція критеріїв для взаємного оцінювання студентами своїх робіт; оцінювання якості виконаних студентами завдань, перевірку яких неможливо автоматизувати.

Не менш важливою є організація технічної підтримки онлайн-курсу. Обов'язковим елементом онлайн-курсу є робочі покликання для вирішення поточних питань щодо освітнього процесу, для подачі запиту на усунення технічних несправностей окремих елементів курсу. Зазвичай завдання технічної підтримки онлайн-курсу беруть на себе модератори освітньої платформи, на якій цей курс розміщено.

Шостий етап (апробаційний) – апробація розробленого курсу та введення його в постійне користування.

Окреслені п'ять етапів стосуються власне розроблення курсу, проте не менш важливим є етап апробації, який включає процедуру набору першої групи на курс, тьюторську підтримку слухачів курсу, вдосконалення курсу з урахуванням експертних відгуків і результатів опитування студентів, що успішно завершать курс, підготовку наукових публікацій за результатами впровадження курсу.

Ми погоджуємося з авторами онлайн-курсів одного з американських університетів (Baldwin & Ching, 2019), які наголошують на важливості проведення заключного етапу розроблення онлайн-курсу, що передбачає оцінку зручності подання матеріалів і навігації, видалення зайвої інформації, перевірку робочого стану наявних в курсі покликань, виправлення мовно-стилістичних недоліків, виявлених за результатами апробації розробленого курсу.

Незалежно від того, на якій освітній платформі розміщено курс, існують загальні вимоги до його оформлення та показники для оцінки його якості. З-поміж них виокремлюють такі показники як якість загальної структури онлайн-курсу, теоретичного матеріалу та практичних завдань, прозорість системи оцінювання ті ін. Оцінювання цих показників пропонуємо здійснити за допомогою універсального опитувальника для студентів щодо вражень від прослуханого курсу (<https://forms.gle/zSxyAWv74ITCggxz8>).

Відзначимо, що процес створення онлайн-курсу неможливий без своєчасного моніторингу за такими показниками: 1) масовість онлайн-курсу; 2) ергономічність онлайн-курсу; 3) ефективність онлайн-курсу.

Масовість онлайн-курсу визначатимемо за такими критеріями:

- кількість студентів, записаних на курс;

- географія студентської аудиторії;

- кількість студентів, які успішно опанують курс і виконають всі вимоги для отримання електронного сертифіката.

Ергономічність онлайн-курсу оцінюватимемо на основі результатів відповідного опитування слухачів курсу та відгуків експертів. Критерії цього показника такі:

- якість навчального матеріалу;

- система навігації;

- дизайн;

- система оцінювання;

- система інтерактивної взаємодії;

- адаптивність онлайн-курсу (Vlasenko, Volkov et al., 2020).

Зауважимо, що навчання на онлайн-курсі можна розглядати як окремий вид самостійної роботи студентів.

Так, відповідно до Закону України «Про вищу освіту» (2022), «освітній процес у закладах вищої освіти здійснюється за такими формами: 1) навчальні заняття; 2) самостійна робота; 3) практична підготовка; 4) контрольні заходи». Звернімо окрему увагу на такий формі освітнього процесу ЗВО як самостійна робота студентів.

У Положенні про організацію освітнього процесу в Криворізькому державному педагогічному університеті (2021) зазначено, що «самостійна робота студентів є основною формою оволодіння навчальним матеріалом у час, вільний від обов'язкових аудиторних навчальних занять». Окрім того, згідно з актуалізованим положенням «самостійна робота студента забезпечується системою навчально-методичних засобів, передбачених для вивчення конкретної навчальної дисципліни: підручники, навчальні та методичні посібники, конспект лекцій викладача, практикум тощо. Методичні матеріали для самостійної роботи студентів повинні передбачати можливість проведення самоконтролю з боку студента (тести, пакети контрольних завдань тощо). Для самостійної роботи студенту також рекомендується відповідна наукова та фахова монографічна література».

Беручи до уваги традиційне тлумачення самостійної роботи як діяльності, яку студент планує спільно з викладачем, але виконує без прямої участі викладача, а також вимоги до організації самостійної роботи, робимо висновок про можливість впровадження онлайн-курсів як виду самостійної роботи. В умовах стислого терміну підготовки магістри мають опанувати низку фахових дисциплін, підготувати кваліфікаційну роботу і пройти виробничу практику. Перевантаженість студентів часто викликана також і об'єктивною необхідністю працювати за фахом. За таких умов онлайн-курс може бути одним з варіантів інтенсифікації навчання та додаткової консультативної підтримки при підготовці магістрів.

Ефективність онлайн-курсу встановлюватимемо через оцінювання фахових компетентностей студентів, що опанують курс. Система фахових компетентностей, яка становитиме ядро курсу, містить такі складові: математичну, інформаційно-освітню, методичну, психолого-педагогічну, професійно-технологічну. Перші три можуть бути оцінені за якістю виконаних практичних (творчих) завдань до курсу, решта компетентностей – за результатами самооцінювання студентів і проходження ними виробничої педагогічної практики.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Послідовність дій, необхідних для створення онлайн-курсу умовно складається з шести етапів: підготовчий етап, етапи моделювання, планування, розроблення, технічний та апробаційний етапи. Ця послідовність може бути модифікованою, виходячи з досвіду роботи викладача, накопиченого матеріалу, специфіки навчальної дисципліни, очікувань від потенційних слухачів онлайн-курсу тощо.

Насамкінець зауважимо, що онлайн-курс може стати альтернативою для організації самостійної роботи магістрів, бо по-перше, міститиме професійно-орієнтовані завдання, по-друге, він буде оснащений форумом, який відкриває широкі можливості для групової роботи і консультування з боку викладача. Для цільової групи це буде не лише корисно з огляду на змістове наповнення курсу, а й зручно, особливо для тих, хто поєднує навчання з роботою в школі, бо навчатися на онлайн-курсі можна будь-коли і в будь-якому місці, де є доступ до мережі Інтернет.

Перспективи подальшого дослідження вбачаємо у використанні представленої дорожньої карти з метою розроблення онлайн-курсу для магістрів – майбутніх учителів математики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Morrison, D. (2012, July 13). *Are Video Lectures effective in Online Courses?* Online Learning Insights. <https://onlinelearninginsights.wordpress.com/2012/07/13/are-video-lectures-effective-in-online-courses/>
- Baldwin, S. J., & Ching, Y.-H. (2019). An online course design checklist: development and users' perceptions. *Journal of Computing in Higher Education*, 31(1), 156–172. <http://dx.doi.org/10.1007/s12528-018-9199-8>
- Bidyuk, N., Avshenyuk, N., Berezan, V., & Leshchenko, M. (2018). Foreign Experience and Ukrainian Realities of Mass Open Online Courses Use in International Education Area. *Information Technologies and Learning Tools*, 68(6), 262–277. <https://doi.org/10.33407/itlt.v68i6.2407>
- Cuesta, L. (2010). The Design and Development of Online Course Materials: Some Features and Recommendations. *Profile Issues in Teachers' Professional Development*, 12, 181–201. https://www.researchgate.net/publication/262441248_The_Design_and_Development_of_Online_Course_Materials_Some_Features_and_Recommendations
- Guerrero-Roldán, A.-E., & Noguera, I. (2018). A model for aligning assessment with competences and learning activities in online courses. *The Internet and Higher Education*, 38, 36–46. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2018.04.005>
- Hjalmarsen, M. (2017). Learning to teach mathematics specialists in a synchronous online course: a self-study. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 20, 281–301. <https://doi.org/10.1007/s10857-015-9323-x>
- Lovianova, I., Vlasenko, K., Sitak, I., Akulenko, I., & Kondratyeva, O. (2020). Model of the On-Line Course for Training Master Students Majoring in Mathematics for Teaching at University. *Universal Journal of Educational Research*, 8(9), 3883–3894. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080912>
- Mahsa Madani Hosseini, Gunawardena Egodawatte, & Nursel Selver Ruzgar. (2021). Online assessment in a business department during COVID-19: Challenges and practices. *The International Journal of Management Education*, 19, 100556. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2021.100556>
- Martin-Blas, T., & Serrano-Fernandez, A. (2009). The role of new technologies in the learning process: Moodle as a teaching tool in Physics. *Computers & Education*, 52, 35–44. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.06.005>
- McGahan, S., Jackson, C., & Premer, K. (2015). Online Course Quality Assurance: Development of a Quality Checklist. *InSight: A Journal of Scholarly Teaching*, 10, 126–140. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1074062.pdf>
- Puzziferro, M., & Shelton, K. (2008). *A model for developing high-quality online courses: integrating a systems approach with learning theory*, 12(3), 119–136. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ837519.pdf>
- Quality Matters: A Guide to Online Course Development Standards (n. d.). <https://apasseducation.com/education-blog/quality-matters-online-course-standards/>
- Vlasenko, K., Chumak, O., Achkan, V., Lovianova, I., & Kondratyeva, O. (2020). Personal e-learning environment of a mathematics teacher. *Universal Journal of Educational Research*, 8(8), 3527–3535. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080828>
- Vlasenko, K., Chumak, O., Lovianova, I., Kovalenko, D., & Volkova, N. (2020). Methodical requirements for training materials of on-line courses on the platform "Higher school mathematics teacher". *E3S Web of Conferences*, 166, 10011. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016610011>
- Vlasenko, K., Volkov, S., Sitak, I., Lovianova, I., & Bobylev, D. (2020). Usability analysis of on-line educational courses on the platform "Higher school mathematics teacher". *E3S Web of Conferences*, 166, 10012. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016610012>
- Громадська організація "Smart Maths" (б. д.). *Викладачу математики вищої школи*. <http://formathematics.com/>
- Закон України «Про вищу освіту» № 1556-VII (2022). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>
- Кухаренко, В. М. (2019). Тьютор дистанційного та змішаного навчання. Міленіум.
- Кухаренко, В. (2019). Про створення дистанційного курсу. *Комп'ютер у школі та сім'ї*, 4, 39–44.
- Лов'янова, І., Армаш, Т., Бобилев, Д., & Краснощок, А. (2018). Система Moodle як засіб підготовки фахівців соціально-економічних професій. *Новітні комп'ютерні технології*, 16, 194–204. http://elibrary.kdpu.edu.ua/jspui/bitstream/0564/2373/1/2018_4.pdf
- Положення про організацію освітнього процесу в Криворізькому державному педагогічному університеті (2021). <https://drive.google.com/file/d/1pqXnx3b5wVG1ko7W6tDqfHUS1Rt2FGxw/view>
- Prometheus (б. д.). *Як створити масовий відкритий онлайн-курс*. https://courses.prometheus.org.ua/courses/Prometheus/MOOC101/2016_T1/course/

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- Morrison, D. (2012, July 13). *Are Video Lectures effective in Online Courses?* Online Learning Insights. <https://onlinelearninginsights.wordpress.com/2012/07/13/are-video-lectures-effective-in-online-courses/>
- Baldwin, S. J., & Ching, Y.-H. (2019). An online course design checklist: development and users' perceptions. *Journal of Computing in Higher Education*, 31(1), 156–172. <http://dx.doi.org/10.1007/s12528-018-9199-8>
- Bidyuk, N., Avshenyuk, N., Berezan, V., & Leshchenko, M. (2018). Foreign Experience and Ukrainian Realities of Mass Open Online Courses Use in International Education Area. *Information Technologies and Learning Tools*, 68(6), 262–277. <https://doi.org/10.33407/itlt.v68i6.2407>
- Cuesta, L. (2010). The Design and Development of Online Course Materials: Some Features and Recommendations. *Profile Issues in Teachers' Professional Development*, 12, 181–201. https://www.researchgate.net/publication/262441248_The_Design_and_Development_of_Online_Course_Materials_Some_Features_and_Recommendations
- Guerrero-Roldán, A.-E., & Noguera, I. (2018). A model for aligning assessment with competences and learning activities in online courses. *The Internet and Higher Education*, 38, 36–46. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2018.04.005>
- Hjalmarsen, M. (2017). Learning to teach mathematics specialists in a synchronous online course: a self-study. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 20, 281–301. <https://doi.org/10.1007/s10857-015-9323-x>
- Lovianova, I., Vlasenko, K., Sitak, I., Akulenko, I., & Kondratyeva, O. (2020). Model of the On-Line Course for Training Master Students Majoring in Mathematics for Teaching at University. *Universal Journal of Educational Research*, 8(9), 3883–3894. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080912>
- Mahsa Madani Hosseini, Gunawardena Egodawatte, & Nursel Selver Ruzgar. (2021). Online assessment in a business department during COVID-19: Challenges and practices. *The International Journal of Management Education*, 19, 100556. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2021.100556>
- Martin-Blas, T., & Serrano-Fernandez, A. (2009). The role of new technologies in the learning process: Moodle as a teaching tool in Physics. *Computers & Education*, 52, 35–44. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.06.005>
- McGahan, S., Jackson, C., & Premer, K. (2015). Online Course Quality Assurance: Development of a Quality Checklist. *InSight: A Journal of Scholarly Teaching*, 10, 126–140. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1074062.pdf>

11. Puzziferro, M., & Shelton, K. (2008). *A model for developing high-quality online courses: integrating a systems approach with learning theory*, 12(3), 119–136. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ837519.pdf>
12. Quality Matters: A Guide to Online Course Development Standards (n. d.). <https://apasseducation.com/education-blog/quality-matters-online-course-standards/>
13. Vlasenko, K., Chumak, O., Achkan, V., Lovianova, I., & Kondratyeva, O. (2020). Personal e-learning environment of a mathematics teacher. *Universal Journal of Educational Research*, 8(8), 3527–3535. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080828>
14. Vlasenko, K., Chumak, O., Lovianova, I., Kovalenko, D., & Volkova, N. (2020). Methodical requirements for training materials of on-line courses on the platform “Higher school mathematics teacher”. *E3S Web of Conferences*, 166, 10011. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016610011>
15. Vlasenko, K., Volkov, S., Sitak, I., Lovianova, I., & Bobyliev, D. (2020). Usability analysis of on-line educational courses on the platform “Higher school mathematics teacher”. *E3S Web of Conferences*, 166, 10012. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016610012>
16. Hromadska orhanizatsiia “Smart Maths” (n.d.). *Vykladachu matematyky vyshchoi shkoly [High School Mathematics Teacher]*. URL: <http://formathematics.com/> (in Ukrainian).
17. Zakon Ukrainy «Pro vyshchu osvitu» № 1556-VII [Law of Ukraine “On Higher Education” № 1556-VII] (2022). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text> (in Ukrainian).
18. Kukharenko, V. M. (2019). *Tiutor dystantsiinoho ta zmishanoho navchannia [Tutor of distance and blended learning]*. Milenium. (in Ukrainian).
19. Kukharenko, V. M. (2019). Pro stvorennia dystantsiinoho kursu [About creating a distance course]. *Kompiuter u shkoli ta simi – Computer at school and family*, 4, 39–44. (in Ukrainian).
20. Lovianova, I., Armash, T., Bobyliev, D., & Krasnoshchok, A. (2018). Systema Moodle yak zasib pidhotovky fakhivtsiv sotsionomichnykh profesii [Moodle system as a means of training specialists in socioeconomic professions]. *Novitni kompiuterni tekhnologii – New computer technology*, 16, 194–204. http://elibrary.kdpu.edu.ua/jspui/bitstream/0564/2373/1/2018_4.pdf (in Ukrainian).
21. Polozhennia pro orhanizatsiiu osvithnoho protsesu v Kryvorizkomu derzhavnomu pedahohichnomu universyteti [Regulations on the organization of the educational process in Kryvyi Rih State Pedagogical University] (2021). <https://drive.google.com/file/d/1pqXnx3b5wVG1ko7W6tDqfHUS1Rt2FGxw/view> (in Ukrainian).
22. Prometheus (n. d.). *Yak stvoryty masovyi vidkrytyi onlain-kurs [How to create a massive open online course]*. https://courses.prometheus.org.ua/courses/Prometheus/MOOC101/2016_T1/course/ (in Ukrainian).



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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.



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

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

DOI 10.31110/2413-1571-2022-035-3-006

УДК 378:[004:61]

КОМП'ЮТЕРНЕ ТЕСТУВАННЯ В СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ УСПІШНОСТІ МАЙБУТНІХ МАГІСТРІВ М(Ф)ЗВО

Юрій КУЧИН

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця,
Київ, Україна
kuchyn2@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9667-1911>

Олег ВЛАСЕНКО

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця,
Київ, Україна
omv13@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0002-0979-851X>

Інна КУЧЕРЕНКО

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця,
Київ, Україна
innanmu2018@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0734-6544>

Павло МИКИТЕНКО ✉

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця,
Київ, Україна
mikitenko_p@npu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0003-1188-4334>

COMPUTER TESTING IN THE SYSTEM SUCCESS MONITORING OF FUTURE MASTERS (M(P)HEI)

Yuriy KUCHYN

Bogomolets National Medical University,
Kyiv, Ukraine
kuchyn2@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9667-1911>

Oleg VLASENKO

Bogomolets National Medical University,
Kyiv, Ukraine
omv13@ukr.net
<https://orcid.org/0000-0002-0979-851X>

Inna KUCHERENKO

Bogomolets National Medical University,
Kyiv, Ukraine
innanmu2018@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0734-6544>

Pavlo MIKITENKO ✉

Bogomolets National Medical University,
Kyiv, Ukraine
mikitenko_p@npu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0003-1188-4334>

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. У статті наведено результати наукового дослідження з питань функціонування системи моніторингу успішності майбутніх магістрів медичних (фармацевтичних) закладів вищої освіти (М(Ф)ЗВО). Одним з елементів системи моніторингу успішності є ректорський зріз знань студентів з дисциплін, які входять в єдиний державний кваліфікаційний іспит (ЄДКІ).

Матеріали і методи. Для виконання поставлених завдань дослідження було використано комплекс наукових методів досліджень, а саме: бібліосемантичний метод, метод системного аналізу, тестування майбутніх магістрів М(Ф)ЗВО на платформі дистанційного навчання LIKAR_NMU, статистичні методи, аналіз статистичних даних у досліджуваних групах, визначення надійності тестів (альфа Кронбаха), складності та індексу дискримінації тестових завдань.

Результати. За результатами онлайн тестування визначалися показники абсолютної та якісної успішності майбутніх магістрів М(Ф)ЗВО. Здійснено комплексну експертизу якості тестових завдань після проведення ректорського зрізу, що дає змогу поліпшити якість тестових матеріалів і сформулювати банк стандартизованих тестових завдань та тестів. Зокрема, визначено критерії надійності тестів за допомогою коефіцієнту альфа Кронбаха, що дало підстави констатувати «високу» й «дуже високу» надійність тестів. Проведено психометричний аналіз тестових завдань та побудовано діаграми психометрії тестових завдань з метою коригування тестових матеріалів.

Висновки. Проведення щоквартального ректорського зрізу забезпечує можливість для систематичного моніторингу успішності студентів та коригування їхньої навчальної траєкторії. Запровадження тестування в освітній процес М(Ф)ЗВО є значним кроком на шляху розвитку методики діагностики та контролю рівня засвоєних знань студентів. Однак тестування не повинно замінити традиційні методи педагогічного контролю та діагностики, а має лише деякою мірою доповнити їх.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: моніторинг; успішність; тестування; майбутні магістри в галузі 22 «Охорона здоров'я».

ABSTRACT

Formulation of the problem. The article presents the results of scientific research on the functioning of the system of monitoring the success of future masters of medical (pharmaceutical) institutions of higher education (M(P)HEI). One of the elements of the performance monitoring system is the rector's section of students' knowledge of disciplines included in the Unified State Qualification Examination.

Materials and methods. A set of scientific research methods was used to perform the tasks of the research, namely: bibliosemantic method, method of system analysis, testing of future masters of (M(P)HEI) on the distance learning platform LIKAR_NMU, statistical methods, analysis of statistical data in research groups, determining the reliability of tests (Cronbach's alpha), the complexity and discrimination index of test tasks.

Results. According to the results of online testing, the indicators of the absolute and qualitative success of future masters of (M(P)HEI) were determined. A comprehensive examination of the quality of test tasks after the rector's section was carried out, allows to improvement of the quality of test materials and forms a bank of standardized test tasks and tests. In particular, the criteria of reliability of tests were determined using the Cronbach's alpha coefficient, which gave grounds to state the "high" and "very high" reliability of tests. Psychometric analysis of test tasks was performed and diagrams of psychometry of test tasks were constructed to correct test materials.

Conclusions. Conducting a quarterly rector's section provides an opportunity to systematically monitor student performance and adjust their learning trajectory. The introduction of testing in the educational process of (M(P)HEI) is a significant step towards the development of methods of diagnosis and control of the level of acquired knowledge of students. However, testing should not replace traditional methods of pedagogical control and diagnosis, but should only to some extent complement them.

KEYWORDS: monitoring; academic progress; testing; future Masters in Healthcare 22.

Для цитування:

Кучин Ю., Власенко О., Кучеренко І., Микитенко П. Комп'ютерне тестування в системі моніторингу успішності майбутніх магістрів М(Ф)ЗВО. *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 35. № 3. С. 41-49. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-035-3-006

Кучин, Ю., Власенко, О., Кучеренко, І., & Микитенко, П. (2022). Комп'ютерне тестування в системі моніторингу успішності майбутніх магістрів М(Ф)ЗВО. *Фізико-математична освіта*, 35(3), 41-49. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-006>

For citation:

Kuchyn, Yu., Vlasenko, O., Kucherenko, I., & Mikitenko, P. (2022). Computer testing in the system success monitoring of future masters (M(P)HEI). *Physical and Mathematical Education*, 35(3), 41-49. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-006>

Kuchyn, Yu., Vlasenko, O., Kucherenko, I., & Mikitenko, P. (2022). Komp'uternye testuvannya v systemi monitorynhu uspihnosti maibutnix mahistriv M(F)ZVO [Computer testing in the system success monitoring of future masters (M(P)HEI)]. *Fiziko-matematichna osvita – Physical and Mathematical Education*, 35(3), 41-49. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-006>

✉ Corresponding author

© Yu. Kuchyn, O. Vlasenko, I. Kucherenko, P. Mikitenko, 2022

ВСТУП

Постановка проблеми. Процеси глобалізації та інформатизації сучасного суспільства, запровадження в багатьох сферах цифрових технологій суттєво змінюють вимоги до фахової підготовки студентів, зокрема, не є виключенням й підготовка майбутніх магістрів М(Ф)ЗВО. Наприклад встановлення рівня сформованості клінічних навичок студентів згідно з вимогами стандарту вищої освіти відбувається на основі оцінок отриманих при складанні об'єктивних структурованих клінічних іспитів (ОСКІ), а основною формою атестації здобувачів за спеціальностями галузі знань 22 «Охорона здоров'я» є єдиний державний кваліфікаційний іспит (ЄДКІ). Актуальним в системі підготовки майбутніх магістрів М(Ф)ЗВО є моніторинг їх успішності з метою прогнозування та порівняння результатів складання ЄДКІ, і як результат удосконалення підготовки студентів. Відповідно до рішення Вченої ради університету був проведений перший щоквартальний ректорський зріз для студентів медичних факультетів №1, №2, №3, №4, факультету підготовки лікарів для Збройних сил України, медико-психологічного, фармацевтичного та стоматологічного факультетів з дисциплін які входять до переліку «ЄДКІ-1» та «ЄДКІ-2» із використанням платформи дистанційного навчання LIKAR_NMU. Система моніторингу успішності майбутніх магістрів М(Ф)ЗВО вміщує тестування як один із надійних і об'єктивних методів контролю за навчальними досягненнями студентів. Тестовий моніторинг рівня знань доцільно проводити на основі широкого використання комп'ютерних технологій, які значно спрощують процедуру проведення тестування, а також обчислення та аналіз його результатів.

Аналіз актуальних досліджень. Методологічне підґрунтя моніторингових процедур в освіті вивчали В. Сергієнко (2014), Л. Кухар (2010, 2017), Л. Гаврілова (2018), В. Аброскін (2020), О. Осередчук (2022), Ван Норман (2017) та ін. Моніторинговим дослідженням у вищій медичній (фармацевтичній) освіті присвячені праці І. Булах, Л. Войтенко, Ю. Антоненко (2018) та ін. Моніторинг як складову якості управління медичною освітою досліджували М. Хаустов, Р. Бачинський, Н. Гордієнко, В. Поручіков (2016). Системи електронного навчання закладу вищої освіти на базі системи управління навчальним контентом MOODLE та особливості її використання для організації навчального процесу на різних формах навчання були об'єктом вивчення Ю. Триуса, І. Герасименка, В. Франчука (2012). Проектуванню інформаційно-освітнього середовища Національного медичного університету на базі платформи дистанційного навчання LIKAR_NMU присвячені праці Ю. Кучина, О. Власенка (2021) та ін.

Метою дослідження є виклад теоретичних та практичних аспектів функціонування системи моніторингу успішності майбутніх магістрів М(Ф)ЗВО.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для виконання поставлених завдань було використано теоретичні та емпіричні методи наукових досліджень, а саме:

- бібліосемантичний метод для вивчення психолого-педагогічної, наукової літератури, нормативних документів з питань моніторингу успішності майбутніх магістрів М(Ф)ЗВО;
- метод системного аналізу, порівняння та узагальнення для теоретичного обґрунтування та розроблення системи моніторингу успішності майбутніх магістрів М(Ф)ЗВО;
- тестування майбутніх магістрів М(Ф)ЗВО на платформі дистанційного навчання LIKAR_NMU з метою визначення абсолютної та якісної успішності;
- статистичні методи для систематизації теоретичних та експериментальних даних, аналізу статистичних відмінностей у досліджуваних групах, визначення надійності тестів (альфа Кронбаха), складності та індексу дискримінації тестових завдань.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Важливим етапом перевірки рівня сформованості фахових компетентностей майбутніх магістрів у галузі знань 22 «Охорона здоров'я» є єдиний державний кваліфікаційний іспит (ЄДКІ). Відповідно до постанови КМУ №334 ДО «Центр тестування професійної компетентності фахівців з вищою освітою напрямів підготовки «Медицина» і «Фармація» при Міністерстві охорони здоров'я України» здійснює проведення ЄДКІ у Національному медичному університеті імені О.О. Богомольця в два етапи: на 3-му році навчання та в залежності від спеціальності: на 5-му курсі для спеціальностей 226 «Фармація, промислова фармація» та 221 «Стоматологія» і на 6-му курсі для спеціальностей 222 «Медицина», 225 «Медична психологія», 228 «Педіатрія». Перший етап ЄДКІ складається з таких компонентів як КРОК 1 та іспит з англійської мови професійного спрямування. Другий етап ЄДКІ включає КРОК 2 та об'єктивний структурований практичний (клінічний) іспит (ОСП(К)І). З метою моніторингу успішності та підготовки до складання ЄДКІ в університеті започатковано щоквартальний ректорський зріз із використанням платформи LIKAR_NMU. Під час карантинних заходів 2020-2021 рр. університетська платформа дистанційного навчання LIKAR_NMU використовувалась як для проведення лекційних, практичних та лабораторних занять, так і для підготовки до ліцензійних інтегрованих іспитів КРОК 1 та КРОК 2. Переваги використання та ефективність платформи було розглянуто та проаналізовано у попередніх працях (Кучина та ін., 2021), саме тому було прийняте рішення використовувати функціональні можливості платформи для проведення щоквартального ректорського зрізу знань з дисциплін, які входять до переліку «ЄДКІ-1» та «ЄДКІ-2» відповідно до положення «Про систему внутрішнього забезпечення якості вищої освіти в НМУ імені О.О. Богомольця» та рішення Вченої ради НМУ імені О.О. Богомольця від 30.08.2021 р. Ректорський зріз здійснювався методом комп'ютерної діагностики знань студентів.

У процесі комп'ютеризованого контролю знань студентів, з використанням платформи дистанційного навчання LIKAR_NMU, спеціальні інструментальні засоби дозволяють здійснювати систематичну покрокову діагностику поточних результатів знань, яка важлива для впливів з боку викладачів на своєчасне коригування процесу засвоєння нових знань. Для організації та проведення ректорського зрізу на платформі LIKAR_NMU було створено категорію «Ректорський зріз» та підкатегорії, що мають назву спеціальностей, а для кожної спеціальності створено курси у залежності від року навчання (Рис. 1).

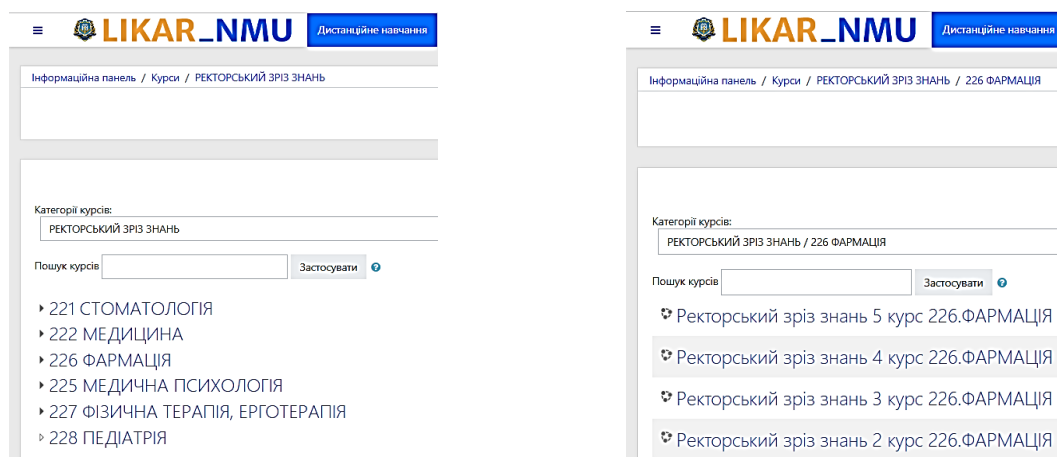


Рис. 1. Структура ректорського зрізу для вітчизняних студентів НМУ імені О.О. Богомольця на платформі LIKAR_NMU

У залежності від змісту іспиту встановленого ДО Центром тестування кафедрами університету було підготовлено по 100 тестових завдань з дисциплін, відповідно до об'єму пройденого матеріалу до початку ректорського зрізу. Якщо у змісті іспиту зазначено профіль (наприклад хірургічний, терапевтичний, педіатричний), то на засіданнях циклових методичних комісій (ЦМК) також було підготовлено по 100 тестових завдань типу «Багатоваріантне питання» та надіслано в навчально-методичний відділ університету для розміщення в банку тестових завдань. Тести для кожного року навчання та спеціальності формувалися згідно з Наказом «Про проведення щоквартального ректорського зрізу знань з дисциплін, які входять до переліку «ЄДКІ-1» та «ЄДКІ-2» із використанням дистанційної платформи LIKAR_NMU у 2021-2022 навчальному році» та відрізнялися за змістом у залежності від дисциплін, які його формують. Такі параметри як обмеження в часі та кількість запитань ідентичні: 1 запитання – 1 хвилина. З кожної дисципліни (категорії) обиралася кількість тестових запитань згідно з відсотковим розподілом наведеним у таблиці 1, та формувався тест обсягом 200 тестових завдань. Кожен студент мав лише одну спробу дня написання ректорського зрізу.

Студенти кожного факультету складали ректорський зріз згідно з встановленим графіком. Адміністрація факультетів, студенти та науково-педагогічні працівники кафедр отримували результати ректорського зрізу після опрацювання робочою групою навчально-методичного відділу та відділу комп'ютерних технологій навчання та дистанційної освіти, не пізніше ніж через 14 робочих днів.

Для студентів різних спеціальностей, за результатами тестування обчислювалися: абсолютна успішність та якісна успішність:

*Абсолютна успішність = кількість студентів, які отримали ("відмінно"+"добре"+"задовільно")/кількість студентів у групі, які повинні були виконувати тестування * 100%.*

*Якісна успішність = кількість студентів, які отримали ("відмінно"+"добре")/ кількість студентів у групі, які повинні були виконувати тестування * 100% .*

Таблиця 1

Розподіл тестових завдань з дисциплін для щоквартального ректорського зрізу

Спеціальність	Дисципліни	% в ЄДКІ-1	% в ректорський зріз		Дисципліни	% в ЄДКІ-2	% в ректорський зріз		
			Курс навчання				Курс навчання		
			2	3			4	5	6
221 «Стоматологія»	Біологія	7-9	25	10	Терапевтична стоматологія	21-26	20	16,7	
	Нормальна анатомія	13-17	25	10	Хірургічна стоматологія	20-25		16,7	
	Гістологія	9-11	25	10	Ортопедична стоматологія	21-26		16,7	
	Нормальна фізіологія	10-14		10	Дитяча терапевтична стоматологія	11-15	20	16,7	
	Біологічна хімія	10-14		10					
	Патологічна фізіологія	10-14		10	Дитяча хірургічна стоматологія	5-8	20	16,7	
	Патологічна анатомія	10-14		10	Ортодонтія	4-7	20	16,7	
	Мікробіологія	6-8		10					
	Фармакологія	10-14		10					
	Іноземна мова за професійним спрямуванням		25	10	Загальний медичний профіль	4-7			

222 «Медицина», 228 «Педіатрія»	Біологія	6-8	25	14,3	Терапевтичний профіль	35-44		25	20
	Нормальна анатомія	9-11	25	14,3	Хірургічний профіль	18-23		25	20
	Гістологія	4-6	25	14,3					
	Нормальна фізіологія	13-17		14,3	Педіатричний профіль	13-17		25	20
	Біологічна хімія	13-17		14,3					
	Патологічна фізіологія	13-17			Акушерство і гінекологія	11-14		25	20
	Патологічна анатомія	10-14							
	Мікробіологія	7-9		14,3					
	Фармакологія	11-15			Гігієна, ООЗ				20
	Іноземна мова за професійним спрямуванням		25	14,3					
225 «Медична психологія»	Біологія	6-8	25	14,3	Терапевтичний профіль	13-17		20	14,3
	Нормальна анатомія	9-11	25	14,3	Педіатричний профіль	13-17		20	14,3
	Гістологія	4-6	25	14,3	Гігієна, ООЗ	10-14			14,3
	Нормальна фізіологія	13-17		14,3	Психологія	11-15		20	14,3
	Біологічна хімія	13-17		14,3	Загальна психологія	13-17			14,3
	Патологічна фізіологія	13-17							
	Патологічна анатомія	10-14			Медична психологія	10-14		20	14,3
	Мікробіологія	7-9		14,3					
	Фармакологія	11-15							
	Іноземна мова за професійним спрямуванням		25	14,3	Психіатрія та наркологія	9-11		20	14,3
226 «Фармація»	Аналітична хімія	12-16		16,7	Фармацевтична хімія	15-19	33,3	14,3	
	Органічна хімія	12-16		16,7	Фармакогнозія	12-16		14,3	
	Фізична та колоїдна хімія	9-13			Аптечна технологія ліків	12-16		14,3	
	Патологічна фізіологія	10-14		16,7	Заводська технологія ліків	10-14		14,3	
	Біологічна хімія	10-14							
	Фармацевтична ботаніка	9-13		16,7	Організація та економіка фармації	12-16	33,3	14,3	
	Мікробіологія	10-14		16,7					
	Фармакологія	12-16			Фармацевтичний менеджмент та маркетинг	12-16		14,3	
	Іноземна мова за професійним спрямуванням		50	16,7					
227 «Фізична терапія, ерготерапія»	Загальна і неорганічна хімія		50		Клінічна фармація та фармацевтична опіка	13-17	33,3	14,3	
	Нормальна анатомія			16,7	Нормальна анатомія		14,3		
	Фізіологія людини			16,7	Фізіологія людини		14,3		
	Фізіологія рухової активності			16,7	Фізіологія рухової активності		14,3		
	Основи фізичної реабілітації та спортивної медицини			16,7	Основи фізичної реабілітації та спортивної медицини		14,3		
	Патологічна фізіологія			16,7	Патологічна фізіологія		14,3		
					Педагогіка та психологія		14,3		
227 «Фізична терапія, ерготерапія»	Педагогіка та психологія			16,7	Обстеження, методи оцінки та контролю у фізичній реабілітації		14,3		

За результатами дослідження (Кучин та ін., 2022) найвищий показник абсолютної успішності серед студентів другого курсу, а саме 99%, отримали студенти фармацевтичного факультету (Рис. 2). Найвищий показник якісної успішності – 95%, отримали студенти медичного факультету №1 та студенти фармацевтичного факультету. Згідно з результатами дослідження серед студентів третього курсу найвищі показники абсолютної успішності та якісної успішності – 100%, отримали студенти ФПЛЗСУ. Серед студентів четвертого курсу (спеціальності: 227. «Фізична терапія. Ерготерапія», 221. «Стоматологія» та 226. «Фармація, промислова фармація») найвищий показник абсолютної успішності – 96% та якісної успішності – 95%, отримали студенти спеціальності 226. «Фармація, промислова фармація». Згідно з результатами дослідження на п'ятому курсі найвищі показники абсолютної успішності та якісної успішності (100%) отримали студенти фармацевтичного факультету. Відповідно до проведеного дослідження на шостому курсі найвищий показник абсолютної успішності (89%) та якісної успішності (56%) серед студентів шостого курсу, поміж двома досліджуваними спеціальностями (222. «Медицина», та 225. «Медична психологія») отримали студенти спеціальності 225. «Медична психологія» медико-психологічного факультету.

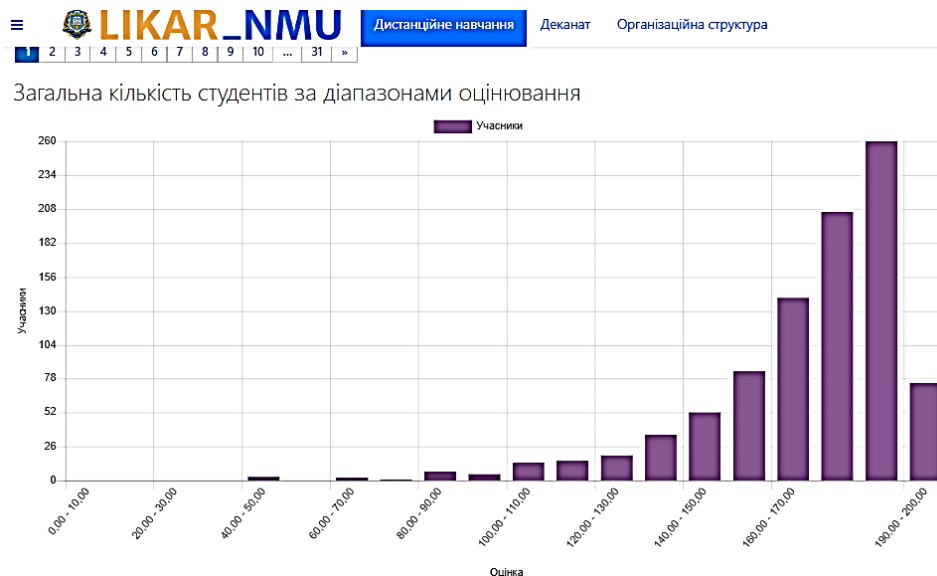


Рис. 2. Результати ректорського зрізу Фармація 3 курс

Здійснення комплексної експертизи якості тестових завдань після проведення ректорського зрізу дає змогу поліпшити якість тестових матеріалів і сформувані банк стандартизованих тестових завдань і тестів, що забезпечить контроль-оцінювальні процедури надійними і валідними тестовими вимірювачами. Методика опрацювання результатів тестування на платформі дистанційного навчання LIKAR_NMU ґрунтується на математико-статистичних методах, що дають змогу визначати якість тестових матеріалів. Робота системи ґрунтується на обчисленні статистичних параметрів за класичною (СТТ – Classical Test Theory) та сучасною теорією тестів (IRT – Item Response Theory) (Кучеренко І.І., 2021). За допомогою вбудованого в систему інструментарію було встановлено статистичні показники такі як середня оцінка, мода, стандартне відхилення та інші по всіх тестах (Рис. 3) і проведено психометричний аналіз кожного тестового завдання та побудовано діаграми психометрії тестових завдань (залежності індексу дискримінації від індексу складності) (Рис. 4).

Всього спроб	287
Середня оцінка по перших спробах	61,35 %
Середня оцінка по всіх спробах	61,35 %
Середня оцінка з останніх спроб	61,35 %
Середня оцінка з найвище оцінених спроб	61,35 %
Медіана оцінки (для остання спроба)	64,50 %
Стандартне відхилення (для остання спроба)	16,99 %
Значення асиметрії розподілу (для остання спроба)	-0,8483
Значення ексцесу розподілу (для остання спроба)	0,2941
Коефіцієнт внутрішньої узгодженості (для остання спроба)	96,39%
Помилка відношення (для остання спроба)	19,00%
Стандартна помилка (для остання спроба)	3,23 %

Рис. 3. Фрагмент статистичних відомостей про тест

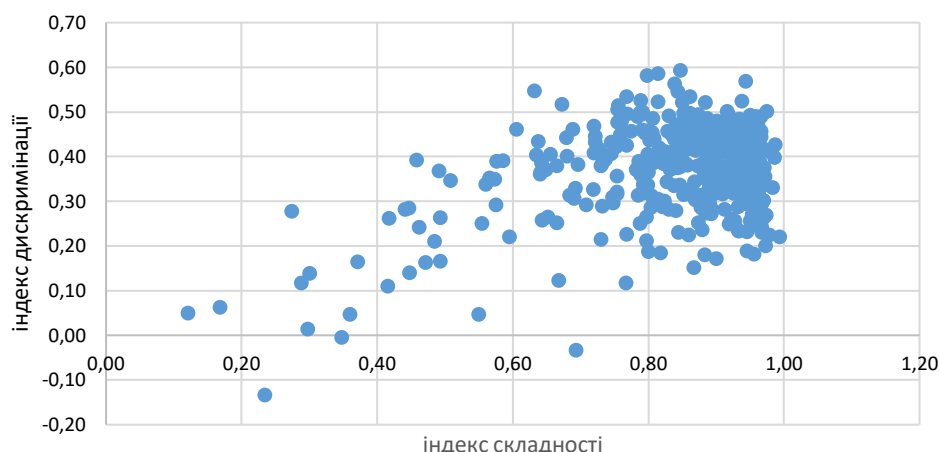


Рис. 4. Зразок діаграми психометрії тестових завдань

Емпірично складність завдання визначається додаванням елементів матриці по рядках і дорівнює числу правильних відповідей, отриманих за кожним тестовим завданням. Чим більше правильних відповідей на тестове завдання, тим воно легше для даної групи студентів, і навпаки. Індекс складності (легкості) тестового завдання можна записати у вигляді формули:

$$P_{diff} = \frac{X_{\text{середнє}(i)}}{X_{\text{максимальне}}}, \quad (1)$$

де $X_{\text{максимальне}}$ – максимальна кількість балів за виконання i -го завдання; $X_{\text{середнє}(i)}$ – середня кількість балів отримана учасниками тестування за виконання i -го завдання.

Цей показник вказує, наскільки конкретне тестове завдання є легким/важким для тих, хто його виконує. Для завдань, які оцінюються в дихотомічній шкалі (0 або 1), ця характеристика показує, яка частка студентів (у відсотках) відповіла вірно на це завдання. У випадку, коли $P_{diff} = 100\%$, тобто усі студенти відповіли вірно, чи коли $P_{diff} = 0\%$ відповіли невірно, такі завдання слід вилучати з тесту (Табл. 2).

Таблиця 2

Критерії індексу складності тестових завдань

Значення P_{diff}	Інтерпретація
$P_{diff} \leq 0,20$	вгадування
$0,20 < P_{diff} \leq 0,36$	надто складне
$0,36 < P_{diff} \leq 0,84$	середньої складності
$P_{diff} > 0,84$	надто легке

Індекс дискримінації змінюється від 0 до 1, від'ємний індекс свідчить про те, що учасники тестування із сильної групи відповідають на певне тестове завдання гірше, ніж учасники із слабкої групи студентів. Тестові завдання, які мають значення коефіцієнту менше 0,39 потрібно переглянути та відкоригувати. Тестові завдання, які дають результати менші 0,19, рекомендують вилучати із тесту, адже вони зменшують об'єктивність і точність усієї процедури тестування (Табл. 3). Індекс дискримінації розраховується у вигляді формули:

$$D_j = \frac{(X_{\max} - X_{\min})}{n}, \quad (2)$$

де $X_{\max}$ – кількість балів із першої групи тестованих, $X_{\min}$ – кількість балів із третьої групи, n – загальна кількість балів за i -те завдання.

Таблиця 3

Критерії індексу дискримінації тестових завдань

Значення D_j	Інтерпретація
$D_j \geq 0,4$	Завдання функціонує задовільно
$0,3 \leq D_j \leq 0,39$	Потрібна невелика корекція завдання
$0,2 \leq D_j \leq 0,29$	Завдання потрібно переглянути
$D_j \leq 0,19$	Завдання потрібно вилучити із тесту або повністю переробити
$D_j = 0$ або $D_j < 0$	Завдання потрібно вилучити з тесту

У стандартних вимогах до педагогічних тестів їх надійність має визначатися комплексом даних про характеристики тесту, процедури тестування та методики оцінювання. Надійність методу вимірювання (результатів тестування) – це міра стійкості результатів, що впливає на точність, з якою можна виміряти ту чи іншу конкретну ознаку. Тобто визначалося наскільки можна довіряти результатам певного тесту (Табл. 4).

Таблиця 4

Критерії надійності тестових завдань

α	Інтерпретація
Від 0.9 до 1	Дуже висока надійність тесту
Від 0.8 до 0.9	Висока надійність тесту
Від 0.7 до 0.8	Хороша надійність тесту
Менше ніж 0.7	Низька надійність тесту

З метою встановлення надійності результатів тестування на різних факультетах використовувався критерій - альфа Кронбаха:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right). \quad (3)$$

де k – кількість ознак, що входять в тест, S_i – середньоквадратичне відхилення показників і ознаки ($i = 1, \dots, k$), S_T – середньоквадратичне відхилення сумарних показників за всіма ознаками тесту.

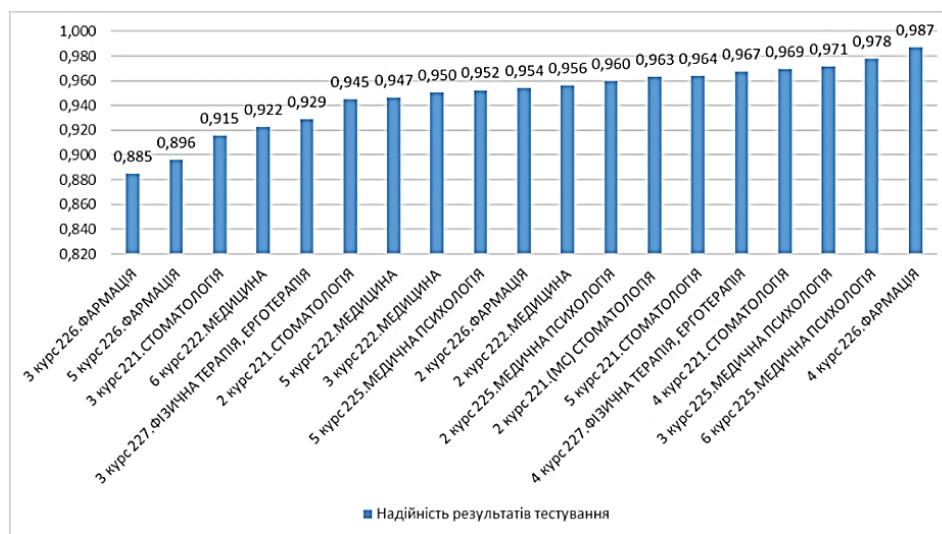


Рис. 5. Розподіл коефіцієнта надійності в залежності від факультету та року навчання

Зазначимо, що за результатами підрахунків проаналізовані тести мають високий коефіцієнт надійності, або дуже високий. Коефіцієнт надійності дорівнює коефіцієнту кореляції між результатами, отриманими однаковим методом за однакових умов, і показує, наскільки збігаються результати вимірів (Рис. 5).

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Проведення щоквартального ректорського зрізу забезпечить можливість для систематичного моніторингу успішності студентів та коригування їхньої навчальної траєкторії, а також для підготовки до складання ЄДКІ, що поставить їх в умови наближені до екзаменаційних.

Запровадження тестування в освітній процес М(Ф)ЗВО є значним кроком на шляху розвитку методики діагностики та контролю рівня засвоєних знань студентів. Це дозволяє здійснити плавний перехід від суб'єктивного оцінювання до об'єктивних обґрунтованих методів оцінювання результатів навчання. Однак цей крок повинен здійснюватися на строго науковій базі, спираючись на результати педагогічних експериментів і наукових досліджень. Тестування не повинно замінити традиційні методи педагогічного контролю та діагностики, а має лише деякою мірою доповнити їх. Поряд з цим використання платформи дистанційного навчання LIKAR_NMU дозволяє встановити статистичні параметри, які розраховуються з використанням класичної (СТТ – Classical Test Theory) та сучасної теорії тестів (IRT – Item Response Theory), що дає можливість опрацьовувати результати тестування з можливістю їх аналізу і оцінки якості кожного тестового завдання та тесту в цілому з точки зору поставленої мети, їх коригування та удосконалення.

Перспективами подальших досліджень є моніторинг успішності майбутніх магістрів М(Ф)ЗВО під час складання підсумкових контролів та їх порівняння з результатами ректорського зрізу, а також аналіз результатів ректорського зрізу для 2, 3 курсів з результатами ЄДКІ-1 (ЛІІ КРОК 1 та іноземна мова за професійним спрямуванням) та 4, 5, 6 курсів з результатами ЄДКІ-2.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Abroskin, V., Demenko, O., Mykolenko, O., & Frolov, Y. (2020). Improving the Procedure of Monitoring the Higher Education Quality in Ukraine. *Amazonia Investiga*, 9(26), 311-318. DOI: <https://doi.org/10.34069/AI/2020.26.02.35>.
- Kuchyn, I.L., Vlasenko, O.M., Gashenko, I.A., Mykytenko, P.V., & Kucherenko, I.I. (2021). Creating the informational and educational environment of the University based on the distance learning platform LIKAR_NMU. *Archives of Pharmacy Practice*, 12(2), 66-74.
- Kukhar, L., Matviichuk, L., & Hnedko, N. (2017). Examining Factors of Using Information and Communication Technologies For E-Learning Organization. *Science and Education*, 6, 68-73. <https://doi.org/10.24195/2414-4665-2017-6-11>.

4. Oseredchuk, O., Drachuk O., Demchenko, O., Voitsekhivska, N., Sabadosh, Yu., & Sorochnan, M. (2022). Application of Information Technologies is a Necessary Condition for Qualitative Monitoring of Higher Education and Modernization of Educational Process. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 22(3), 501-510. <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2022.22.3.64>.
5. Van Norman, E. R., Nelson, P. M., & Parker, D. C. (2017). Technical adequacy of growth estimates from a computer adaptive test: Implications for progress monitoring. *School Psychology Quarterly*, 32(3), 379–391. <https://doi.org/10.1037/spq0000175>.
6. Булах, І.Є., Войтенко, Л.П., & Антоненко, Ю.П. (2018). Моніторинг якості медичної освіти. Міжнародний досвід. *Медична освіта*, 3. <https://doi.org/10.11603/me.2414-5998.2018.3.9328>
7. Гаврилова, Л., Тополюк, Я., & Зарецька, Є. (2018). Комп'ютерне тестування в системі моніторингу інформаційно-комунікаційної компетентності майбутніх магістрів і докторів філософії в галузі освіти. *Професіоналізм педагога: теоретичні й методичні аспекти*, 8(2), 5–18.
8. Кухар, Л. О. (2010). Теоретичні аспекти освітнього моніторингу. *Науковий часопис національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова*, 5, 229.
9. Кучеренко, І.І. (2021). *Формування інформаційної компетентності майбутніх магістрів фармації в умовах дистанційного навчання* [Дис. ... док. філософії: 011 Освітні, педагогічні науки]. Київ.
10. Кучин, Ю.Л., Власенко, О.М., Кучеренко, І.І., & Микитенко, П.В. (2022). Аналітична довідка результатів проведення щоквартального ректорського зрізу знань з дисциплін, які входять до «ЄДКІ-1» та «ЄДКІ-2» із використанням дистанційної платформи Likar_NMU у 2021-2022 навчальному році за результатами складань вітчизняних студентів. Київ. <https://nmuofficial.com/navchalno-metodychnyj-viddil/rektorskyj-zriz/>
11. НМУ імені О.О. Богомольця. (2022, 12 березня). Наказ «Про проведення щоквартального ректорського зрізу знань з дисциплін, які входять до переліку «ЄДКІ-1» та «ЄДКІ-2» із використанням дистанційної платформи LIKAR_NMU у 2021-2022 навчальному році» від 19.11.2021 р. № 839/л-1. http://nmuofficial.com/news/pro-provedennya-shhokvartalnoho-rektorskogo-zrizu-znan-z-dystsyplin-yaki-vhodyat-do-pereliku-yedki-1-ta-yedki-2-iz-vykorystanniam-dystantsijnoyi-platfomy-likar_nmu-u-2021-2022-navchalnomu-rotsi/
12. НМУ імені О.О. Богомольця. (2022, 12 березня). Положення про систему внутрішнього забезпечення якості вищої освіти в НМУ імені О.О. Богомольця. <https://drive.google.com/file/d/1a6K4CrS0ex66NZwHTWtZHOg7FAxQD2Uf/view>
13. Сергієнко, В.П., Кухар, Л.О., Галицький, О.В., & Микитенко, П.В. (2014). Використання вбудованої системи аналізу тестових завдань в LCMS MOODLE. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 41(3), 196–208.
14. Триус, Ю.В., Герасименко, І.В., & Франчук, В.М. (2012). *Система електронного навчання ВНЗ на базі Moodle*. Методичний посібник. Черкаси.
15. Хаустов, М.М., Бачинський, Р.О., Гордієнко, Н.О., & Поручіков, В.В. (2016). Моніторинг як складової вищої медичної освіти. Актуальні питання якості медичної освіти : матеріали XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю: у 2 т. *Тернопільський державний медичний університет ім. І. Я. Горбачевського*. Тернопіль : ТДМУ «Укрмедкнига», 2, 62–64.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Abroskin, V., Demenko, O., Mykolenko, O., & Frolov, Y. (2020). Improving the Procedure of Monitoring the Higher Education Quality in Ukraine. *Amazonia Investiga*, 9(26), 311-318. DOI: <https://doi.org/10.34069/AI/2020.26.02.35>.
2. Kuchyn, I.L., Vlasenko, O.M., Gashenko, I.A., Mykytenko, P.V., & Kucherenko, I.I. (2021). Creating the informational and educational environment of the University based on the distance learning platform LIKAR_NMU. *Archives of Pharmacy Practice*, 12(2), 66–74.
3. Kukhar, L., Matviichuk, L., & Hnedko, N. (2017). Examining Factors of Using Information and Communication Technologies For E-Learning Organization. *Science and Education*, 6, 68-73. <https://doi.org/10.24195/2414-4665-2017-6-11>.
4. Oseredchuk, O., Drachuk O., Demchenko, O., Voitsekhivska, N., Sabadosh, Yu., & Sorochnan, M. (2022). Application of Information Technologies is a Necessary Condition for Qualitative Monitoring of Higher Education and Modernization of Educational Process. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 22(3), 501-510. <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2022.22.3.64>.
5. Van Norman, E. R., Nelson, P. M., & Parker, D. C. (2017). Technical adequacy of growth estimates from a computer adaptive test: Implications for progress monitoring. *School Psychology Quarterly*, 32(3), 379–391. <https://doi.org/10.1037/spq0000175>.
6. Bulakh, I.E., Voitenko, L.P., & Antonenko, Y.P. (2018). Monitorynh yakosti medychnoi osvity. Mizhnarodnyi dosvid. [Monitoring the quality of medical education. International experience]. *Medychna osvita – Medical education*, 3. <https://doi.org/10.11603/me.2414-5998.2018.3.9328>. (in Ukrainian).
7. Havrilova, L., Topolnyk, Y., & Zaretskaya, Y. (2018). Kompiuterne testuvannia v systemi monitorynhu informatsiino-komunikatsiinoi kompetentnosti maibutnikh mahistriv i doktoriv filosofii v haluzi osvity [Computer testing in the system of monitoring the information and communication competence of future masters and doctors of philosophy in the field of education]. *Profesionalizm pedahoha: teoretychni y metodychni aspekty – Teacher professionalism: theoretical and methodological aspects*, 8 (2), 5–18. (in Ukrainian).
8. Kukhar, L. (2010). Teoretychni aspekty osvithnoho monitorynhu [Theoretical aspects of educational monitoring]. *Naukovyi chasopys natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M.P. Drahomanova – Scientific Journal of the Dragomanow National Pedagogical University*, 5, 229. (in Ukrainian).
9. Kucherenko, I.I. (2021). Formuvannia informatychnoi kompetentnosti maibutnikh mahistriv farmatsii v umovakh dystantsiinoho navchan nia [Formation of information competence of future masters of pharmacy in the conditions of distance learning] [Dis. ... Doc. philosophy: 011 Educational, pedagogical sciences]. Kyiv. (in Ukrainian).
10. Kuchyn, I.L., Vlasenko, O.M., Kucherenko, I.I., & Mykytenko, P.V. (2022). Analitichna dovidka rezultativ provedennia shhokvartalnoho rektorskoho zrizu znan z dystsyplin, yaki vkhodiat do «leDKI-1» ta «leDKI-2» iz vykorystanniam dystantsiinoi platfomy Likar_NMU u 2021-2022 navchalnomu rotsi za rezultatamy skladan vitychyznanykh studentiv [Analytical report on the results of the quarterly rector's section of knowledge in disciplines included in "EDKI-1" and "EDKI-2" using the remote platform Likar_NMU in 2021-2022 academic year based on the results of national students]. Kyiv. <https://nmuofficial.com/navchalno-metodychnyj-viddil/rektorskyj-zriz/>. (in Ukrainian).
11. Bogomolets National Medical University. (2022, March 12). Nakaz «Pro provedennia shhokvartalnoho rektorskoho zrizu znan z dystsyplin, yaki vkhodiat do pereliku «leDKI-1» ta «leDKI-2» iz vykorystanniam dystantsiinoi platfomy LIKAR_NMU u 2021-2022 navchalnomu rotsi» [Order "On conducting a quarterly rector's section of knowledge in disciplines included in the list of "EDKI-1" and "EDKI-2" using the remote platform LIKAR_NMU in the 2021-2022 academic year"] from 19.11.2021 № 839/L-1. http://nmuofficial.com/news/pro-provedennya-shhokvartalnoho-rektorskogo-zrizu-znan-z-dystsyplin-yaki-vhodyat-do-pereliku-yedki-1-ta-yedki-2-iz-vykorystanniam-dystantsijnoyi-platfomy-likar_nmu-u-2021-2022-navchalnomu-rotsi/. (in Ukrainian).
12. Bogomolets National Medical University. (2022, March 12). Polozhennia pro systemu vnutrishnoho zabezpechennia yakosti vyshchoi osvity v NMU imeni O.O. Bohomoltsia [Regulations on the system of internal quality assurance of higher education in Bogomolets NMU]. <https://drive.google.com/file/d/1a6K4CrS0ex66NZwHTWtZHOg7FAxQD2Uf/view>. (in Ukrainian).

13. Serhiienko, V.P., Kukhar, L.O., Halytskyi, O.V., & Mykytenko, P.V. (2014). Vykorystannia vbudovanoi systemy analizu testovykh zavdan v LCMS MOODLE [Use an integrated system of analysis of tests 'tasks in LCMS Moodle]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia – Information technologies and learning tools*, 41 (3), 196–208. (in Ukrainian).
14. Trius, Y.V., Gerasimenko, I.V., & Franchuk, V.M. (2012). *Systema elektronnoho navchannia VNZ na bazi Moodle [Moodle-based e-learning system]*. Methodical manual. Cherkasy. (in Ukrainian).
15. Khaustov, M.M., Bachynsky, R.O., Gordienko, N.O., & Poruchikov, V.V. (2016). Monitorynh yak skladova vyshchoi medychnoi osvity [Monitoring as a component of higher medical education]. *Aktualni pytannia yakosti medychnoi osvity : materialy XIII Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii z mizhnarodnoi uchastiu – Current issues of quality of medical education: materials of the XIII All-Ukrainian scientific-practical conference with international participation.*: in 2 volumes Ternopil State Medical University. I. Gorbachevsky. Ternopil: TSMU "Ukrmedknyha", 2, 62–64. (in Ukrainian).



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



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

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

DOI 10.31110/2413-1571-2022-035-3-007

УДК 378.147 : 004

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ “ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНИХ ПРОДУКТІВ”

Викторія ЛОГВИНЕНКО ✉

Сумський національний аграрний університет, Суми, Україна
 2014lv@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-0993-0821>

METHODICAL ASPECTS OF TEACHING THE DISCIPLINE "TECHNOLOGIES OF CREATING SOFTWARE PRODUCTS"

Viktoriia LOGVINENKO ✉

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
 2014lv@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-0993-0821>

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Технології створення програмних продуктів є дуже важливою дисципліною для вивчення майбутніми фахівцями з інформаційних систем та технологій. Про високий рівень їх підготовки, можна говорити в тому випадку, коли ця підготовка спирається на методичну систему вивчення технологій створення програмних продуктів та є усвідомлення викладачем методичних аспектів викладання цієї дисципліни.

Матеріали і методи. Аналіз та систематизація навчальної та науково-методичної літератури; узагальнення досвіду викладання комп'ютерних дисциплін.

Результати. Розроблено методичну систему вивчення “Технологій створення програмних продуктів”. Описано змістовно-тематичні лінії дисципліни. Окреслено методичні аспекти викладання «Технологій створення програмних продуктів» для майбутніх фахівців з інформаційних систем та технологій: дотримання розглянутої методичної системи; організація теоретичного матеріалу для вивчення послідовними змістовно-тематичними лініями; надання можливості студентам зосередити увагу на головних аспектах з розробки програмних продуктів; врахування й озброєння студентів системою знань про основні аспекти майбутньої діяльності; використання завдань практичного характеру, наближених до фахової діяльності; застосування під час практичних та самостійних робіт інструментарію технологій створення програмних продуктів.

Висновки. Оскільки “Технології створення програмних продуктів” є базовою дисципліною при підготовці комп'ютерних фахівців у вищій школі, тому її викладання повинно ґрунтуватися відповідно до розглянутої методичної системи. Розглянуті змістовно-тематичні лінії викладання можна доповнювати, модифікувати та оновлювати з урахуванням галузевих тенденцій. Подальше дослідження буде спрямовано на методичних аспектах викладання різних технологій створення програмних продуктів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: підготовка фахівців з інформаційних систем та технологій; технології створення програмних продуктів; методична система; зміст навчання; аспекти викладання.

ABSTRACT

Formulation of the problem. Technologies for creating software products are a very important educational component to study by future information systems and technology professionals. The high level of their training can be said in the case when this training is based on the methodical system of studying the technology of creating software products and the teacher is aware of the methodical aspects of teaching this discipline.

Materials and methods. Analysis and systematization of educational and scientific-methodical literature; generalization of experience in teaching computer science.

Results. A methodical system for studying “Technologies of creating software products” has been developed. Content-thematic lines of the discipline are described. The methodical aspects of teaching “Technologies of creating software products” for future specialists in information systems and technologies are outlined: compliance with the considered methodical system; organization of theoretical material for study by consistent content-thematic lines; enabling students to focus on the main aspects of software development; taking into account and equipping students with a system of knowledge about the main aspects of future activities; using of tasks of a practical nature that are close to professional activities; application during practical and independent work of tools of technologies of creating software products.

Conclusions. Since “Technologies of creating software products” is a basic discipline in the training of computer specialists in higher education, its teaching should be based on a methodical system. The considered content-thematic lines of teaching can be supplemented, modified, and updated based on industry trends. Further research will focus on the methodical aspects of teaching different technologies for creating software products.

KEYWORDS: training of specialists in information systems and technologies; technology of creating software products; methodical system; content of training; aspects of teaching.

ВСТУП

Постановка проблеми. Інформаційні системи та технології є вагомим галуззю сучасної економіки України. Підготовка майбутніх фахівців з інформаційних систем та технологій, здатних розробляти та впроваджувати нові програмні продукти та враховувати певні вимоги щодо якості програмного забезпечення, що створюється, є одним із завдань вищої ІТ-освіти України. Принципового значення в такій підготовці надається тому, щоб заклад вищої освіти давав своїм випускникам здобути необхідні фахові компетенції.

Чинна освітня програма підготовки комп'ютерних фахівців у вищій школі створює основу для вивчення відповідних дисциплін, забезпечує досягнення певного рівня фахової підготовки, формує загальні й професійні компетентності для розробки, впровадження й дослідження інформаційних систем та технологій.

Вивчення технологій створення програмних продуктів є дуже важливою дисципліною для вивчення майбутніми фахівцями з інформаційних систем та технологій. Самі технології створення програмних продуктів включають широке коло комп'ютерних програм та систем, які можна розділити на технології планування розробки програмних продуктів,

Для цитування:

Логвиненко В. Методичні аспекти викладання дисципліни “Технології створення програмних продуктів”. *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 35. № 3. С. 50-58. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-035-3-007
 Логвиненко, В. (2022). Методичні аспекти викладання дисципліни “Технології створення програмних продуктів”. *Фізико-математична освіта*, 35(3), 50-58. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-007>

For citation:

Logvinenko, V. (2022). Methodical aspects of teaching the discipline “Technologies of creating software products”. *Physical and Mathematical Education*, 35(3), 50-58. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-007>
 Logvinenko, V. (2022). Metodychni aspekty vykladannia dysypliny “Tekhnologii stvorennia prohramnykh produktiv” [Methodical aspects of teaching the discipline “Technologies of creating software products”]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 35(3), 50-58. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-007>

технології проектування програмних продуктів, технології реалізації програмних продуктів, технології тестування. Вважаю, що говорити про високий рівень підготовки майбутніх фахівців спеціальності 126 “Інформаційні системи та технології”, можна в тому випадку, коли ця підготовка спирається на методичну систему вивчення технологій створення програмних продуктів.

Аналіз актуальних досліджень. Проблеми підготовки ІТ-фахівців присвячено широке коло досліджень: актуальні стратегії та підходи до підготовки ІТ-спеціалістів (Малихін & Ярмольчук, 2020; Власюк & Грицюк, 2013); моделі підготовки майбутнього ІТ-фахівця в університетах аграрного профілю (Глазунова, 2014); аналіз ринку ІТ-спеціальностей щодо професій та спеціалізацій в цій сфері (Острога, 2019); підготовка майбутніх фахівців з інформаційних технологій до творчої самореалізації (Рощенюк, 2019).

Перегляд й аналіз наявних стандартів щодо підготовки відповідних фахівців та робочих програм із дисципліни “Технології створення програмних продуктів” за спеціальностями галузі знань 12 Інформаційні технології показує, що навчальна дисципліна є обов’язковою при підготовці майбутніх фахівців комп’ютерного напрямку. Так у професійному стандарті фахівця з розробки програмного забезпечення вказується, що “трудові функції фахівця з розробки програмного забезпечення вводяться на базі процесів життєвого циклу програмних засобів” і перелічуються основні задачі діяльності фахівця з розробки програмного забезпечення (“Професійний стандарт”, 2014). Але в деякі дослідники вказують на “проблему швидкого застарівання технологічного змісту навчання, розв’язання якої полягає у його фундаменталізації через виокремлення базових основ галузі” (Стрюк, 2018). Базові основи технологій створення програмних продуктів розглядаються багатьма науковцями (Алексенко, 2018). Втім неоднозначною є і сама проблема вибору технологій створення програмного забезпечення інформаційних систем (Асеева & Кулаковська, 2019). Все це спонукає викладача комп’ютерних наук до пошуку шляхів застосування та вивчення різних комп’ютерних технологій при їх викладенні майбутнім фахівцям.

Отже, на основі вищевикладеного, **метою** даної статті є висвітлення деяких методичних аспектів до викладання технологій створення програмних продуктів для бакалаврів спеціальності 126 – Інформаційні системи та технології.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У статті використано наступні методи досліджень: аналіз та систематизація навчальної та науково-методичної літератури; узагальнення досвіду викладання комп’ютерних дисциплін.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Методологічною основою методики вивчення дисципліни «Технології створення програмних продуктів» є системний підхід. Методична система ґрунтується на авторському дослідженні (Логвіненко, 2005) та включає наступну структуру (рис. 1):

- виконання аналізу освітніх програм спеціальності 126;
- уточнення цілей вивчення “Технології створення програмних продуктів” за технологією Блума та Кратволя (Кларин, 1988), що подано у таблиці 1 та таблиці 2;
- виконання аналізу змісту дисципліни “Технології створення програмних продуктів”, конструювання навчальних матеріалів за дисципліною;
- виконання діагностики та аналізу базового рівня знань студентів перед вивченням даної дисципліни;
- вибір технології (або способів) та методів викладання даної дисципліни: мотиваційні технології, технології формування нових знань, технології засвоєння діяльності, технології контролю знань студентів;
- організація процесу навчання на підґрунті цілей вивчення дисципліни “Технології створення програмних продуктів”;
- виконання контролю сформованих знань та умінь, і в залежності від результатів виконання коригування як навчального матеріалу, так і технологій викладання за дисципліною.

Зосередимо увагу на змісті навчання технологій створення програмних продуктів. Він визначається освітньо-професійною програмою “Інформаційні системи та технології” для першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 126 – Інформаційні системи та технології (“ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА “Інформаційні системи та технології”; 2021). Ця програма забезпечує міцне і свідоме оволодіння студентами “загальних та професійних компетентностей, необхідних для вирішення актуальних інженерних завдань та практичної реалізації отриманих знань в галузі інформаційних систем та технологій, передбачає здобуття спеціальних професійних знань, оволодіння методологією розробки, впровадження й дослідження прикладних інформаційних систем та технологій в економіці, в т.ч. в аграрному секторі, на базі використання методів економіко-математичного моделювання, технологій програмування, новітніх інформаційних технологій та сучасного прикладного програмного забезпечення”. Поряд з цим вивчення технологій створення програмних продуктів має свою специфічну мету, свої конкретні завдання.

Навчальна дисципліна “Технології створення програмних продуктів” синтезує та узагальнює вивчення сучасних методів і засобів створення програмних продуктів для подальшої професійної діяльності, набуття навичок практичної роботи з програмними засобами для створення програмних продуктів. Він передбачає вивчення майбутніми фахівцями теоретичної та методологічної бази даного напрямку діяльності. У процесі навчання студенту надаються знання деяких основних технологій зі створення програмних продуктів та практичні навички їх реалізації. Мета дисципліни “Технології створення програмних продуктів” полягає у формуванні й засвоєнні знань про спеціальні технології організації та проведення процесу розробки програмного забезпечення; у засвоєнні знань з основ створення великих програмних систем з використанням процесів життєвого циклу, починаючи з виявлення вимог і закінчуючи його супроводом програмного забезпечення. Можна вказати на те, що створення програмного продукту або системи – це процес, що включає різні трудові завдання, і майбутній фахівець повинен мати уяву про методи аналізу, проектування, реалізації та тестування програмних систем, орієнтуватися в тенденціях та наявних підходах до технологій розробки програмних продуктів.

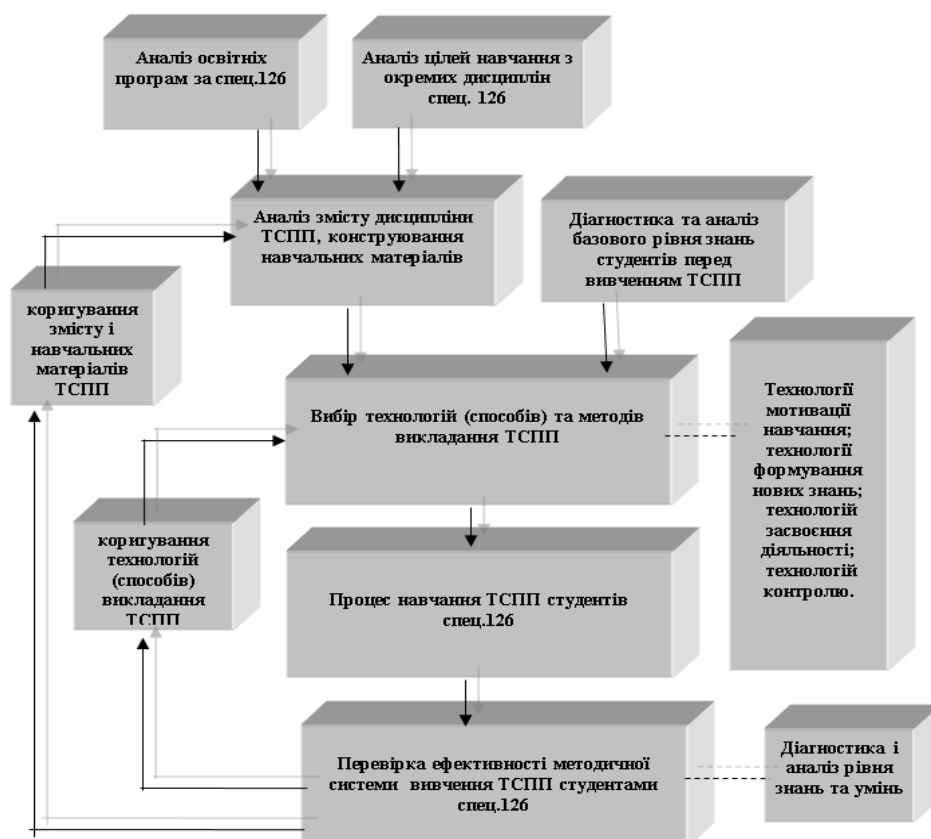


Рис. 1. Структура методичної системи вивчення ТСПП студентами спеціальності 126 “Інформаційні системи та технології”

Таблиця 1

Опис цілей вивчення “Технології створення програмних продуктів” (ТСПП)
у когнітивній області через діяльність студента

Категорія	Дії студента
1. Знання	студент знає і відтворює основні поняття, терміни, методи, правила і принципи основних технологій за дисципліною ТСПП; студент знає етапи розробки програмних продуктів (і їх суть) технологічних процедур; студент знає алгоритми роботи, що відтворюють порядок розробки нового програмного продукту.
2. Розуміння	студент розуміє основні поняття, терміни, методи, правила і принципи основних технологій за дисципліною ТСПП; студент інтерпретує схеми, алгоритми роботи із відповідними програмними засобами; студент перетворює словесний матеріал на мову схем і на мову програмування, і навпаки; студент розуміє суть застосування технологій з курсу ТСПП; студент розуміє суть методів, що використовуються для створення нового програмного продукту; студент розуміє суть технологічних процедур.
3. Застосування	студент пояснює використання основ з курсу ТСПП; студент використовує поняття, терміни, правила, методи і принципи при виконанні практичних та самостійних робіт; студент демонструє правильне застосування методів і процедур, відомих алгоритмів дій; студент застосовує певний інструментарій технології з курсу ТСПП.
4. Аналіз	студент здійснює аналіз початкових вимог щодо створення нового програмного продукту; студент визначає причинно-наслідкові зв'язки в завданнях з курсу; студент виконує висновки після виконання завдань; студент зіставляє відмінності застосування різних технологій розробки; знаходить (бачить) помилки в логіці вирішення наданих завдань; студент зіставляє застосування різних технологій при вирішенні певного класу завдань.
5. Синтез	студент складає план або алгоритм розробки нового програмного продукту; студент виконує постановку завдання; студент має навички грамотної постановки задач для їх розв'язання за допомогою комп'ютера; студент має вміння формалізованого опису поставлених задач; студент має вміння побудови моделей вирішення поставлених завдань; студент пропонує використання знань зі споріднених областей знань.

Категорія	Дії студента
6. Оцінка	студент оцінює логіку розроблення нового програмного продукту; студент оцінює одержані результати виходячи з початкових даних, студент оцінює відповідні висновки; студент оцінює значущість свого продукту навчальної діяльності; студент оцінює застосування різних технологій при вирішенні певного класу завдань.

Таблиця 2

**Опис цілей вивчення “Технології створення програмних продуктів” (ТСПП)
в афективній області через діяльність студента**

Категорія	Дії студента
1. Сприйняття	студент усвідомлює важливість навчання, важливість вивчення курсу ТСПП, усвідомлює свою реалізацію в навчанні як чинника професійного зростання; студент уважно слухає матеріал в аудиторії; студент уважно вивчає методичні матеріали, за якими працює.
2. Реагування	студент виконує завдання за методичними матеріалами курсу ТСПП; студент підкоряється внутрішньому розпорядку і правилам поведінки; студент добровільно викликається виконувати завдання; студент виявляє цікавість до предмету та до завдання, що виконує; студент задоволений процесом виконання завдання.
3. Засвоєння ціннісної орієнтації	студент проявляє стійке бажання оволодіти уміннями з курсу ТСПП; вирішувати завдання із застосуванням відповідних технологій; студент проявляє переконаність, відстоюючи застосування того або іншого способу дій, методу або застосування певного програмного засобу при вирішенні навчальних завдань.
4. Організація ціннісної орієнтації	студент бере на себе відповідальність за свою поведінку, за виконання отриманих завдань з курсу ТСПП; студент розуміє свої можливості при вивченні певної теми з курсу ТСПП; студент розуміє значення своєї реалізації в навчанні, в майбутній професійній діяльності; студент проявляє готовність до виконання завдань з курсу ТСПП; студент проявляє прагнення до співпраці в групі; студент планує свою роботу над завданням відповідно до своїх здібностей, потреб.

Таким чином, завданням “Технології створення програмних продуктів”, є: забезпечення належного теоретичного рівня навчання і формування в студентів застосовувати набуті знання; формування умінь, що включають як знання теоретичних основ дій, знання про способи виконання дій, їх змісту і послідовності, призначення необхідних приладів, інструментів та програмного забезпечення, навичок роботи з ними, практичний досвід виконання аналогічних дій.

Розглянемо детально й послідовно змістовно-тематичні лінії викладання дисципліни “Технології створення програмних продуктів”.

Перша лінія даного курсу – “Вступ у технології програмування”. Це початок вивчення даної дисципліни, де студенти опановують базові поняття та види програмного забезпечення, історичні аспекти розроблення програмного забезпечення. Викладачем виконується акцент на тлумаченні поняття “технології програмування” як процесу, узагальнюються відомості, отримані з інших споріднених дисциплін. Також формуються основні поняття, твердження і методи та зв'язки між ними, наголошується практичне значення курсу, що вивчається.

Друга лінія даного курсу – “Моделі життєвого циклу програмного забезпечення”. В ній йде ознайомлення й аналіз важливого поняття “життєвий цикл програмного забезпечення”, обов'язково враховуючи галузевий стандарт (“IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology”, 1990). Розглядаються також питання щодо аналізу вимог замовником до програмного продукту, питання розробки технічного завдання та стандарту (“Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы”, 1990), який нещодавно використовувався, і, на наш погляд, також є корисним для ознайомлення студентів різним підходам до розробки програмних продуктів. Також студенти ознайомлюються із характеристиками каскадної, ітеративної й спіральної моделей життєвого циклу програмного забезпечення, розглядаються їх недоліки та переваги.

Третя лінія даного курсу – «Планування та управління процесом розроблення та супроводу програмного забезпечення», де ретельно вивчаються особливості процесом керування та організації робіт з розроблення програмного забезпечення, пояснюються питання ролей процесу, умінь, координації роботи, питання комунікації між розробниками, забезпечення якості програмного забезпечення. В цьому матеріалі, який безперечно пов'язаний із попередньою предметною лінією, увагу студентів акцентують на послідовність етапів розробки програмних продуктів: аналіз вимог замовника та дослідження предметної області, функціональна специфікація нового програмного продукту, технічне завдання на нього, проектування та моделювання нової програмної розробки, реалізація або кодування, тестування та експлуатація. На нашу думку, ця тема потребує найбільшої уваги, тому що розглядає цілісність процесу створення програмних продуктів і важливість кожного етапу розробки програмного забезпечення.

Четверта лінія даного курсу – «Стандарти на розроблення та супровід програмного забезпечення». В ній розглядаються питання стандартизації розроблення програмного забезпечення, міжнародні стандарти ISO (International Organization for Standardization) та стандарти організації IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Основними документами, що регламентують процес розроблення програмного забезпечення є державний стандарт щодо

розроблення систем та програмного забезпечення ДСТУ ISO/IEC/IEEE 16326:2015 ("Розроблення систем та програмного забезпечення", 2015), міжнародний стандарт на процеси розроблення та організації життєвого циклу програмного забезпечення ISO/IEC/IEEE 12207:2017 ("Systems and software engineering", 2017) та галузевий стандарт Інституту інженерів з радіоелектроніки та електротехніки (IEEE), що систематизує основні види діяльності з програмної інженерії, Guide to the Software Engineering Body of Knowledge або SWEBOOK (Bourque & Fairley, 2014). І безперечно, знання основних стандартів сфери інформаційних технологій та управління IT-послугами є фундаментом вивчення даної дисципліни, є ключем до розуміння підходів до управління IT-послугами, а також ключем розуміння до організації, контролю й вдосконалення цієї діяльності. Змістовне розкриття основних стандартів, пов'язаних з ними понять, тверджень і наголошення на практичному значенні використання вказаних стандартів забезпечує обов'язковий мінімум знань зі стандартизації програмних продуктів майбутніми фахівцями.

П'ятою лінією даного курсу є "Сучасні методології розроблення програмних систем. Візуальне моделювання мовою UML (Unified Modeling Language) предметної області". В ній студенти знайомляться та опановують матеріал щодо інструментарію проектування на мові UML (Буч та ін., 2008; Torre et al., 2018; Bernhard, 2016; Filho & Braga, 2017). Сюди відносяться знання таких основних понять як "спеціальна уніфікована мова моделювання", "сутності", "структурні сутності", "поведінкові сутності", "групування", "відносини", "залежності", "асоціації", "узагальнення", "реалізації", "діаграми", "структурні діаграми", "поведінкові діаграми", "діаграми варіантів використання", "діаграми взаємодії" та інші. Всі види сутностей й відносин UML у діаграмах подаються у свій спосіб графічного зображення. Зауважимо, що базові поняття мови UML дозволяють формувати вміння з проектування певних систем, програмних продуктів, бо для розуміння системи, що розробляється, потрібно застосовувати різні діаграми, які уточнюють конкретні аспекти цієї системи. Так діаграма використання – це концептуальна модель системи. Діаграма класів – логічна модель, в якій зображуються статичні аспекти всієї структури. Діаграма діяльності є теж логічною моделлю. Вона відтворює динамічні аспекти функціонування системи, яка розробляється. І отримання умінь з моделювання на мові UML охоплює знання теоретичних основ, знання правил та способів використання нотацій сутностей UML, призначення необхідного інструментарію візуалізації, знання з виконання основних алгоритмів дій при створенні моделей, вказаних вище. А формування умінь із проектування на мові UML дозволить майбутнім фахівцям бути готовими діяти в змінюваних, умовах, в нових практичних ситуаціях.

Шостою лінією даного курсу є "Методологія Rational Unified Process", за матеріалами якої студенти ознайомлюються з уніфікованим процесом розроблення програмного забезпечення, з вимогами до нього (Kruchten, 2004). Оскільки весь процес розроблення розподіляється за життєвим циклом програмного забезпечення, то велика увага спочатку приділяється "моделі варіантів використання", що описує повні функціональні вимоги до системи, що розробляється. Далі будується "модель аналізу", що є концептуальною моделлю системи. Вона детально описує усі вимоги та роботи, необхідні для реалізації. Наступним етапом є створення "моделі проектування", що відтворює функціональні та нефункціональні вимоги щодо системи, яка проектується, та "моделі розгортання", що дозволяє встановити реалізованість варіантів використання. Після цього настає черга до "моделі реалізації", що описує елементи "моделі проектування" як файли із кодом програм. І нарешті розглядається "модель тестування", в якій тестуються компоненти "моделі реалізації".

Сьомою лінією даного курсу є "Методологія Microsoft Solution Framework (MSF). Методологія eXtreme Programming (XP)". Студенти опановують базові принципи MSF (Turner, 2006) та XP (Beck, 2005), ознайомлюються з моделями та основними методами. До базових принципів MSF, що відтворюють досвід груп-розробників програмних продуктів, відносяться: "сприяння відкритій комунікації", "робота у напрямку спільного бачення проекту", "надання прав і можливостей членам команди", "визнання індивідуальної та спільної відповідальності", "зосередження на бізнес-цілях", "бути гнучкими, очікувати на зміни", "інвестування у якість", "навчання за досвідом". Розглядаючи XP, акцентується увага на те, що ця методологія є спрощеною методологією організації створення програмних продуктів для невеликих та середніх за розміром команд. Ця методологія включає методи щодо виконання чотирьох видів діяльності створення програмного продукту: кодування, тестування, слухання, проектування.

Восьмою лінією даного курсу є "Гнучке розроблення ПЗ на основі Agile. Патерни проектування при розробленні програмних систем", де розглядаються зі студентами принципи гнучкого розроблення програмного забезпечення, Agile-методи (Stelman & Greene, 2014) та деякі патерни проектування програмних систем (Gamma et al., 1995; Wedyan & Abufakher, 2020; Horstmann, 2006). Серед Agile-методів має велике застосування Scrum-методів (Sharma & Wadhwa, 2015). При ознайомленні з патернами проектування програмних систем студентам потрібно усвідомити, що на цей час вже розроблено досить велику кількість патернів в залежності від сфери використання, тому їх застосування при вирішенні кожного завдання – є визначення конкретного рішення, що пов'язане з певною проблемою.

Весь матеріал для викладання студентам може бути модифікований або доповнений, виходячи з останніх наукових розробок. Вище в загальних рисах схарактеризовано навчальний матеріал, який запропоновано до вивчення в даній дисципліні. Завдання викладача донести матеріал до студентів, сформувавши їх цілісне й системне уявлення про технології створення програмних продуктів. Проте теоретичні відомості за даним курсом не є самоціллю вивчення даної дисципліни.

Вважаємо, що важливим методичним аспектом дисципліни "Технології створення програмних продуктів" є залучення завдань практичного характеру, які пронизують теоретичний матеріал. Від студентів вимагається виконати практичні роботи, виконати надані в них приклади, застосувати отримані знання та вміння у завданнях самостійної роботи. Це дозволяє посилити теоретичну підготовку, активізувати мислення студентів, посилити розуміння ними предметної області та майбутньої професійної діяльності, сформувавши вміння аналізувати об'єкт проектування або його функціонування, сформувавши вміння оцінювати сукупність факторів, що мають вплив на життєвий цикл програмного забезпечення. І справа тут не тільки у так званому "перенесенні" знань і умінь у нові ситуації, які зазвичай

супроводжуються певними психологічними труднощами та відсутністю досвіду студентів із розробки програмних продуктів.

Вивчаючи конкретні теми та виконуючи конкретні практичні роботи, необхідно створювати основу для систематизації отриманих знань, розкривати всі зв'язки навчального матеріалу за даною дисципліною та іншими фаховими курсами, враховувати їх специфіку.

Розглянемо зміст деяких практичних робіт, що надаються студентам. Оскільки створення програмних продуктів підпорядковано стадіям життєвого циклу розробки програм, то студентами послідовно виконуються практичні роботи спочатку щодо аналізу вимог з розробки програмних продуктів, далі надається робота щодо функціональної розробки специфікації програмного продукту, після передбачено практичну роботу з розробки технічного завдання на програмне забезпечення, далі передбачається практична робота із ознайомленням технології для планування робіт по створенню програмних продуктів, після пропонуються декілька практичних робіт, що передбачають ознайомлення із технологією про проектування на мові UML, і т.д. Результатом виконання кожної практичної роботи є оформлення звіту, в якому студент показує результати своїх дій з опанування основних навичок щодо технологій створення програмних продуктів. Зауважуємо на те, що в процесі виконання практичних робіт акцент припадає на специфіку розробки програмних продуктів, а в цілому формується досвід використання відповідних технологій з дотриманням відповідних етапів розробки програмних продуктів. Вважаємо, що такий підхід, що спирається на приклади реальної дійсності, є базисом для опанування студентами навичок з розробки нових інформаційних систем та технологій.

Наведемо приклад практичної роботи "Планування та управління процесом розроблення програмного продукту в MS Project (Project Libre)". Після ознайомлення студентів з алгоритмами роботи у відповідних програмах їм пропонується одне із завдань: розробити проєкт зі створення сайту-візитки. Обговорюючи зі студентами це завдання, доходимо до висновку, що проєкт передбачає наступні етапи: а) створення контенту сайту: створення слайдера, наповнення сайту контентом, робота з віджетами, тест; б) розміщення сайту на хостингу: реєстрація домену, оплата хостингу, заливка сайту на хостинг. Далі студенти, використовуючи відповідне програмне забезпечення, реалізують планування процесу розроблення сайту у своїх практичних діях та отримують план роботи над власним проєктом з розробки сайту, що представлено на рис. 2.

		Название	Продолжи...	Начало	Окончание
1		☐ Створення контенту сайту	6 днів?	27.09.21 8:00	04.10.21 17:00
2		Створення слайдера	2 днів?	27.09.21 8:00	28.09.21 17:00
3		Наповнення сайта контентом	2 днів?	29.09.21 8:00	30.09.21 17:00
4		Робота з віджетами	2 днів?	01.10.21 8:00	04.10.21 17:00
5		Тест	0 днів?	04.10.21 8:00	04.10.21 8:00
6		☐ Розміщення сайту на хостингу	0,625 днів	04.10.21 8:00	04.10.21 14:00
7		Регістрація домену	0,25 днів	04.10.21 8:00	04.10.21 10:00
8		Оплата хостингу	0,25 днів	04.10.21 8:00	04.10.21 10:00
9		Заливка сайту на хостинг	0,625 днів	04.10.21 8:00	04.10.21 14:00

Рис. 2. Приклад результату планування проєкту із створення сайту

При виконанні практичних робіт за тематикою проектування основ UML студенти створюють різні діаграми, в т.ч. діаграми використання. Так, на прикладі проектування системи інтернет-магазину, вони створюють різні діаграми варіантів використання, в т.ч. діаграму для замовлення товарів в системі інтернет (рис. 3). На різних завданнях-прикладях зі студентами обговорюються "актори" інформаційної системи, їх функції, варіанти використання і т.д. Таким чином студенти виконують усвідомлено проектування системи, яка пропонується. А для закріплення даного матеріалу, студентам доцільно пропонувати різнопланові інші завдання вже для самостійного проектування.

Вважаємо, що принциповою вимогою до викладання "Технологій створення програмних продуктів" є озброєння студентів системою знань про основні аспекти майбутньої діяльності. Важливим є ґрунтовне засвоєння студентами матеріалу основних змістовно-тематичних ліній. Весь матеріал є доброю основою для розвитку в студентів чіткості та логічності мислення, та є знаряддям для розв'язування завдань практичного характеру, наближених до фахової діяльності. Дисципліну "Технології створення програмних продуктів" можна назвати опорним курсом для таких дисциплін як "Проектування інформаційних систем", "Управління IT-проєктами", "Інформаційні системи в бізнесі" та інші, що передбачені освітньою програмою.

Дуже важливо максимально використовувати можливості "Технологій створення програмних продуктів" для розвитку самостійного мислення, творчої активності й під час виконання самостійних робіт, що мають творчий характер. В результаті виконання таких завдань, долаючи певні труднощі, студенти отримують впевненість у своїх пізнавальних можливостях, привчаються до правильності, лаконічності й точності висловлювання своїх думок при роботі над "новим програмним продуктом".

Викладання основних технологій створення програмних продуктів та вивчення їх студентами спеціальності 126 – "Інформаційні системи та технології" забезпечує формування професійної компетентності студентів. Навчання й вивчення матеріалу кожної тематичної лінії курсу "Технології створення програмних продуктів" ґрунтується на нашій методологічній основі. Наше викладання втілює поєднання освітніх цілей навчання й фахового розвитку, узагальнення нових досягнень та підходів до розробки програмних продуктів. Викладання нами даного курсу передбачає вивчення алгоритмів роботи зі спеціалізованим програмним забезпеченням, яке охоплює життєвий цикл розробки програм.

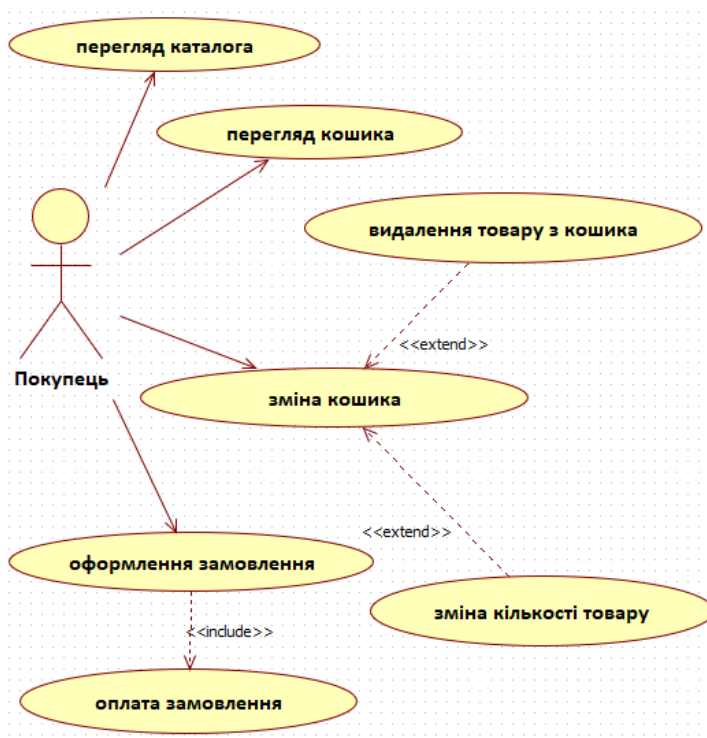


Рис. 3. Приклад результату проектування на мові UML: діаграма варіантів використання, що пояснює основний прецедент «замовлення товарів»

Таким чином, важливими методичними аспектами викладання “Технологій створення програмних продуктів” студентами спеціальності 126 “інформаційні системи та технології” є:

- дотримання методичної системи вивчення студентами даної дисципліни;
- організація теоретичного матеріалу даної дисципліни за послідовними змістовно-тематичними лініями, які дозволяють чітко узагальнювати та систематизувати зміст, що вивчається;
- надання можливості студентам зосередити увагу на головних аспектах з розробки програмних продуктів: аналіз предметної області, аналіз вимог замовник програмного продукту, проектування розробки, реалізація і т.д.;
- врахування й озброєння студентів системою знань про основні аспекти майбутньої діяльності;
- використання завдань практичного характеру, завдань наближених до фахової діяльності;
- застосування під час практичних та самостійних робіт інструментарію технологій створення програмних продуктів.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Оскільки “Технології створення програмних продуктів” є базовою дисципліною при підготовці комп’ютерних фахівців у вищій школі, тому її викладання повинно ґрунтуватися відповідно до розглянутої методичної системи. В даному дослідженні окреслено методичні аспекти викладання дисципліни, але детально розглянуто змістовно-тематичні лінії викладання, які можна доповнювати, модифікувати та оновлювати з урахуванням галузевих тенденцій.

Подальше дослідження буде спрямовано на методичних аспектах викладання різних технологій створення програмних продуктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Beck, K. (2005). *Extreme programming explained: embrace change* (2nd ed). Pearson Education, Inc.
2. Bernhard, R. (2016). *Modeling with UML*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-33933-7>
3. Bourque, P., & Fairley, R. E. (Eds.). (2014). *SWEBOOK.V3. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*. IEEE Computer society. <https://cs.fit.edu/~kgallagher/Schtick/Serious/SWEBOOKv3.pdf>
4. Filho, J.L., Braga, J. (2017). UML: Unified Modeling Language. *Encyclopedia of GIS*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-17885-1_1419.
5. Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., & Vlissides, J. (1995). *Design Patterns - Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Addison-Wesley, Inc.
6. Horstmann, C. (2006). *Object-Oriented Design and Patterns*. Books by John Wiley Sons Inc. <https://manualzz.com/doc/47794372/object-oriented-design-and-patterns--2nd-edition>.
7. Kruchten, P. (2004). *The rational unified process : an introduction*. Boston : Addison-Wesley.
8. Malykhin, O. B., & Yarmolchuk, T. M. (2020). Topical strategies in the professional training for information technologies specialists. *Information Technologies and Learning Tools*, 76(2), 43–57. <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.2682>.
9. Rasnacis, A., & Berzisa, S. (2017). Method for Adaptation and Implementation of Agile Project Management Methodology. *Procedia Computer Science*, 104, 43-50. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.01.055>

10. Sharma, N., Wadhwa, M. (2015). eXSRUP: Hybrid Software Development Model Integrating Extreme Programing, Scrum & Rational Unified Process. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 3(5), 383-392. https://www.ijcsonline.org/pdf_paper_view.php?paper_id=537&69-IJCSE-01035-3.pdf
11. Software Engineering. (1990). *IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology*. IEEE Std 610.12-1990, 1-84. <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.1990.101064>.
12. Stelman, A., & Greene, J. (2014). *Learning Agile*. O'Reilly Media, Inc.
13. Systems and software engineering. (2017). *Software Life Cycle Processes* (ISO/IEC/IEEE 12207:2017). International standard. <https://www.iso.org/standard/63712.html>.
14. Torre, D., Labiche, Y., Genero, M., Baldassarre, M. T., & Elaasar, M. (2018). UML Diagram Synthesis Techniques: A Systematic Mapping Study. *2018 IEEE/ACM 10th International Workshop on Modelling in Software Engineering (MiSE)*, 33-40. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8445456/references#references>.
15. Turner, M. S. V. (2006). *Microsoft Solutions Framework Essentials: Building Successful Technology Solutions*. Microsoft Press.
16. Wedyan, F., & Abufakher, S. (2020). Impact of Design Patterns on Software Quality: A Systematic Literature Review. *IET Software*, 14(1), 1-17. <https://doi.org/10.1049/iet-sen.2018.5446>.
17. Алексенко, О. В. (2018). *Технології програмування та створення програмних продуктів: конспект лекцій*. Сумський державний університет.
18. Асєєва, А.В., & Кулаковська, І. В. (2019). Аналіз проблем вибору технології для розробки програмного забезпечення. *Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво*, 37, 10-18. <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2019-37-2>.
19. Буч, Г., Рамбо, Д., & Якобсон, І. (2008). *Язык UML. Руководство пользователя*. (2-е изд.: Пер. с англ. Мухин Н.). М.: ДМК Пресс.
20. Власюк, А., & Грицюк, П. (2013). Підготовка фахівців з інформаційних технологій у контексті сучасних вимог. *Нова педагогічна думка*, (1.1), 109. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npd_2013_1_28.
21. Глазунова, О.Г. (2014). Модель підготовки майбутнього іт фахівця в університетах аграрного профілю в умовах глобалізації та євроінтеграції. *Вісник Національного університету оборони України*, 5 (42), 36-42.
22. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. (1990). *Техническое задание на создание автоматизированной системы* (ГОСТ 34.602-89). Межгосударственный стандарт. http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=57803.
23. Кларин, М.В. (1988). Педагогическая технология в учебном процессе. Анализ зарубежного опыта. *Новое в жизни, науке и технике*. Сер. «Педагогика и психология», 6. М.: Знание.
24. Логвіненко, В.Г. (2005). *Методика формування пізнавальної самостійності студентів технічних спеціальностей в процесі вивчення інформаційно-комунікативних технологій* [Дис. канд. пед. наук]. Українська інженерно-педагогічна академія.
25. Освітньо-професійна програма «Інформаційні системи та технології». (2021). <https://eim.snau.edu.ua/kafedri/kibernetiki-ta-informatiki/osvitno-profesijni-programi/>.
26. Острога, М.М. (2019). Професійна підготовка в галузі ІТ: аналіз ринку ІТ-спеціальностей. *Фізико-математична освіта*, 4(22), частина 2, 52-57. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2019-022-4-034>.
27. Професійний стандарт. (2014). *Фахівець з розробки програмного забезпечення*. <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vyshcha/IT-prof-standarty/6-ps-rozrobnik-pz-13.12.2014.pdf>.
28. Розроблення систем та програмного забезпечення. (2015). *Процеси життєвого циклу. Керування проектами* (ДСТУ ISO/IEC/IEEE 16326:2015). Державний Стандарт України. http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=67052.
29. Рощенюк, А.М. (2019). *Підготовка майбутніх фахівців з інформаційних технологій до творчої самореалізації в адаптаційний період*. Рукопис. [Автореф. Дис. к-та пед. наук, Рівненський державний гуманітарний університет]. Репозитарій РГДУ. https://rshu.edu.ua/images/afto/avtoref_roshcheniuk.pdf.
30. Стрюк, А.М. (2018). Становлення та розвиток інженерії програмного забезпечення як галузі знань. *Інформаційні технології в освіті*, 4 (37), 103-136.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Beck, K. (2005). *Extreme programming explained: embrace change* (2nd ed). Pearson Education, Inc.
2. Bernhard, R. (2016). *Modeling with UML*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-33933-7>
3. Bourque, P., & Fairley, R. E. (Eds.). (2014). *SWEBOK.V3. Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*. IEEE Computer society. <https://cs.fit.edu/~kgallagher/Schtick/Serious/SWEBOKv3.pdf>
4. Filho, J.L., Braga, J. (2017). UML: Unified Modeling Language. *Encyclopedia of GIS. Springer, Cham*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-17885-1_1419.
5. Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., & Vlissides, J. (1995). *Design Patterns - Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Addison-Wesley, Inc.
6. Horstmann, C. (2006). *Object-Oriented Design and Patterns*. Books by John Wiley Sons Inc. <https://manualzz.com/doc/47794372/object-oriented-design-and-patterns--2nd-edition>.
7. Kruchten, P. (2004). *The rational unified process : an introduction*. Boston : Addison-Wesley.
8. Malykhin, O. B., & Yarmolchuk, T. M. (2020). Topical strategies in the professional training for information technologies specialists. *Information Technologies and Learning Tools*, 76(2), 43-57. <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.2682>.
9. Rasnacs, A., & Berzisa, S. (2017). Method for Adaptation and Implementation of Agile Project Management Methodology. *Procedia Computer Science*, 104, 43-50. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.01.055>
10. Sharma, N., Wadhwa, M. (2015). eXSRUP: Hybrid Software Development Model Integrating Extreme Programing, Scrum & Rational Unified Process. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 3(5), 383-392. https://www.ijcsonline.org/pdf_paper_view.php?paper_id=537&69-IJCSE-01035-3.pdf
11. Software Engineering. (1990). *IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology*. IEEE Std 610.12-1990, 1-84. <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.1990.101064>.
12. Stelman, A., & Greene, J. (2014). *Learning Agile*. O'Reilly Media, Inc.
13. Systems and software engineering. (2017). *Software Life Cycle Processes* (ISO/IEC/IEEE 12207:2017). International standard. <https://www.iso.org/standard/63712.html>.
14. Torre, D., Labiche, Y., Genero, M., Baldassarre, M. T., & Elaasar, M. (2018). UML Diagram Synthesis Techniques: A Systematic Mapping Study. *2018 IEEE/ACM 10th International Workshop on Modelling in Software Engineering (MiSE)*, 33-40. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8445456/references#references>.
15. Turner, M. S. V. (2006). *Microsoft Solutions Framework Essentials: Building Successful Technology Solutions*. Microsoft Press.

16. Wedyan, F., & Abufakher, S. (2020). Impact of Design Patterns on Software Quality: A Systematic Literature Review. *IET Software*, 14(1), 1-17. <https://doi.org/10.1049/iet-sen.2018.5446>.
17. Aleksenko, O. V. (2018). *Tekhnologii prohramuvannia ta stvorennia prohramnykh produktiv: konspekt lektsii [Technologies of programming and creation of software products: lecture notes]*. Sums'kyi derzhavnyi universytet. (in Ukrainian).
18. Asieieva, A., & Kulakovska, I. (2019). Analiz problem vyboru tekhnologii dlia rozrobky prohramnogo zabezpechennia [Analysis of technology selection problems for software development]. *Kompiuterno-intehrovani tekhnologii: osvita, nauka, vyrobnytstvo – Computer-integrated technologies: education, science, production*, (37), 10-18. <https://doi.org/10.36910/6775-2524-0560-2019-37-2>. (in Ukrainian).
19. Buch, G., Rambo, D., & Jakobson, I. (2008). *Jazyk UML. Rukovodstvo pol'zovatelja [UML language. User's manual]*. (2-e izd.: Per. s angl. Muhin N.). M.: DMK Press. (in Russian).
20. Vlasuk, A., & Hrytsiuk, P. (2013). Pidhotovka fakhivtsiv z informatsiinykh tekhnologii u konteksti suchasnykh vymoh [Training of information technology specialists in the context of modern requirements]. *Nova pedahohichna dumka – A new pedagogical idea*, (1.1), 109. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npd_2013_1_28. (in Ukrainian).
21. Hlazonova, O.H. (2014). Model pidhotovky maibutnoho it fakhivtsia v universytetakh ahrarynoho profilu v umovakh hlobalizatsii ta yevrointehratsii [The model of training future IT specialists in agricultural universities in the context of globalization and European integration]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu oborony Ukrainy – Bulletin of the National University of Defense of Ukraine*, 5 (42), 36-42. (in Ukrainian).
22. Informacionnaja tehnologija. Kompleks standartov na avtomatizovannye sistemy [Information technology. A set of standards for automated systems]. (1990). *Tekhnicheskoe zadanie na sozdanie avtomatizirovannoj sistemy – Terms of reference for the creation of an automated system* (GOST 34.602-89). Mezhhgosudarstvennyj standart. http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=57803. (in Russian).
23. Klarin, M.V. (1988). Pedagogicheskaja tehnologija v uchebnom processe. Analiz zarubezhnogo opyta [Pedagogical technology in the educational process. Analysis of foreign experience]. *Novoe v zhizni, nauke i tekhnike – New in life, science and technology*. Ser. «Pedagogika i psihologija», 6. M.: Znanie. (in Russian).
24. Lohvinenko, V. H. (2005). *Metodyka formuvannia piznavalnoi samostiinosti studentiv tekhnichnykh spetsialnostei v protsesi vyvchennia informatsiino-komunikativnykh tekhnologii [Methods of forming cognitive independence of students of technical specialties in the process of studying information and communication technologies]*. [Dys. kand. ped. nauk]. Ukrainska inzhenerno-pedahohichna akademiia. (in Ukrainian).
25. Osvitno-profesiina prohrama «Informatsiini systemy ta tekhnologii» [Educational and professional program "Information systems and technologies"]. (2021). <https://eim.snau.edu.ua/kafedri/kibernetiki-ta-informatiki/osvitno-profesijni-programi/>. (in Ukrainian).
26. Ostroha, M. (2019). Profesiina pidhotovka v haluzi IT: analiz rynku IT-spetsialnostei [IT professional training: analysis of the IT specialties market]. *Fiziko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 4(22), 2, 52-57. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2019-022-4-034>. (in Ukrainian).
27. Profesiinyi standart [Professional standard]. (2014). *Fakhivets z rozrobky prohramnogo zabezpechennia – Software development specialist*. <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vyshcha/IT-prof-standarty/6-ps-rozrobnik-pz-13.12.2014.pdf>. (in Ukrainian).
28. Rozroblennia system ta prohramnogo zabezpechennia [Systems and software development]. (2015). *Protsesi zhyttievoho tsyклу. Keruvannia proektamy – Life cycle processes. Project management* (DSTU ISO/IEC/IEEE 16326:2015). Derzhavnyi Standart Ukrainy. http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=67052. (in Ukrainian).
29. Roshcheniuk, A.M. (2019). Pidhotovka maibutnykh fakhivtsiv z informatsiinykh tekhnologii do tvorchoi samorealizatsii v adaptatsiinyi period [Training of future specialists in information technology for creative self-realization in the adaptation period]. Rukopys. [Avtoref. Dys. k-ta ped. nauk, Rivnenskyi derzhavnyi humanitarnyi universytet]. Repozytarii RHDU. https://rshu.edu.ua/images/afto/avtoref_roshcheniuk.pdf. (in Ukrainian).
30. Striuk, A.M. (2018). Stanovlennia ta rozvytok inzhenerii prohramnogo zabezpechennia yak haluzi znan [Formation and development of software engineering as a field of knowledge]. *Informatsiini tekhnologii v osviti – Information technology in education*, 4 (37), 103-136. (in Ukrainian).



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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.



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

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

DOI 10.31110/2413-1571-2022-035-3-008

УДК 378.147

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ТА ІДЕЙ ТЕОРІЇ ЧИСЕЛ В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ АЛГЕБРИ: НЕОБХІДНІСТЬ УСВІДОМЛЕННЯ МАЙБУТНІМИ ВЧИТЕЛЯМИ МАТЕМАТИКИ

Тетяна ЛУКАШОВА

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

Марина ДРУШЛЯК

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

Інна ШИШЕНКО

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

Олена ПОКІДЬКО

Прилуцька гімназія №1 ім. Георгія Вороного, Прилуки, Україна
helen.pokidko@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1363-6326>

APPLICATION OF METHODS AND IDEAS OF NUMBER THEORY IN THE SCHOOL COURSE OF ALGEBRA: THE NEED FOR AWARENESS BY PRE-SERVICE TEACHERS MATHEMATICS

Tetiana LUKASHOVA

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

Marina DRUSHLYAK

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

Inna SHYSHENKO

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

Olena POKIDKO

George Voronyi Pryluky gymnasium №1, Pryluky, Ukraine
helen.pokidko@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-1363-6326>

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Курс алгебри і теорії чисел упродовж багатьох десятиліть займає провідне місце у системі підготовки майбутніх вчителів математики. Зважаючи на його важливість та тісні взаємозв'язки з шкільним курсом алгебри та змістом цілої низки факультативних курсів та гуртків з математики, в системі підготовки майбутніх учителів математики важливо акцентувати увагу на усвідомлення паралелей між ідеями та категоріями вищої алгебри та шкільного курсу математики.

Матеріали і методи. Системний аналіз наукової, навчальної та методичної літератури; порівняння та синтез теоретичних положень; узагальнення власного педагогічного досвіду.

Результати. Система підготовки майбутніх учителів математики має бути побудована так, щоб акцентувати увагу на використанні ідей та методів теорії чисел як у шкільному курсі алгебри, так і у змісті шкільних математичних гуртків. Зазначена проблема може бути вирішена у кількох напрямках: при вивченні відповідних тем та методів в курсі алгебри і теорії чисел; в рамках курсів за вибором («Вибрані питання олімпіадної математики», «Вибрані питання теорії чисел» тощо); на заняттях математичного гуртка при вивченні відповідних тем; при реалізації міжпредметних зв'язків (наприклад, з курсом дискретної математики при вивченні правил комбінаторики, методу включень та виключень тощо).

Здійснено порівняльний аналіз змісту навчальної програми курсу «Алгебра і теорія чисел» за спеціальністю 014 Середня освіта (Математика) та Програми для класів з поглибленим вивченням, що стосуються питань теорії чисел, а також методи, які при цьому використовуються. Розглянуто деякі аспекти застосування властивостей конгруенцій при розв'язуванні задач теорії чисел: доведення подільності, знаходження остачі від ділення, встановлення умов простоти чисел, розв'язування невизначених рівнянь у цілих числах тощо.

ABSTRACT

Formulation of the problem. The course of algebra and number theory has been at the forefront of pre-service mathematics teachers' training for many decades. Given its importance and close relationship with the algebra school course and the content of several electives and math classes, it is important to focus on understanding the parallels between higher algebra ideas and categories and the math school course in the pre-service mathematics teachers' training.

Materials and methods. System analysis of scientific, educational, and methodical literature; comparison and synthesis of theoretical positions; generalization of own pedagogical experience.

Results. The system of pre-service mathematics teachers' training should focus on the use of ideas and methods of number theory in the school course algebra, and the content of school math classes. This problem can be solved in several ways: in the study of relevant topics and methods in the course of algebra and number theory; in the framework of elective courses ("Selected issues of Olympic mathematics", "Selected issues of number theory", etc.); in the classes of the mathematical circle in the study of relevant topics; in the implementation of interdisciplinary links (for example, with the course of discrete mathematics in the study of the rules of combinatorics, the method of inclusion and exclusion, etc.).

A comparative analysis of the content of the curriculum of the course "Algebra and Number Theory" in the specialty 014 Secondary Education (Mathematics) and the curriculum for classes with in-depth study on issues of number theory, as well as the methods used. Some aspects of the application of congruence properties in solving problems of number theory are considered: proving divisibility, finding the remainder of the division, establishing conditions for simplicity of numbers, solving indefinite equations in integers, etc.

Conclusions. The proposed system of exercises can be implemented both in classes on algebra and number theory in the study of numerical congruences and their properties, and in the course "Selected issues of Olympic mathematics" and meetings of the mathematical circle in the

Для цитування:

Лукашова Т., Друшляк М., Шищенко І., Покідько О. Застосування методів та ідей теорії чисел в шкільному курсі алгебри: необхідність усвідомлення майбутніми вчителями математики. *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 35. № 3. С. 59-64. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-035-3-008

Лукашова, Т., Друшляк, М., Шищенко, І., & Покідько, О. (2022). Застосування методів та ідей теорії чисел в шкільному курсі алгебри: необхідність усвідомлення майбутніми вчителями математики. *Фізико-математична освіта*, 35(3), 59-64. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-008>

For citation:

Lukashova, T., Drushlyak, M., Shyshenko, I., & Pokidko, O. (2022). Application of methods and ideas of number theory in the school course of algebra: the need for awareness by pre-service teachers mathematics. *Physical and Mathematical Education*, 35(3), 59-64. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-008>

Lukashova, T., Drushlyak, M., Shyshenko, I., & Pokidko, O. (2022). Zastosuvannya metodiv ta idei teorii chysel v shkilnomu kursy algebyri: neobkhidnist usvidomlennia maibutnimy vchyteliyamy matematyky [Application of methods and ideas of number theory in the school course of algebra: the need for awareness by pre-service teachers mathematics]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 35(3), 59-64. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-008>

Висновки. Запропонована система вправ може бути реалізована як на заняттях з алгебри і теорії чисел при вивченні числових конгруенцій та їх властивостей, так і на заняттях курсу «Вибрані питання олімпіадної математики» і засіданнях математичного гуртка при вивченні застосувань теорії чисел до розв'язування завдань евристичного характеру, що сприяє усвідомленню майбутніми вчителями математики зв'язків між курсом алгебри і теорії чисел та шкільним курсом алгебри.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: майбутні вчителів математики, підготовка майбутніх учителів математики, алгебра, теорія чисел, шкільний курс алгебри.

study of applications of number theory to solve heuristic problems, which helps pre-service mathematics teachers to understand the relations between the course of algebra and number theory and the school course of algebra.

KEYWORDS: pre-service mathematics teachers, pre-service mathematics teachers' training, algebra, number theory, school course of algebra.

ВСТУП

Постановка проблеми. Курс алгебри і теорії чисел упродовж багатьох десятиліть займає провідне місце у системі підготовки майбутніх вчителів математики. На його важливості та тісних взаємозв'язках із шкільним курсом алгебри та змістом цілої низки факультативних курсів та гуртків з математики наголошують як зарубіжні (Bair & Rich, 2011; Mendoza Álvarez & White, 2018; Qiu & Liu, 2010; Zazkis, 2007; Zazkis & Campbell, 1996), так і вітчизняні науковці (Лукашова & Друшляк, 2022; Требенко & Требенко, 2010; Требенко, 2012; Требенко & Требенко, 2017). Зокрема, американське математичне товариство рекомендує, щоб курси вищої алгебри у системі підготовки майбутніх учителів математики були зорієнтовані за змістом на шкільний курс математики, що, з одного боку, буде мотивувати студентів на вивчення вказаних курсів, а, з іншого, – сприяти розумінню наукових основ шкільного курсу алгебри. Conference Board of the Mathematical Sciences (CBMS) у доповіді «The Mathematical Education of Teachers (MET)» зазначали, що більшість майбутніх учителів математики не усвідомлюють зв'язків між абстрактною алгеброю чи теорією чисел і темами шкільної алгебри (<https://www.cbmsweb.org/archive/MET2/met2.pdf>). Цю ситуацію у системі професійної підготовки майбутніх учителів математики підтверджують також дослідження Т. Cofer (2015) та Е. Bukova-Güzel, І. Ugurel, Z. Özgür & S. Kula (2010).

Зважаючи на світові та вітчизняні тенденції важливості усвідомлення зв'язків між ідеями та категоріями вищої алгебри та шкільного курсу математики майбутніми вчителями математики (наприклад, встановлення зв'язків між поняттями теорії груп (Pramasdyahsari et al., 2020) чи абстрактної алгебри (Suominen, 2018) та поняттями шкільного курсу математики, автори зосередили власні пошуки у напрямку з'ясування моментів використання ідей та методів теорії чисел як у шкільному курсі алгебри, так і в змісті шкільних математичних гуртків. Тому метою даної статті є порівняльний аналіз змісту нормативного курсу «Алгебра і теорія чисел», що є складовою системи підготовки майбутніх вчителів математики, та програми з математики для закладів загальної середньої освіти шкіл та класів з поглибленим вивченням математики саме з питань теорії чисел, а також демонстрація можливостей та застосувань окремих методів теорії чисел як в курсі вищої алгебри, так і в шкільному курсі математики.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

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

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Курс алгебри і теорії чисел є одним з найважливіших у системі професійної підготовки майбутніх вчителів математики. Це пов'язано, перш за все з тим, що більшість теорій, які складають зміст даного курсу, мають прямий зв'язок зі шкільним курсом математики (зокрема, це теорія подільності та теорія конгруенцій, теорії многочленів від однієї та кількох змінних тощо). Вивчення ідей та методів курсу алгебри і теорії чисел забезпечує необхідну теоретичну та практичну підготовку майбутнього вчителя математики та сприяє розумінню наукових основ шкільного курсу математики.

Значна увага в курсі алгебри і теорії чисел традиційно приділяється питанням класичної теорії чисел, більшість тем якої дублюються на елементарному рівні у шкільному курсі математики. Наприклад, теми «Подільність цілих чисел», «Ділення цілих чисел з остачею», «Найбільший спільний дільник та найменше спільне кратне цілих чисел» представлені в програмах з математики для 6 класу ЗЗСО та 8 класу для класів з поглибленим вивченням математики. Без ґрунтового оволодіння цим навчальним матеріалом неможливе наповнення дій над дробовими числами, насамперед, зведення чисел до спільного знаменника. З іншого боку, змістовим наповнення тем «Подільність цілих чисел», «Ділення цілих чисел з остачею», «Числові функції» та «Системні числа» лежать в основі цілої низки програм факультативних курсів та математичних гуртків (зокрема, це теми «Ціла і дробова частини числа», «Алгоритм Евкліда», «Діофантові рівняння», «Системи числення» тощо), а відповідні задачі широко використовуються на математичних олімпіадах, конкурсах і турнірах різних рівнів. Нарешті, під час вивчення теорії чисел студенти вивчають та відпрацьовують такі потужні загально математичні методи як метод математичної індукції, метод остач і метод конгруенцій, метод включень та виключень, які широко застосовуються не лише в теорії чисел, а й інших фундаментальних математичних курсах та основах інформатики.

У таблиці 1 наведено порівняльний аналіз змісту навчальної програми курсу «Алгебра і теорія чисел» за спеціальністю 014 Середня освіта (Математика) Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка та Програми для класів з поглибленим вивченням математики (авторський колектив М.І.Бурда, М.Ф.Городній, Д.А.Номіровський, А.В.Паньков, Н.А.Тарасенкова, М.В.Чемерис, В.О.Швець, М.С.Якір), що стосуються питань теорії чисел, а також методи, які при цьому використовуються (в квадратних дужках вказано поняття та методи, що не є обов'язковими до вивчення) (<https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/matematika-algebra-geometriya.pdf>).

Таким чином, змістове наповнення і методи, що використовуються для розв'язування задач та доведення ключових тверджень з тем «Теорія подільності в кільці цілих чисел» та «Основи теорії подільності» в навчальній програмі з алгебри і теорії чисел та шкільній програмі для класів з поглибленим вивченням математики, є майже ідентичним. Проте,

зрозуміло, що в курсі алгебри і теорії чисел відповідні поняття і твердження вивчаються ґрунтовніше та на більш глибокому рівні. З теорії конгруенцій у шкільну програму для класів з поглибленим вивченням математики включено поняття числової конгруенції, властивості конгруенцій за даним модулем та їх застосування до встановлення ознак подільності (метод Паскаля) та знаходження остач від ділення.

Таблиця 1

**Змістове наповнення теоретико-числової лінії в навчальній програмі курсу
«Алгебра і теорія чисел» та шкільній програмі для класів з поглибленим вивченням математики (8-9 класи)**

Зміст навчальна програма дисципліни «Алгебра і теорія чисел»	Зміст програми для класів з поглибленим вивченням математики (8-9 класи)
Теорія подільності у кільці цілих чисел	Основи теорії подільності
Подільність цілих чисел. Теорема про ділення з остачею	Подільність цілих чисел. Основні властивості подільності. Ділення з остачею.
Найбільший спільний дільник та найменше спільне кратне. Алгоритм Евкліда.	Найбільший спільний дільник (НСД) і найменше спільне кратне (НСК). Взаємно прості числа. Алгоритм Евкліда
Прості і складені числа. Теорема Евкліда. Основна теорема арифметики. Канонічний розклад числа. Розподіл простих чисел у натуральному ряді.	Прості й складені числа. Основна теорема арифметики. [Числа-близнюки. Досконалі числа. Прості числа Мерсенна і Ферма. Мала теорема Ферма]
Числові функції. Ціла і дробова частини числа. Мультіплікативні функції. Сума та кількість дільників натурального числа. Функція Ейлера.	—
Системні числа	—
Основні методи	
метод математичної індукції метод остач метод послідовного ділення (алгоритм Евкліда) [метод нескінченного спуску]	
Теорія конгруенцій у кільці цілих чисел	
Числові конгруенції та їх застосування до встановлення ознак подільності на задане число, знаходження остач	Конгруенції за модулем. Ознаки подільності на 3, 9, 11, 2^n , 5^n , $n \in \mathbb{N}$.
Конгруенції з невідомою величиною	—
Показник числа та класу лишків за даним модулем. Індокси	
Основні методи	
застосування властивостей конгруенцій	

Слід зазначити, що тема «Основи теорії подільності» є однією з найскладніших для вивчення у 8 класі та потребує, з одного боку, володіння цілою низкою загально математичних та спеціальних методів теорії чисел, що дозволяють розв'язувати задачі за певним алгоритмом, а з іншого – уміння мислити нестандартно та виходити за рамки готових шаблонів. Згідно з програмними вимогами в ході вивчення вказаної теми відбувається знайомство з ключовими поняттями і твердженнями теорії чисел (формулюється й доводяться основна теорема арифметики, теорема Евкліда про нескінченність множини простих чисел та мала теорема Ферма, формується поняття про розбиття множини натуральних чисел на класи еквівалентності за заданим модулем, детально розглядаються поняття, пов'язані з простими числами тощо), узагальнюються і розширюються отримані у попередніх класах знання з теорії подільності (в тому числі, доводяться деякі ознаки подільності), відбувається розширення математичного світогляду, ознайомлення з історією теорії чисел й дослідженнями в цій галузі.

У той же час, ситуація із рівнем студентів на математичних спеціальностях педагогічних ЗВО в останні роки є такою, що більшість зі студентів не навчалися у класах з поглибленим вивченням математики і знайомство з лівовою частиною понять та методів теорії чисел, які використовуються для розв'язування задач як у курсі алгебри, так і в інших фундаментальних математичних курсах, відбувається лише в університеті під час вивчення курсу алгебри. Саме тому систему професійної підготовки майбутніх учителів математики з теорії чисел слід побудувати таким чином, щоб відбувалося багаторазове повторення основних понять і тверджень курсу та відпрацювання методів, які використовуються при розв'язуванні задач на подільність, знаходженні остач, розв'язуванні невизначених рівнянь в цілих числах тощо.

Зазначена проблема може бути вирішена у кількох напрямках:

- при вивченні відповідних тем та методів в курсі алгебри і теорії чисел,
- в рамках курсів за вибором («Вибрані питання олімпіадної математики», «Вибрані питання теорії чисел» тощо),
- на заняттях математичного гуртка при вивченні відповідних тем,
- при реалізації міжпредметних зв'язків (наприклад, з курсом дискретної математики при вивченні правил комбінаторики, методу включень та виключень тощо).

У якості прикладу наведемо систему завдань, що дозволяють продемонструвати можливості та відпрацювати один із найефективніших методів теорії чисел – застосування властивостей конгруенцій. Цей метод ґрунтується на означенні та властивостях конгруенцій і полягає у заміні числа (виразу) конгруентним йому за вибраним модулем.

Приклад 1. Довести подільність $(15^{3n+1} - 22) : 7, n \in \mathbb{N}$.

Розв'язання

Замінімо числа, що входять у вираз $15^{3n+1} - 22$, конгруентними по модулю 7:

$$15 \equiv 1 \pmod{7} \Rightarrow 15^{3n} \equiv 1 \pmod{7} \Rightarrow 15^{3n+1} \equiv 15 \pmod{7}, \\ 22 \equiv 1 \pmod{7} \Rightarrow 15^{3n+1} - 22 \equiv 1 - 1 \equiv 0 \pmod{7}.$$

Отже, вказаний вираз при діленні на 7 дає в остачі 0 і тому $(15^{3n+1} - 22) : 7$.

Приклад 2. Знайти остачу від ділення $13 \cdot 2^{100} + 2 \cdot 13^{200}$ на 3.

Розв'язання

Як відомо, довільне ціле число a конгруентне зі своєю остачею r від ділення на m : $a \equiv r \pmod{m}$. Замінімо числа конгруентними по модулю 3 та скористаємось властивостями конгруенцій:

$$2 \equiv -1 \pmod{3} \Rightarrow 2^{100} \equiv (-1)^{100} \equiv 1 \pmod{3} \Rightarrow 13 \cdot 2^{100} \equiv 13 \equiv 1 \pmod{3}; \\ 13 \equiv 1 \pmod{3} \Rightarrow 13^{200} \equiv 1^{200} \equiv 1 \pmod{3} \Rightarrow 2 \cdot 13^{200} \equiv 2 \pmod{3}.$$

Отже, $13 \cdot 2^{100} + 2 \cdot 13^{200} \equiv 1 + 2 \equiv 0 \pmod{3}$ і остача r від ділення на 3 дорівнює 0.

Зазначимо, що більш цікаві застосування властивостей конгруенцій та арифметичні розрахунки за модулем розглядалися в роботі (Лукашова & Марченко, 2018).

У багатьох випадках застосування властивостей конгруенцій передбачає розбиття множини натуральних (цілих) чисел на класи еквівалентності за певним модулем, що вибирається, виходячи з умов задачі, та доведенні твердження задачі для чисел кожного класу (у цьому випадку цей метод є узагальненням методу остач). Найпростіше розбиття такого роду – поділ чисел на парні та непарні (у даному випадку за модулем 2). Нерідко вдале розбиття є ключем до розв'язування цілої низки задач про цілі числа.

Приклад 3. При яких натуральних n вказані числа є одночасно простими:

- 1) $n + 1$ та $n + 12, n \in \mathbb{N}$;
- 2) $n, n + 2$ та $n + 16, n \in \mathbb{N}$.

Розв'язання

1) Числа 1 та 12 мають різну парність, тому таку ж властивість мають числа $n + 1$ та $n + 12$. Отже, якесь із них парне і ділиться на 2. Серед простих чисел таку властивість має лише 2. Тому менше число дорівнює 2, тобто $n + 1 = 2$ і $n = 1$. При цьому $n + 12 = 13$ – просте число.

Слід зазначити, що при розв'язуванні було використане розбиття чисел на парні (ті, що при діленні на 2 дають остачу 0) і непарні (числа, що при діленні на 2 дають остачу 1), тобто розбиття за модулем 2.

2) У цьому випадку усі числа мають однакову парність і застосоване у попередньому пункті розбиття чисел на парні і непарні неефективне. Спробуємо використати модуль 3. Числа 0, 2 і 16 при діленні на 3 дають остачі 0, 2 та 1 відповідно, тобто, належать різним класам лишків по модулю 3. Тому задані числа $n, n + 2$ та $n + 16$ також мають ту ж властивість. З цього випливає, що одне з них кратне 3. Єдиним простим числом з такою властивістю є 3. Тому $n = 3$, відповідно $n + 2 = 5$ і $n + 16 = 19$.

Приклад 4. Знайти усі такі прості числа p , щоб число $8p^2 + 1$ також було простим.

Розв'язання

Розіб'ємо усі прості числа на класи: $p = 3k + 1, p = 3k + 2$ і $p = 3k, k \in \mathbb{N}$.

Якщо $p = 3k + 1$, то $8p^2 + 1 = 8(3k + 1)^2 + 1 = 72k^2 + 48k + 9 = 3(24k^2 + 16k + 3) : 3$ і тому є складеним числом.

Якщо $p = 3k + 2$, то $8p^2 + 1 = 8(3k + 2)^2 + 1 = 72k^2 + 96k + 33 = 3(24k^2 + 32k + 11) : 3$ і також не є простим. Нехай $p = 3k$. Враховуючи, що p – просте, маємо $p = 3$. Тоді $8p^2 + 1 = 73$ – просте. Отже, єдиним числом з вказаною властивістю є $p = 3$.

Зазначимо, що наведені міркування значно простіше записувати на мові конгруенцій:

якщо $p = 3k + 1$, то $p \equiv 1 \pmod{3}$ і $8p^2 + 1 \equiv 8 \cdot 1 + 1 \equiv 0 \pmod{3}$;

якщо $p = 3k + 2$, то $p \equiv 2 \pmod{3}$ і $8p^2 + 1 \equiv 8 \cdot 4 + 1 \equiv 33 \equiv 0 \pmod{3}$.

Тобто, в обох випадках при діленні на 3 маємо остачу 0 і числа не можуть бути простими (бо вони більші за 3).

Розглянемо тепер задачу, яка є опорною при розв'язуванні цілої низки найрізноманітніших прикладів (в тому числі, й олімпіадного характеру).

Приклад 5. Довести, що квадрати цілих чисел при діленні на 4 та на 3 дають в остачі лише 0 або 1.

Розв'язання

1) Доведемо твердження для 4. Якщо $n = 4k$ або $n = 4k + 2$, то $n^2 = 16k^2 : 4$ і $n^2 = (4k + 2)^2 = 16k^2 + 16k + 4 : 4$ відповідно. Тобто, квадрати чисел вказаного виду при діленні на 4 дають остачу 0.

Нехай $n = 4k + 1$ або $n = 4k + 3$. Тоді для чисел з першого класу маємо:

$$n^2 = (4k + 1)^2 = 16k^2 + 8k + 1 = 4(4k^2 + 2k) + 1.$$

Відповідно, для чисел з класу лишків $n = 4k + 3$: $n^2 = (4k + 3)^2 = 16k^2 + 24k + 9 = 4(4k^2 + 6k + 2) + 1$.

Тобто, у цих випадках квадрати цілих чисел при діленні на 4 маємо остачу 1.

Зазначимо, що у даному випадку ефективним є поділ чисел на класи лишків по модулю 2 (тобто, на парні і непарні).

2) Доведемо тепер, що квадрати цілих чисел при діленні на 3 дають в остачі 0 або 1. Запишемо тепер класи лишків у вигляді конгруенцій за модулем 3:

$$n = 3k \Leftrightarrow n \equiv 0 \pmod{3}, n = 3k + 1 \Leftrightarrow n \equiv 1 \pmod{3} \text{ і } n = 3k + 2 \Leftrightarrow n \equiv 2 \pmod{3}.$$

Тоді якщо $n \equiv 0 \pmod{3}$, то $n^2 \equiv 0 \pmod{3}$, якщо $n \equiv 1 \pmod{3} \Rightarrow n^2 \equiv 1 \pmod{3}$ і якщо $n \equiv 2 \pmod{3} \Rightarrow n^2 \equiv 4 \equiv 1 \pmod{3}$. Отже, квадрати цілих чисел при діленні на 3 дають остачі 0 або 1.

З останнього прикладу випливає, зокрема, що квадрати цілих чисел при діленні на 3 не можуть давати остачу 2, а при діленні на 4 – остачі 2 та 3 відповідно.

Розглянемо тепер застосування доведеного у прикладі 5 твердження.

Приклад 6. Чи може дискримінант квадратного рівняння з цілими коефіцієнтами дорівнювати 2022?

Розв'язання

Розглянемо квадратне рівняння $ax^2 + bx + c = 0$, де a, b, c – цілі числа. Його дискримінант $D = b^2 - 4ac$. Нехай $b^2 - 4ac = 2022$. Проаналізуємо остачі, які дають ліва і права частини останньої рівності по модулю 4:

$$4ac \equiv 0 \pmod{4}, b^2 \equiv \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \pmod{4}, \text{ тобто } b^2 - 4ac \equiv \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \pmod{4}, \text{ в той же час } 2022 \equiv 2 \pmod{4}.$$

Отже, остачі від ділення лівої і правої частин на 4 різні і тому вказана рівність неможлива. Тобто, дискримінант не може бути рівним 2022.

Приклад 7. Чи є число $\underbrace{100\dots0}_{2022} \underbrace{00\dots0}_{2022} 1$ точним квадратом?

Розв'язання

Відомо, що число при діленні на 3 дає ту ж саму остачу, що й сума його цифр. Сума цифр даного числа дорівнює 8. Тоді при діленні на 3 воно дає остачу 2 ($8 \equiv 2 \pmod{3}$). З іншого боку, число, що є точним квадратом, при діленні на 3 не може давати в остачі 2. Протириччя. Отже, дане число не є точним квадратом.

Приклад 8. Розв'язати рівняння в цілих числах $20x^2 + 21y^2 = 2022$.

Розв'язання

Скористаємось тим же прийомом, що і в попередньому прикладі, та порівняємо остачі, які при діленні на 4 дають ліва і права частини рівняння:

$$20x^2 \equiv 0 \pmod{4}, y^2 \equiv \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \pmod{4}, \text{ тому } 21y^2 \equiv \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \pmod{4}.$$

Отже, $20x^2 + 21y^2 \equiv \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \pmod{4}$. З іншого боку, $2022 \equiv 2 \pmod{4}$. Отже, остачі при діленні на 4 лівої і правої частин рівняння різні. Це означає, що дане рівняння не має цілих розв'язків.

Приклад 9. Нехай P_n – добуток перших n простих чисел ($n > 1$). Довести, що числа $P_n - 1$ і $P_n + 1$ не можуть бути точними квадратами.

Розв'язання

- 1) Оскільки $n > 1$, то $P_n - 1 = 3k - 1 \equiv -1 \pmod{3} \equiv 2 \pmod{3}$. Отже, за твердженням прикладу 5 дане число не є точним квадратом.
- 2) Оскільки P_n – добуток перших n простих чисел, то $P_n = 2k$, причому $(k, 2) = 1$. Тоді $P_n \equiv 2 \pmod{4}$ і $P_n + 1 \equiv 3 \pmod{4}$. Отже, при діленні на 4 вираз $P_n + 1$ дає в остачі 3 і тому точним квадратом бути не може.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Майбутні вчителі математики повинні усвідомлювати зв'язки між змістом фундаментальних математичних курсів, зокрема, теорією чисел, та шкільним курсом математики. Через це система їх підготовки повинна акцентувати увагу на моментах використання ідей та методів теорії чисел як у шкільному курсі алгебри, так і в змісті шкільних математичних гуртків. Зазначена проблема може бути вирішена у кількох напрямках: при вивченні відповідних тем та методів в курсі алгебри і теорії чисел; в рамках курсів за вибором («Вибрані питання олімпіадної математики», «Вибрані питання теорії чисел» тощо); на заняттях математичного гуртка при вивченні відповідних тем; при реалізації міжпредметних зв'язків (наприклад, з курсом дискретної математики при вивченні правил комбінаторики, методу включень та виключень тощо).

Розглянуто деякі аспекти застосування властивостей конгруенцій при розв'язуванні задач теорії чисел: доведення подільності, знаходження остачі від ділення, встановлення умов простоти чисел, розв'язування рівнянь у цілих числах тощо. Окрім розглянутих прикладів, можна розширити область застосувань цього методу, зокрема, до встановлення ознак подільності за алгоритмом Паскаля, знаходження останньої цифри числа, перевірки правильності арифметичних дій, знаходження довжини періоду при перетворенні звичайного дробу у десятковий, розв'язування невизначених рівнянь у цілих числах.

Запропонована система вправ може бути реалізована як на заняттях з алгебри і теорії чисел при вивченні числових конгруенцій та їх властивостей, так і на заняттях курсу «Вибрані питання олімпіадної математики» і засіданнях математичного гуртка під час розгляду застосувань основних ідей та методів теорії чисел для розв'язування завдань евристичного характеру, що сприяє усвідомленню майбутніми вчителями математики зв'язків між курсом алгебри і теорії чисел та шкільним курсом алгебри.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Bair, S.L., & Rich, B.S. (2011). Characterizing the Development of Specialized Mathematical Content Knowledge for Teaching in Algebraic Reasoning and Number Theory. *Mathematical Thinking and Learning*, 13(4), 292-321. <https://doi.org/10.1080/10986065.2011.608345>.
2. Bukova-Güzel, E., Ugurel, I., Özgür, Z., & Kula, S. (2010). The review of undergraduate courses aimed at developing subject matter knowledge by mathematics student teachers. *Procedia: Social and Behavioral Sciences*, 2, 2233-2238.
3. Cofer, T. (2015). Mathematical explanatory strategies employed by prospective secondary teachers. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 1(1), 63-90.
4. Mendoza Álvarez, J. A., & White, D. (2018). *Making Mathematical Connections Between Abstract Algebra and Secondary Mathematics Explicit: Implications for Curriculum, Research, and Faculty Professional Development*. In N. H. Wasserman (Ed.), *Connecting Abstract Algebra to Secondary Mathematics, for Secondary Mathematics Teachers* (pp. 175-185). Springer.

5. Pramasdyahsari, A.S., Setyawati, R.D., & Albab, I.U. (2020). How group theory and school mathematics are connected: an identification of mathematics in-service teachers. *Journal of Physics: Conference Series*, 1663, 012068. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1663/1/012068>.
6. Qiu, S.Y., & Liu, L.A. (2010). On Teaching Reform of Elementary Number Theory in Colleges. *International Conference on Education and Sports Education*, Wuhan, China, 1, 246-248.
7. Suominen, A. L. (2018). *Abstract Algebra and Secondary School Mathematics Connections as Discussed by Mathematicians and Mathematics Educators*. In: N. H. Wasserman (Ed.), *Connecting Abstract Algebra to Secondary Mathematics, for Secondary Mathematics Teachers*. Springer, 149-173.
8. Zazkis, R. (2007). Number Theory in Mathematics Education: Queen and Servant. *SEMT 07: International Symposium Elementary Maths Teaching*, Prague, Czech Republic, 46-59.
9. Zazkis, R., & Campbell, S. (1996). Divisibility and multiplicative structure of natural numbers: Preservice teachers' understanding. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27 (5), 540-563. <https://doi.org/10.2307/749847>.
10. Лукашова, Т. Д., & Марченко К.В. (2018). Модульні арифметики. *Фізико-математична освіта*, 1(15), 246-251. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2018-015-1-046>.
11. Лукашова, Т. Д., & Друшляк, М. Г. (2022). Про роль і місце курсу «Алгебра і теорія чисел» в системі підготовки майбутнього вчителя математики. *Фізико-математична освіта*, 33(1), 20-25. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-033-1-003>.
12. Требенко, Д. (2012). Аналіз сучасної міжнародної практики конструювання курсу вищої алгебри. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини*, 1, 291-297.
13. Требенко, Д.Я, & Требенко, О.О. (2010). Теория чисел как необходимый компонент профессиональной подготовки будущего учителя математики. *Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Філософія. Політологія*, 94-96, 158-161.
14. Требенко, Д.Я, & Требенко, О.О. (2017). Про структуру і зміст курсів «Лінійна алгебра» та «Алгебра і теорія чисел» для спеціальностей «Математика» і «Середня освіта (Математика)» в педагогічному університеті. *Актуальні проблеми теорії і методики навчання математики*, 224.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Bair, S.L., & Rich, B.S. (2011). Characterizing the Development of Specialized Mathematical Content Knowledge for Teaching in Algebraic Reasoning and Number Theory. *Mathematical Thinking and Learning*, 13(4), 292-321. <https://doi.org/10.1080/10986065.2011.608345>.
2. Bukova-Güzel, E., Ugurel, I., Özgür, Z., & Kula, S. (2010). The review of undergraduate courses aimed at developing subject matter knowledge by mathematics student teachers. *Procedia: Social and Behavioral Sciences*, 2, 2233-2238.
3. Cofer, T. (2015). Mathematical explanatory strategies employed by prospective secondary teachers. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 1(1), 63-90.
4. Mendoza Álvarez, J. A., & White, D. (2018). *Making Mathematical Connections Between Abstract Algebra and Secondary Mathematics Explicit: Implications for Curriculum, Research, and Faculty Professional Development*. In N. H. Wasserman (Ed.), *Connecting Abstract Algebra to Secondary Mathematics, for Secondary Mathematics Teachers* (pp. 175-185). Springer.
5. Pramasdyahsari, A.S., Setyawati, R.D., & Albab, I.U. (2020). How group theory and school mathematics are connected: an identification of mathematics in-service teachers. *Journal of Physics: Conference Series*, 1663, 012068. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1663/1/012068>.
6. Qiu, S.Y., & Liu, L.A. (2010). On Teaching Reform of Elementary Number Theory in Colleges. *International Conference on Education and Sports Education*, Wuhan, China, 1, 246-248.
7. Suominen, A. L. (2018). *Abstract Algebra and Secondary School Mathematics Connections as Discussed by Mathematicians and Mathematics Educators*. In: N. H. Wasserman (Ed.), *Connecting Abstract Algebra to Secondary Mathematics, for Secondary Mathematics Teachers*. Springer, 149-173.
8. Zazkis, R. (2007). Number Theory in Mathematics Education: Queen and Servant. *SEMT 07: International Symposium Elementary Maths Teaching*, Prague, Czech Republic, 46-59.
9. Zazkis, R., & Campbell, S. (1996). Divisibility and multiplicative structure of natural numbers: Preservice teachers' understanding. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27 (5), 540-563. <https://doi.org/10.2307/749847>.
10. Lukashova, T., & Marchenko, K. (2018). Modulni aryfmetiky [Modular arithmetic]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 1(15), 246-251. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2018-015-1-046>. (in Ukrainian).
11. Lukashova, T., & Drushlyak, M. (2022). Pro rol i mistse kursu «Algebra i teoriia chysel» v systemi pidhotovky maibutnoho vchytelia matematyky [On the role and place of the course «Algebra and number theory» in the system of the pre-service mathematics teacher training]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 33(1), 20-25. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-033-1-003>. (in Ukrainian).
12. Trebenko, D. (2012). Analiz suchasnoi mizhnarodnoi praktyky konstruiuvannia kursu vyshchoi alheby [Analysis of modern international practice of constructing a course in higher algebra]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Pavla Tychny – Collection of scientific works of Uman State Pedagogical University named after Pavel Tychny*, 1, 291-297. (in Ukrainian).
13. Trebenko, D. Ia, & Trebenko, O. O. (2010). Teoriya chysel kak neobkhodymyy komponent professionalnoi podhotovky budushcheho uchytelia matematyky [Number theory as a necessary component of the training of future mathematics teachers]. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu im. Tarasa Shevchenka. Filosofiia. Politohiia – Bulletin of Kyiv National University. Taras Shevchenko. Philosophy. Politology*, 94-96, 158-161. (in Ukrainian).
14. Trebenko, D. Ia, & Trebenko, O. O. (2017). Pro strukturu i zmist kursiv «Liniina alhebra» ta «Alhebra i teoriia chysel» dlia spetsialnostei «Matematyka» i «Serednia osvita (Matematyka)» v pedahohichnomu universyteti [On the structure and content of the courses "Linear Algebra" and "Algebra and Number Theory" for the specialties "Mathematics" and "Secondary Education (Mathematics)" at the Pedagogical University]. *Aktualni problemy teorii i metodyky navchannia matematyky – Current issues of theory and methods of teaching mathematics*, 224. (in Ukrainian).



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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.



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

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

DOI 10.31110/2413-1571-2022-035-3-009

УДК 373.004

ТИПОЛОГІЯ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ІНКЛЮЗИВНОГО ОСВІТНЬОГО ПРОСТОРУ

Олена СЕМЕНІХІНА

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

Марина ДРУШЛЯК ✉

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

TYPOLOGY OF DIGITAL TECHNOLOGIES OF INCLUSIVE EDUCATIONAL SPACE

Olena SEMENIKHINA

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

Marina DRUSHLYAK ✉

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

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Потреба забезпечення доступу до якісної освіти людям з особливими освітніми потребами зумовила суспільний запит на професійну підготовку вчителів, які спроможні ефективно діяти в умовах інклюзії. Водночас активне поширення цифрових технологій зацентрувало потребу переосмислення навчальних середовищ, інструментів і засобів навчання, які сприяють залученню всіх без винятку учнів у освітній процес: такі цифрові засоби мають сприйматися серед іншого як інструменти соціалізації та формування навичок адаптації кожної дитини в соціумі.

Матеріали і методи. Для вирішення поставленої проблеми використано низку теоретичних методів наукового пошуку, а саме аналіз Інтернет-джерел, аналіз цифрових засобів спеціалізованого спрямування для характеристики тих цифрових технологій і засобів, які будуть доцільними в роботі вчителя в умовах інклюзивного освітнього простору.

Результати. Схарактеризовано цифрові технології, які потенційно будуть корисними вчителю в умовах інклюзивного освітнього простору. Запропоновано поєднану класифікацію цифрових технологій інклюзивного спрямування – програмні і апаратні засоби за трьома основними напрямками: для цілей тренування і повторення; для допомоги в навчанні; для розширення можливостей навчання.

Висновки. Аналіз стану розробленості проблеми професійної підготовки майбутніх бакалаврів освіти до використання цифрових технологій в умовах інклюзивного освітнього простору засвідчує, що сьогодні запроваджені й реалізовані різновекторні науково-педагогічні розвідки, пов'язані з інклюзивною освітою. Досліджені особливості впровадження цифрових технологій для соціалізації дітей з особливими освітніми потребами, методичний супровід їхнього навчання у закладах освіти різних типів актуалізують наукові розвідки щодо використання мобільних і дистанційних технологій у навчанні таких дітей тощо. Також узагальнення наукових результатів засвідчило системність напрацювань щодо особливостей роботи з дітьми, що потребують особливого підходу в навчанні для подальшої їхньої соціалізації в суспільстві, та фрагментарність досліджень щодо професійної підготовки бакалаврів освіти до використання цифрових технологій в умовах інклюзивного освітнього простору.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: цифрові технології; інклюзивний освітній простір; діти з особливими освітніми потребами; вчитель.

ABSTRACT

Formulation of the problem. The need to provide access to quality education for people with special educational needs has led to public demand for the preparation of teachers who can operate in an inclusive environment effectively. At the same time, the active spread of digital technologies has highlighted the need to rethink learning environments, tools, and teaching means that involve all students in the educational process: such digital tools should be seen as tools for socialization and adaptation skills of every child in society.

Materials and methods. To solve this problem, several theoretical methods of scientific research were used – the analysis of Internet sources, and analysis of digital tools of specialized direction to characterize those digital technologies and tools that will be appropriate for teachers in an inclusive educational space.

Results. Digital technologies that are potentially useful for teachers in an inclusive educational space are characterized. The combined classification of digital technologies of inclusive direction is given. Software and hardware in three main directions (for training and repetition; to help with learning; to expand learning opportunities) are offered.

Conclusions. Analysis of the state of development of the problem of professional training of pre-service bachelors of education in the use of digital technologies in an inclusive educational space showed that today introduced and implemented multi-vector scientific and pedagogical research related to inclusive education. The peculiarities of the introduction of digital technologies for the socialization of children with special educational needs, methodological support of their education in educational institutions of various types update scientific research on the use of mobile and remote technologies in the education of such children, and more. Also, the generalization of scientific results showed the systematic nature of the work on the specifics of working with children who need a special approach to learn for their further socialization in society, and fragmentary research on the preparation of bachelors of education to use digital technologies in an inclusive educational space.

KEYWORDS: digital technologies; inclusive educational space; children with special educational needs; teacher.

ВСТУП

Постановка проблеми. Потреба забезпечення доступу до якісної освіти людям з особливими освітніми потребами зумовила суспільний запит на професійну підготовку вчителів, які спроможні ефективно діяти в умовах інклюзії. Водночас активне поширення цифрових технологій зацентрувало потребу переосмислення навчальних

Для цитування:

Семенихіна О., Друшляк М. Типологія цифрових технологій інклюзивного освітнього простору. *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 35. № 3. С. 65-70. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-035-3-009

Семенихіна, О., & Друшляк, М. (2022). Типологія цифрових технологій інклюзивного освітнього простору. *Фізико-математична освіта*, 35(3), 65-70. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-009>

For citation:

Semenikhina, O., & Drushlyak, M. (2022). Typology of digital technologies of inclusive educational space. *Physical and Mathematical Education*, 35(3), 65-70. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-009>

Semenikhina, O., & Drushlyak, M. (2022). Typolohiia tsyfyrovkhyh tekhnolohii inkluzivnoho osvitnoho prostoru [Typology of digital technologies of inclusive educational space]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 35(3), 65-70. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-009>

середовищ, інструментів і засобів навчання, які сприяють залученню всіх без винятку учнів у освітній процес: такі цифрові засоби мають сприятися серед іншого як інструменти соціалізації та формування навичок адаптації кожної дитини в соціумі. Тому актуальними стають наукові розвідки, пов'язані з дослідженнями проблеми інтегрування цифрових технологій (ЦТ) в інклюзивний освітній простір (ІОП).

Аналіз актуальних досліджень. За результатами аналізу наукових джерел засвідчено розробленість профілю педагога інклюзивної освіти (Khamlich, 2012), де надано рекомендації для створення програм професійної підготовки вчителів до роботи в умовах закладів дошкільної та загальної середньої освіти з інклюзивною формою навчання (її змістового та технологічного аспектів) та зазначено про важливість виваженого використання комп'ютерних засобів для соціалізації дітей з особливими освітніми потребами (ДзООП).

Дослідження К. Скорджі (Scorgie, 2010) з майбутніми педагогами базувалося на використанні віртуальних майданчиків з відеоматеріалами та полягало в розв'язуванні у віртуальному класі вправ на вирішення проблемних ситуацій в родині з дитиною-інвалідом. Воно продемонструвало, що дієвими у підготовці вчителів до роботи в ІОП є технології інтерактивної педагогіки (занурення студентів у соціальні ролі батьків дітей з обмеженими можливостями задля усвідомленого проживання реальних ситуацій і пошуку рішень реальних життєвих проблем, що виникають у батьків особливих дітей; ведення рефлексивного щоденника; рефлексивне занурення в конкретні ситуації, що викликають сильний емоційний відгук; розбір конкретних випадків прояву почуттів впевненості\безсилля тощо) та цифрові технології віртуального навчання.

У роботах Б. Карган і М. Шмідт (Cagran & Schmidt, 2011), а також в дослідженні А. де Боєр, С.Дж. Піллі і А. Міннаерт (De Boer et al., 2011) підтверджено, що педагоги готові до роботи з нормальними дітьми і потребують додаткової інформації та додаткової підготовки до роботи з ДзООП через відсутність досвіду спілкування і взаємодії з ними, а також обмеженість знань про відповідне нормативно-правове забезпечення і особливості розвитку таких дітей. Водночас дослідження К. Фолин і Д. Чемберс (Forlin & Chambers, 2011) обумовило висновки про те, що глибокі знання нормативно-правової бази інклюзивної освіти і висока професійна мотивація, на жаль, не впливають на якість вирішення вчителем проблем інклюзивної організації навчання і зняття напруженості в класі, де навчається дитина з особливими потребами. Натомість у роботі Ф. Джонса (Jones, 2010) обґрунтовано доцільність використання online-навчання як одного з форматів підтримки та консультування педагогів для роботи в ІОП. Програма онлайн-курсу базується на рефлексивному аналізі й інтерактивному обговоренні проблем, що найчастіше виникають у навчанні ДзООП.

Дослідження німецьких вчених (Hamburg & Bucksch, 2017) засвідчило ризики використання цифрових технологій у роботі з дітьми з особливими освітніми потребами, проте продемонструвало можливість формування у ДзООП компетентностей, які дозволять їм в подальшому інтегруватися в суспільство. У роботі показано, що цифрові засоби відіграють важливу роль у створенні ефективних і доступних засобів адаптації до освітнього середовища в інклюзивних класах.

Усвідомлення потенціалу ЦТ для соціальної інклюзії прослідковується в документах Євросоюзу, про що зазначено в (Isäilä, 2012). З ними корелює ідея важливості формування у ДзООП м'яких соціальних навичок (soft skills), таких як вміння працювати в команді, комунікувати, швидко адаптуватися, вміння керувати своїм психологічним і емоційним станом, слухати, говорити і домовлятися, які можуть бути сформовані саме з використанням соціальних мереж, онлайн-платформ і хмарних сервісів, про що зазначено в (Martynchuk, 2019).

Отже, комплексний аналіз стану розробленості проблеми використання ЦТ в умовах ІОП, наведені результати наукових розвідок свідчать про можливість використання окремих ЦТ або можливостей використання ЦТ за нозологіями для організації і супроводу інклюзивного навчання. Водночас систематизація наукових результатів свідчить про фрагментарні підходи щодо класифікації ЦТ для ІОП.

Мета статті: подати класифікацію цифрових технологій, які потенційно будуть корисними вчителю в умовах інклюзивного освітнього простору.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для вирішення поставленої проблеми використано низку теоретичних методів наукового пошуку, а саме аналіз Інтернет-джерел, аналіз цифрових засобів спеціалізованого спрямування для характеристики тих цифрових технологій і засобів, які будуть доцільними в роботі вчителя в умовах ІОП, а також узагальнення і систематизація наукових результатів з метою подання єдиної класифікації цифрових технологій, які потенційно будуть корисними вчителю в умовах інклюзивного освітнього простору.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Нами проведено аналіз Інтернет-джерел на предмет використання програмних і апаратних засобів для підтримки інклюзивного навчання. За результатами відзначено роботу (Okhrimenko & Semenikhina, 2019), де надано класифікацію цифрових засобів для супроводу інклюзивного навчання за типом – апаратні і програмні (рис. 1).

Також слід відзначити роботу (Bondarenko, 2018), де надано практичні рекомендації з використання апаратних і програмних засобів у інклюзивному просторі (рис. 2).

За результатами аналізу наукових розвідок відзначимо роботу К. Еббота (Abbott, 2007), де схарактеризовано три основні напрямки використання цифрових технологій в навчанні ДзООП: для цілей тренування і повторення; для допомоги (assist) в навчанні; для розширення можливостей (enable) навчання (рис. 3).

До першої категорії віднесені засоби, орієнтовані на тренування ДзООП виконувати певні дії чи операції. Успіх індивідууму після використання таких засобів сприяє більшій його соціалізації, проте автор наголошує на тому, що хоч такий тип ЦТ є найбільш поширеним для роботи з ДзООП, але він не гарантує розвиток індивідуальних якостей, затребуваних сьогодня суспільством (креативність, м'які соціальні навички тощо). Тому такого типу ЦТ доцільні, але їх не слід сприймати як однозначно ефективні. Також до першої категорії слід віднести і засоби віртуальної (VR) та доповненої (AR) реальності, а також мультимедійні технології. Їх застосування обговорюється як виправдане в тих випадках, коли

утруднений доступ до реального досвіду. Особливо доцільним бачиться використання таких технологій для розвитку уяви дітей з аутизмом.

Апаратні засоби	Програмні засоби
•Брайлівський дисплей •Е- книга •Брайлівський принтер •Брайлівська клавіатура •Альтернативна клавіатура •Миша для стопи •Трекбол • Сенсорний екран •Інструктивна дисплейна система голови •Стилус для керування ротом •ПК, планшет, смартфон •Е-рідер •Вібраційна система нагадування •Цифрова ручка з можливістю аудіо запису •Інше	•Зчитувачі екрана монітора •Екранні збільшувачі •Аудіокниги •Сурдо-комунікатори •Мовні синтезатори •Перетворювачі звуку в текст •Програмні засоби для перевірки правопису •Засоби для рефразування •Спеціалізоване ПЗ тренувального спрямування •Електронні освітні ресурси •Комп'ютерні ігри різного типу •Інше

Рис. 1. Апаратні і програмні засоби підтримки інклюзивного освітнього простору

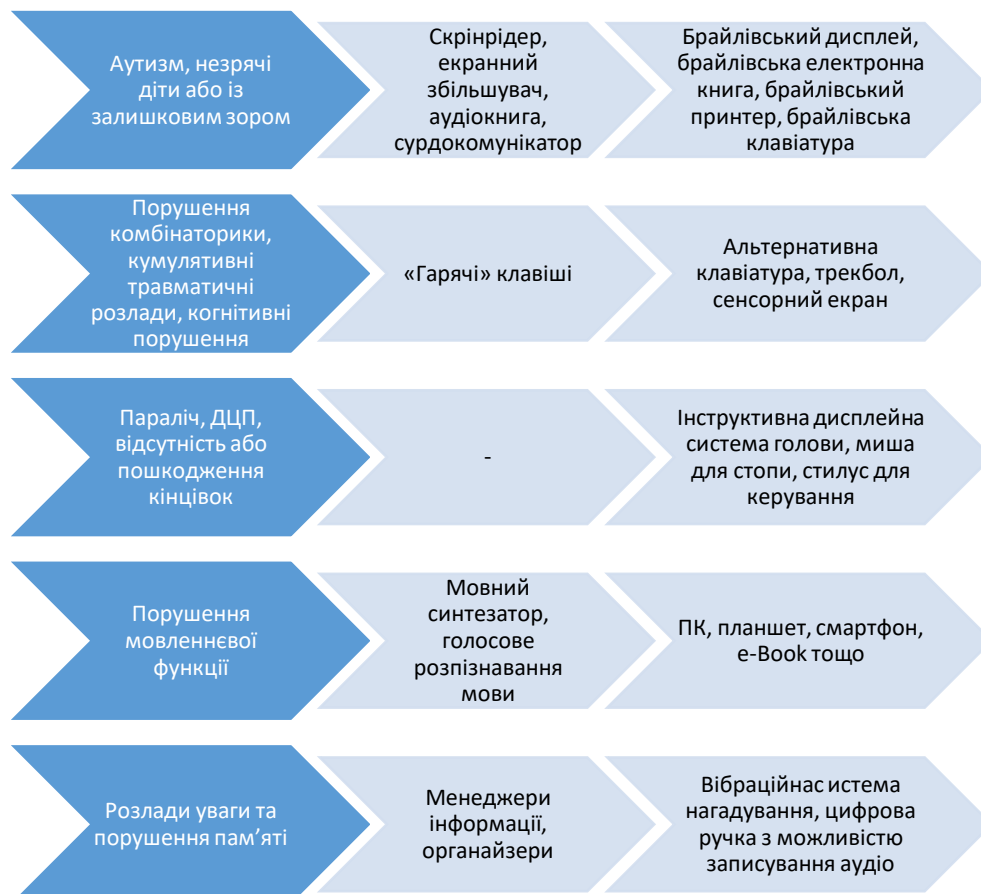


Рис. 2. Практичні рекомендації з використання апаратних і програмних засобів (за Т. Бондаренко)

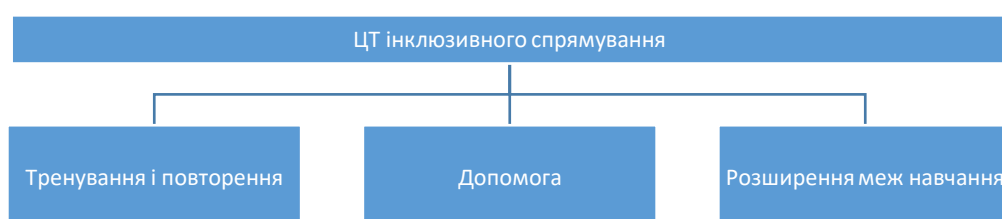


Рис. 3. ЦТ інклюзивного спрямування (за С.Аbbott)

Серед наукових розвідок використання ЦТ першої категорії, про які не згадує К. Ебботт, але за окремими опублікованими результатами (наприклад, (Bakker et al., 2016) вони підтверджують свою ефективність в роботі з ДзООП, є комп'ютерні ігри: адвентурні (візуально ці ігри оформлені, як мультиплікаційний фільм, але з інтерактивними властивостями, зокрема можливістю керування перебігом подій та орієнтовані на розвиток логічного мислення); стратегічні (мета таких ігор – керування певними процесами, розвиток посидючості, здатності планувати свої дії); аркадні (характерне дроблення гри на рівні, де нагородою та метою є право переходу на наступний, більш складний рівень; тренують увагу, швидкість реакції, окомір, спостережливість тощо); рольові (можливість вибору персонажів з певними ролями та функціями); 3D-Action (орієнтовані на розвиток моторики, навички ведення пошукової діяльності); логічні (одна задача або декілька головоломок на розвиток навичок рахунку, читання, письма тощо).

Уточнюючи зміст ЦТ, покликаних допомагати (асистувати) в процесі навчання, К. Ебботт зазначає, що засоби цієї групи не виступають спеціалізованою платформою чи каталізатором самого процесу навчання, але такі засоби створюють умови для його здійснення (наприклад, використання мовного пристрою в разі, коли індивід не може сам говорити, або використання фільтрів, які знімають тремор руки під час руху мишки). До другої категорії ЦТ, спрямованих на допомогу в навчанні, К. Ебботт відносить, також засоби альтернативної комунікації і підсилювачі комунікації (Alternative and Augmentative Communication), серед яких, наприклад, системи використання графічних символів. Поряд із засобами альтернативної комунікації розглядаються технології перемикачів (switch access technology). З їх допомогою стає можливим введення інформації через перемикачі (наприклад, керування кнопкою, керування пристроями, що відстежують рух очей (eye tracking) тощо).

До третьої категорії віднесені ЦТ, які створюють саму можливість навчання там, де до її використання такої можливості не існувало. В цій категорії ЦТ відводиться роль активного організатора процесу навчання: технології полегшують процес навчання, передбачаючи можливість співпраці і сприяючи тим самим розвитку цієї співпраці. Ключова відмінність третьої категорії від двох інших категорій полягає в тому, що без подібних ЦТ така співпраця не матимуть місця. До таких технологій сьогодні слід віднести освітні платформи, соціальні мережі і сервіси, спеціально створені інформаційно-освітні простори, де передбачено можливість комунікації і колаборації, тощо.

Переходячи до третьої категорії ЦТ, К. Ебботт зауважує, що дослідження перших двох категорій робить своїм пріоритетом самі технології, а не їх результат, тоді як головним є питання про умови, за яких ЦТ можуть виступати найбільш ефективним інструментом підтримки навчання ДзООП.

Узагальнення згаданих та інших наукових розвідок дозволило поєднати надані класифікації (рис. 4).

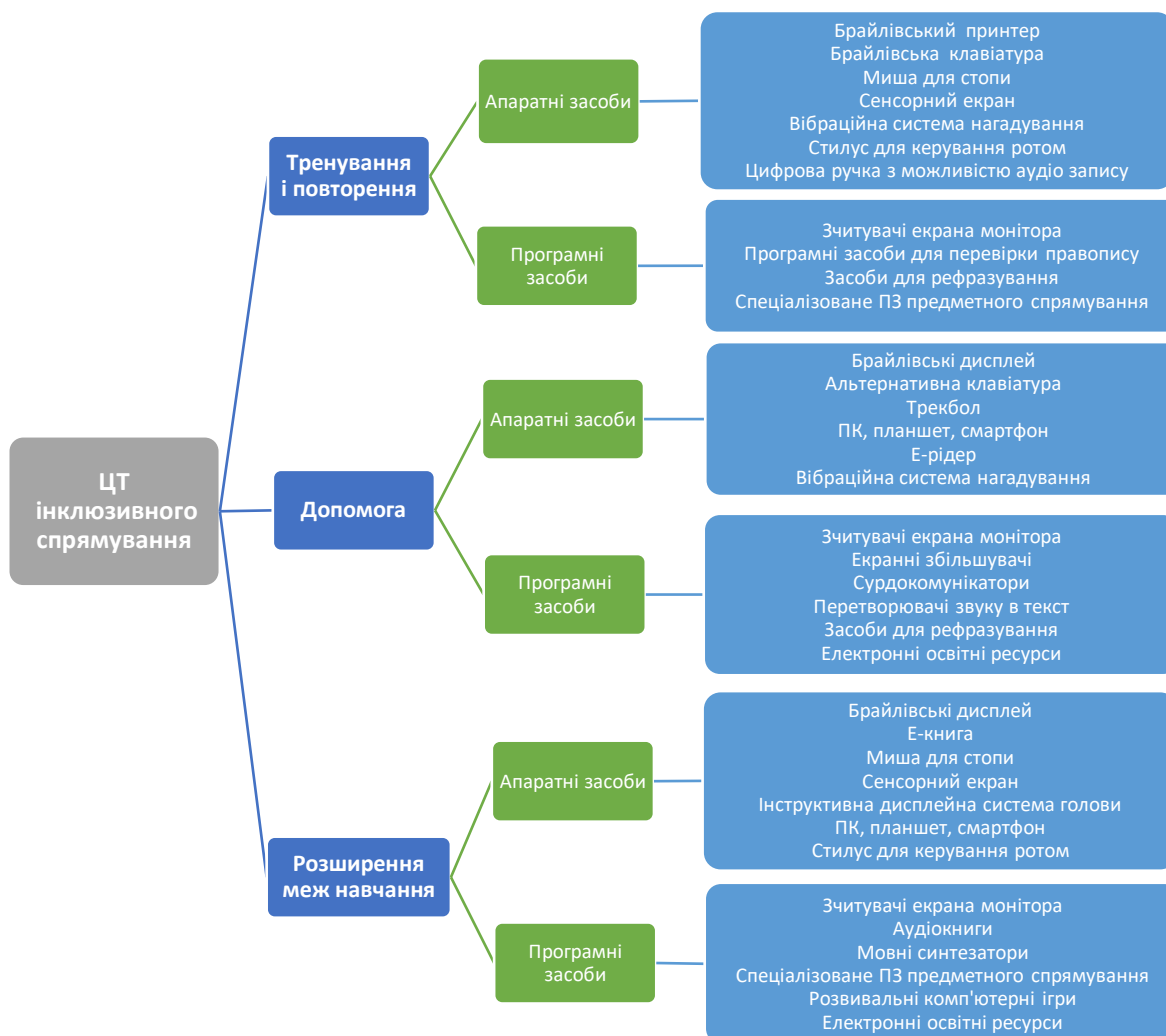


Рис.4. Поєднання класифікацій ЦТ інклюзивного спрямування

Водночас вивчення результатів, поданих у роботі (Hamburg & Bucksch, 2017), підтвердило наявність бар'єрів, які можуть виникнути при впровадженні ЦТ в інклюзивну освіту: когнітивні (при сприйнятті навчального матеріалу за допомогою цифрових технологій); контент-бар'єри (мова робочого пристрою або програмного забезпечення не збігається з рідною мовою учня); дидактичні (учні не готові навчатися з використанням цифрових технологій, а у викладача відсутні навички фасилітації ДзООП); фінансові (витрати на новітні технології і програмне забезпечення). Частину зі згаданих бар'єрів можна подолати, забезпечивши відповідну професійну підготовку вчителя до успішного використання ЦТ у ІОП.

Проведене дослідження підсилює результати окремих наукових розвідок. Зокрема, для інклюзивної освіти нагальною є проблема «цифрової грамотності» викладачів (digital literacy). Її дослідженню присвячені роботи науковців з Технічного університету м. Дортмунда (Німеччина) (Marci-Boehncke & Vogel, 2018). Учені розробили проєкт під назвою «Дослідницький центр «Молодь – Медіа – Освіта»» для майбутнього вчителя. У рамках даного проєкту студенти можуть записатися на окремі курси по темах «Цифрове навчання в інклюзивних класах» чи «Методи діагностики компетентності читання та ідеї для просування читання». У даних курсах заохочується навчання з використанням цифрових засобів. Завдання студентів – пристосувати уроки до індивідуальних можливостей, здібностей і інтересів кожної дитини.

Подібний проєкт та його результати описано в роботі (Lazzari, 2016), де висвітлено організацію курсу «Цифрова розповідь» (digital storytelling) для студентів, які навчаються за фахом «Спеціальна освіта». На думку вчених, дискурс казок збагачує життя дітей з особливими освітніми потребами, стимулює їх уяву і допомагає їм виразити свої емоції, визнати свої труднощі і знайти рішення для проблем, які їх турбують. Велику роль відіграє пізнавальна, соціальна й емоційна цінність розповіді для дітей. Цифрова розповідь є інструментом, який сприяє розвитку мови і словникового запасу, знань про світ серед учнів з особливими потребами. У даному експерименті студенти університету Бергамо прослухали 24-годинний курс з цифрової розповіді за дистанційною формою. Експеримент пройшов вдало, і студенти висловили бажання використовувати подібні технології в майбутньому в інклюзивних класах.

Також важливо брати до уваги роль технологій у поліпшенні якості життя і розширенні діапазону можливостей ДзООП. Останнім часом з'явилася низка праць (Serna et al., 2016), пов'язаних з використанням роботів для роботи з особами, які мають розлади аутистичного спектра (РАС). Наприклад, у праці (Yuen et al., 2014) описано проєкт з використання роботів для полегшення соціальної взаємодії при здійсненні навчальних проєктів підлітками з РАС.

Але в той же час К. Ебботт (Abbott, 2007) звертає увагу на недостатнє число широкомасштабних, лонгованих, виконаних на високому методичному рівні досліджень, подібних роботі (Mirenda et al., 2000) і зазначає про те, що переважна більшість досліджень, пов'язаних з використанням ЦТ в галузі інклюзивної освіти носять локальний характер і мають вузьку методичну базу.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналіз стану розробленості проблеми професійної підготовки майбутніх бакалаврів освіти до використання ЦТ в умовах ІОП засвідчив, що сьогодні запроваджені й реалізовані різновекторні науково-педагогічні розвідки, пов'язані з інклюзивною освітою. Досліджено особливості впровадження ЦТ для соціалізації дітей з ООП, методичний супровід навчання дітей з ООП різних предметів у закладах освіти різних типів, використання мобільних і дистанційних технологій у навчанні таких дітей тощо.

Узагальнення наукових результатів засвідчило системність напрацювань щодо особливостей роботи з дітьми, що потребують особливого підходу в навчанні для подальшої їхньої соціалізації в суспільстві, проте фрагментарними виявилися розвідки щодо професійної підготовки бакалаврів освіти до використання ЦТ в умовах ІОП, куди і спрямовується вектор подальших досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Abbott, C. (2007). *E-inclusion: Learning Difficulties and Digital Technologies*. Bristol: Futurelab Education.
2. Bakker, M., van den Heuvel-Panhuizen, M., & Robitzsch, A. (2016). Effects of mathematics computer games on special education students' multiplicative reasoning ability. *British Journal of Educational Technology*, 47(4), 633-648, <https://doi.org/10.1111/bjet.12249>.
3. Cagran, B., & Schmidt, M. (2011). Attitudes of Slovene teachers towards the inclusion of pupils with different types of special needs in primary school. *Educational Studies*, 37(2), 171-195.
4. De Boer, A., Pijl, S.J., & Minnaert, A. (2011). Regular primary schoolteachers' attitudes towards inclusive education: a review of the literature. *International Journal of Inclusive Education*, 15(3), 331-353.
5. Forlin, C., & Chambers, D. (2011). Teacher preparation for inclusive education: Increasing knowledge but raising concerns. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 39(1), 17-32.
6. Hamburg, I., & Bucksch, S. (2017). Inclusive Education and Digital Social innovation. *Advances in Social Sciences Research Journal*, 4 (5), 161-169, <https://doi.org/10.14738/assrj.45.2861>.
7. Isăilă, N. (2012). Social inclusion in the context of informational society. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 1006-1009. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.239>.
8. Jones, Ph. (2010). My peers have also been an inspiration for me: developing online learning opportunities to support teacher engagement with inclusive pedagogy for students with severe/profound intellectual developmental disabilities. *International Journal of Inclusive Education*, 14 (7), 681-696.
9. Khamlichi, M. (2012). *Teacher Education for Inclusion. Profile of Inclusive Teachers*. European Agency for Development in Special Needs Education. <https://www.europeanagency.org/sites/default/files/Profile-of-Inclusive-Teachers.pdf>.
10. Lazzari, M. (2016). Digital storytelling for inclusive education: an experience in initial teacher training. In: *Proceedings of the 10th International Conference on e-Learning*. Funchal, Portugal, 199-203.
11. Marci-Boehncke, G., Vogel, T. (2018). Digital literacy and inclusion: the impact of theory and practice in teacher's education. In: *12th International Technology, Education and Development Conference*. <https://doi.org/10.21125/inted.2018.1618>.
12. Mirenda, P., Wilk, D., & Carson, P. (2000). A retrospective analysis of technology use patterns of students with autism over a five-year period. *Journal of Special Education Technology*, 15 (3), 5-16. <https://doi.org/10.1177/016264340001500301>.
13. Scorgie, K. (2010). A powerful glimpse from across the table: reflections on a virtual parenting exercise. *International Journal of Inclusive Education*, 14(7), 697-708.

14. Serna, R.W., Begum, M., & Yanco, H.A. (2016). Are Robots Ready to Deliver Autism Interventions? A Comprehensive Review. *International Journal of Social Robotics*, 8 (2), 157-181. <https://doi.org/10.1007/s12369-016-0346-y>.
15. Yuen, T.T., Mason, L.L., & Gomez, A. (2014). Collaborative Robotics Projects for Adolescents with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Special Education Technology*, 29 (1), 51-62. <https://doi.org/10.1177/016264341402900104>.
16. Бондаренко, Т.В. (2018). Використання інформаційно-комунікаційних технологій для забезпечення доступності і розвитку інклюзивної освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 67(5), 31-43. <https://doi.org/10.33407/itlt.v67i5.2241>.
17. Мартинюк, О.В. (2019). *Теорія та практика підготовки фахівців зі спеціальної освіти до професійної діяльності в інклюзивному освітньому середовищі*. [Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук]. Інститут спеціальної педагогіки і психології імені Миколи Ярмаченка НАПН України, Київ.
18. Охріменко, О.В., & Семеніхіна, О.В. (2019). Цифрові ресурси у роботі бакалаврів спеціальної освіти. *Фізико-математична освіта*, 4(22), 2, 127-132. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2019-022-4-047>.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Abbott, C. (2007). *E-inclusion: Learning Difficulties and Digital Technologies*. Bristol: Futurelab Education.
2. Bakker, M., van den Heuvel-Panhuizen, M., & Robitzsch, A. (2016). Effects of mathematics computer games on special education students' multiplicative reasoning ability. *British Journal of Educational Technology*, 47(4), 633-648. <https://doi.org/10.1111/bjet.12249>.
3. Cagran, B., & Schmidt, M. (2011). Attitudes of Slovene teachers towards the inclusion of pupils with different types of special needs in primary school. *Educational Studies*, 37(2), 171-195.
4. De Boer, A., Pijl, S.J., & Minnaert, A. (2011). Regular primary schoolteachers' attitudes towards inclusive education: a review of the literature. *International Journal of Inclusive Education*, 15(3), 331-353.
5. Forlin, C., & Chambers, D. (2011). Teacher preparation for inclusive education: Increasing knowledge but raising concerns. *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 39(1), 17-32.
6. Hamburg, I., & Bucksch, S. (2017). Inclusive Education and Digital Social innovation. *Advances in Social Sciences Research Journal*, 4 (5), 161-169. <https://doi.org/10.14738/assrj.45.2861>.
7. Isäilä, N. (2012). Social inclusion in the context of informational society. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 1006-1009. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.239>.
8. Jones, Ph. (2010). My peers have also been an inspiration for me: developing online learning opportunities to support teacher engagement with inclusive pedagogy for students with severe/profound intellectual developmental disabilities. *International Journal of Inclusive Education*, 14 (7), 681-696.
9. Khamlichi, M. (2012). *Teacher Education for Inclusion. Profile of Inclusive Teachers*. European Agency for Development in Special Needs Education. <https://www.europeanagency.org/sites/default/files/Profile-of-Inclusive-Teachers.pdf>.
10. Lazzari, M. (2016). Digital storytelling for inclusive education: an experience in initial teacher training. In: *Proceedings of the 10th International Conference on e-Learning*. Funchal, Portugal, 199-203.
11. Marci-Boehncke, G., Vogel, T. (2018). Digital literacy and inclusion: the impact of theory and practice in teacher's education. In: *12th International Technology, Education and Development Conference*. <https://doi.org/10.21125/inted.2018.1618>.
12. Mirenda, P., Wilk, D., & Carson, P. (2000). A retrospective analysis of technology use patterns of students with autism over a five-year period. *Journal of Special Education Technology*, 15 (3), 5-16. <https://doi.org/10.1177/016264340001500301>.
13. Scorgie, K. (2010). A powerful glimpse from across the table: reflections on a virtual parenting exercise. *International Journal of Inclusive Education*, 14(7), 697-708.
14. Serna, R.W., Begum, M., & Yanco, H.A. (2016). Are Robots Ready to Deliver Autism Interventions? A Comprehensive Review. *International Journal of Social Robotics*, 8 (2), 157-181. <https://doi.org/10.1007/s12369-016-0346-y>.
15. Yuen, T.T., Mason, L.L., & Gomez, A. (2014). Collaborative Robotics Projects for Adolescents with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Special Education Technology*, 29 (1), 51-62. <https://doi.org/10.1177/016264341402900104>.
16. Bondarenko, T. V. (2018). *Vykorystannia informatsiino-komunikatsiynykh tekhnolohii dlia zabezpechennia dostupnosti i rozvytku inkluzyvnoi osvity* [Using information and communication technologies for providing accessibility and development of inclusive education]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia – Information Technologies and Learning Tools*, 67(5), 31-43. <https://doi.org/10.33407/itlt.v67i5.2241>. (in Ukrainian).
17. Martynchuk, O. V. (2019). *Theory and practice of training future bachelors of special education in an inclusive educational space [Teoriia ta praktyka pidhotovky maibutnikh bakalavriv spetsialnoi osvity v inkluzyvnomu osvitnomu prostori]*. [Doctoral dissertation, Mykola Yarmachenko Institute of Special Pedagogy and Psychology of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine]. (in Ukrainian).
18. Okhrimenko, O., & Semenikhina, O. (2019). Digital resources in the work of bachelors of special education. *Physical and Mathematical Education*, 4(22), 127-132. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2019-022-4-047>. (in Ukrainian).



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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Виходить з 2013.



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

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

DOI 10.31110/2413-1571-2022-035-3-010

UDC 373.3/.5.091-026.911:004.946

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ МУЗЕЇВ У ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗАКЛАДУ ЗАГАЛЬНОЇ ОСВІТИ

Наталія СОРОКО ✉

Інститут цифровізації освіти
 Національної академії педагогічних наук України, Київ, Україна
 nvsoroko@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9189-6564>

METHODICAL ASPECTS OF USING VIRTUAL MUSEUMS OF THE EDUCATIONAL PROCESS IN GENERAL EDUCATION INSTITUTIONS

Nataliia SOROKO ✉

Institute for Digitalisation of Education of the National Academy of
 Educational Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
 nvsoroko@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9189-6564>

АНОТАЦІЯ

Широкомасштабна пандемія, спричинена Covid-19, вимушені довшотривалі канікули та нестабільність ситуації в країні підняли одну з глобальних проблем освіти – якісний освітній контент.

Формулювання проблеми. Світова культура XXI століття існує в динамічному середовищі, яке стрімко розвивається в усіх сферах людської діяльності. Інформаційно-комунікаційні технології мають значний вплив на соціокультурні процеси. У той же час поняття «віртуальності» міцно входить у контекст культури, освіти та бізнесу. Одним із важливих нововведень, які зайняли значне місце в культурному житті, є таке явище, як віртуальний музей.

Матеріали і методи. Для досягнення мети дослідження ми використовували такі методи: систематичний та порівняльний аналіз педагогічних, психологічних, філософських, соціологічних праць, методичної та спеціальної літератури; аналіз педагогічного досвіду використання віртуального музею для навчання в закладах загальної середньої освіти; опитування вчителів про їхній досвід використання віртуального музею у навчальному процесі, виявлення проблем для створення спеціальних вебінарів та курсів з метою розвитку цифрової компетентності вчителя; інтерпретація результатів дослідження.

Результати. Встановлено, що використання віртуальних музеїв у навчальному процесі дає змогу ефективно вирішувати такі основні дидактичні завдання: забезпечення наукового характеру оволодіння студентами науковими знаннями та сприяння формуванню в них демократичного світогляду, що ґрунтується на достовірних наукових фактах і відповідає динаміці розвитку відповідних наукових знань; посилення наочності навчання як принципу дидактики, зумовленого характером процесу пізнання, який починається з чуттєвого сприйняття, переходить до абстрактного мислення, а від нього до практики; розвиток пізнавальних інтересів і здібностей учня як принцип дидактики, що визначає найважливіші мотиви навчання учнів (формування пізнавальних інтересів відбувається двома шляхами: через матеріал, що становить зміст навчання та організацію пізнавальної діяльності учнів); використання віртуальних музеїв може вплинути на зорову та слухову пам'ять учнів; прискорення темпу засвоєння та запам'ятовування навчального матеріалу, що сприяє зміцненню знань, розширенню пізнавальних інтересів учнів; активізація самостійної роботи студентів; зв'язок теорії і практики, що зумовлює необхідність відображення двох нерозривно пов'язаних сторін єдиного процесу навчання; індивідуалізація навчання.

Висновки. Віртуальні музеї дають змогу значно доповнити, розширити та поглибити зміст матеріалу, що вивчається за програмою. Використовуючи віртуальні музеї, вчитель може найкраще підібрати навчальний матеріал. Віртуальні музеї дозволяють найпростішим, доступним і емоційним способом передати навчальний матеріал, значно активізувати розумову діяльність учнів, розширити їх світогляд, викликати особливий інтерес до тієї чи іншої галузі знань. Для того, щоб використання віртуальних музеїв у навчально-виховному процесі сприяло розвитку

ABSTRACT

The large-scale pandemic caused by Covid-19 forced long vacations and the unstable situation in the country has raised one of the global problems of education – quality educational content.

Formulation of the problem. World culture of the XXI century exists in a dynamic environment that is rapidly evolving in all areas of human activity. Information and communication technologies have a significant impact on socio-cultural processes. At the same time, the concept of «virtuality» is firmly in the context of culture, education, and business. One of the important innovations that have taken a significant place in cultural life is a phenomenon such as a virtual museum.

Materials and methods. We used the following methods to achieve the goal of the study: systematic and comparative analysis of pedagogical, psychological, philosophical, sociological works, methodological and specialized literature; analysis of the pedagogical experience of using virtual museums of the education in general secondary education institutions; questioning teachers about their experience of using virtual museum in the educational process, identifying problems for the creation of special webinars and courses to develop digital competence of teacher; interpretation of research results.

Results. The use of virtual museums in the educational process makes it possible to effectively solve the following basic didactic tasks: ensuring the scientific nature for students' education mastery of scientific knowledge and promoting the formation of a democratic worldview in them that based on credible scientific facts and corresponds to the dynamics of relevant scientific knowledge development; strengthening the clarity of learning as a principle of didactics, due to the nature of the process of cognition, which begins with sensory perception, moves to abstract thinking, and from it to practice; development of student's cognitive interests and abilities as a principle of didactics, which determines the most important motives for student learning (formation of cognitive interests occurs through two ways: through the material that constitutes the content of learning and organization of students' cognitive activity); the use of virtual museums can affect students' visual and auditory memory; accelerating the pace of learning and memorizing learning material, which contributes to the strength of knowledge, expanding the cognitive interests of students; the intensification of students' independent work; the connection between theory and practice, which necessitates the reflection of two inextricably linked aspects of a single education process; individualization of learning.

Conclusions. The virtual museum makes it possible to significantly supplement, expand, and deepen the content of the material studied in the curriculum. Using virtual museums, the teacher can best select educational material. Virtual museums allow in the simplest, most intelligible, and emotional way to transfer educational material, significantly enhance the mental activity of students, expand their worldview, and arouse special interest in a particular field of knowledge. For the use of virtual museums in the educational process to promote the development and formation of cognitive interests of students, the teacher must: select information to be presented with the help of virtual museum, by content and compose it in a composition so that it corresponds to the purpose, age, knowledge, and interests of students; the use heuristic methods in teaching educational

Для цитування:

Soroko N. Methodical aspects of using virtual museums of the educational process in general education institutions. *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 35. № 3. С. 71-76. DOI: 10.31110/2413-1571-2022-035-3-010
 Soroko, N. (2022). Methodical aspects of using virtual museums of the educational process in general education institutions. *Фізико-математична освіта*, 35(3), 71-76. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-010>

For citation:

Soroko, N. (2022). Methodical aspects of using virtual museums of the educational process in general education institutions. *Physical and Mathematical Education*, 35(3), 71-76. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-010>
 Soroko, N. (2022). Methodical aspects of using virtual museums of the educational process in general education institutions. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 35(3), 71-76. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-010>

✉ Corresponding author

© N. Soroko, 2022

та формуванню пізнавальних інтересів учнів, учителю необхідно: підбирати інформацію у віртуальних музеях за змістом і komponувати її так, щоб вона відповідала меті, віку, знанням та інтересам учнів; використовувати евристичні методи у викладанні навчального матеріалу за допомогою віртуального музею; організувати відповідно до конкретних інтересів учнів різноманітні форми самостійної роботи з використанням віртуального музею (бажано у формі навчальних проєктів).

КЛЮЧОВІ СЛОВА: віртуальна реальність; віртуальний музей; середня школа; якість змісту освіти; методичні аспекти.

material with the help of virtual museum; to organize by the specific interests of students various forms of independent work with the use of virtual museum (preferably in the form of educational projects).

KEYWORDS: virtual reality; virtual museum; secondary school; quality of educational content; methodical aspects.

INTRODUCTION

Formulation of the problem. World culture of the XXI century exists in a dynamic environment that is rapidly evolving in all areas of human activity. Information and communication technologies have a significant impact on socio-cultural processes. At the same time, the concept of «virtuality» is firmly in the context of culture, education, and business. One of the important innovations that have taken a significant place in cultural life is a phenomenon such as a virtual museum (VM).

The research is based on the idea that virtual museums complement education activities on important objects for learning.

This is a fairly new technology in the field of education that requires research in such areas as methods and approaches for its use at different levels of education and in different disciplines, impact on the quality of education, understanding and appropriate use of students in their acquisition of knowledge and skills and teachers to manage the education process.

An analysis of recent research. At the beginning of the XXI century, the development of interactive programs for users, which organize activities in cooperation between educational institutions and museum institutions, taking into account various features of museum-pedagogical activities, is becoming widespread. This is evidenced by many studies of scientists, namely: Karamanov O. V. (2020), Fenenko A. O. (2021), Volynets V.O. (2019), Barroso Osuna J., Gutiérrez-Castillo J.J., Llorente-Cejudo M.D., Valencia Ortiz R. (2019), Daniela L. (2020), Yichen Jia (2020), Schweibenz Werner (2019), Hooper-Greenhill E. (2012), Mukasheva (2022), etc.

The phenomenon of musealization is aimed at preserving the historical potential and creative reserve of human experience, which is realized in collections of objects representing the man experience, communities, nation, and humanity, covering not only traditional institutional activities but also non-institutional practices (Fenenko, 2021; Mukasheva, 2022; Soroko, 2020).

In modern conditions, the Internet is becoming an important virtual space of memory, where, along with disparate memorial events, framework and integrative projects are implemented, including virtual museums, which acquire a certain institutional framework (Volynets, 2019; Soroko et al., 2020).

VM is a type of website optimized for exhibiting museum materials from various fields of science, art, and history (Schweibenz Werner, 2019). Unlike the real, which is static and already formed, the virtual is a kind of problem complex, a node of trends or forces that accompany a situation, event, object, or entity and that motivate the user to solve the problem (Levy, 1998).

In the British Encyclopedia, a virtual museum is a collection of digital objects of cultural value that can be accessed through electronic media (Britannica, 2017).

So, in the mid-90s of the twentieth century, the concept of «virtual museum» came into use. Several thousand virtual museums are currently operating in the Internet space, differing from each other in the form of presentation of the material, the visual solutions used, as well as in the general thematic focus.

It should be noted the project «Virtual museums and social platform on European digital heritage, memory, identity, and cultural interaction» (https://cordis.europa.eu/programme/id/H2020_CULT-COOP-08-2016) that was conducted under the Horizon 2020 Framework Programme from 2015 to 2020. The project's challenge was to give further emphasis on improving access, establishing meaningful narratives for collections and displays, and story-led interpretation by the development of VM. Actions were focused on the development of highly innovative technologies, methods, and ICT tools to significantly improve the 'digital encounter' including the quality of images, sonic narratives, the display, and interactivity with digital objects; social media tools should be integrated into the VM platform to facilitate the exchange of information among users. The project involved: 193 science centers/museums, 19 natural history museums, 28 research bodies, 34 private companies, 9 festivals, 8 professional networks, and 36 other organizations.

«The challenge with developing virtual museums is establishing meaningful user experiences that allow for personal, complex, and emotional encounters with art and cultural heritage», says Anders Sundnes Løvlie, an associate professor at the IT University of Copenhagen and coordinator of the EU-funded GIFT project (<https://cordis.europa.eu/article/id/413511-redefining-the-museum-experience-for-the-digital-age-test>). The project has had an impact for an audience such as academic researchers, students, creative industries and the public at large. Several prototypes from the project have been deployed to the public in museums in three different countries. Further exploitation of prototypes is being explored with several museum partners. Museums may also benefit from design tools and best practice recommendations offered as part of the framework. In one museum, work with the action research part of GIFT led to the establishment of an internal "digital think tank" which has become a permanent part of the organization offering advice to the museum's management.

Virtual Museums (Fig. 1) can be sorted into the following types (Paliokas et al., 2008):

- Art Collections such as Images, videos, and history of the objects. Those VRMs are about digitalized photos of art effects accompanied by short descriptions, critics, and other information (style, material, and physical sizes). Examples: the Virtual Museum of Japanese Art (<http://web-ja-pan.org/museum/menu.html>), The Nicholas P. Goulandris Foundation Museum of Cycladic Art (www.cycladic-m.gr).

- Video Tour. Real Museums (with physical presence) are illustrated by panoramic photos of their exhibition rooms.

Examples: the Virtual Museum of Art, Uruguay (<http://muva.elpais.com.uy>) and the National Gallery of Art, Washington DC (<http://www.nga.gov/exhibitions/vgwel.shtm>).

- Virtual Reality Museums. All architectural elements and the contents of the museum are designed using CAD software (AutoCAD3, 3Dstudio Max1, Maya1c) and played as VRML4files using plugins for web browsers.

- Social Interaction Virtual Museums. Virtual Museums with collaborative capabilities offer the visitor the opportunity not only to interact with the three-dimensional world but with the other visitors as well. Examples: a museum of this category visit Tokyo University Digital Museum: MMMUD (<http://www.um.u-tokyo.ac.jp/digital/mud.html>) Virtual Museum Portals.

- Artist's Blogs. A lot of individuals or groups of artists hold personal portfolio presentations using blogs.

The development phase of the VM includes the collection and digitalization of the available material, the design and development of databases for network functionality, and the design of educational activities. Other issues designers confront are the architectural rendering of the virtual scenes, management of 3-D sound, development of communication tools, etc. The case study of this paper is a new type of output files produced by Multimedia Authoring Instruction Tool (MAIT) software (Kekkeris & Paliokas, 2005) earlier developed and intended to offer the Aesthetics and Art History educators a software package to create multimedia presentations. Special care was taken to ensure that the interface design was in line with the age and knowledge of the students, previous experience with virtual reality and other multimedia applications, and familiarity with video games.

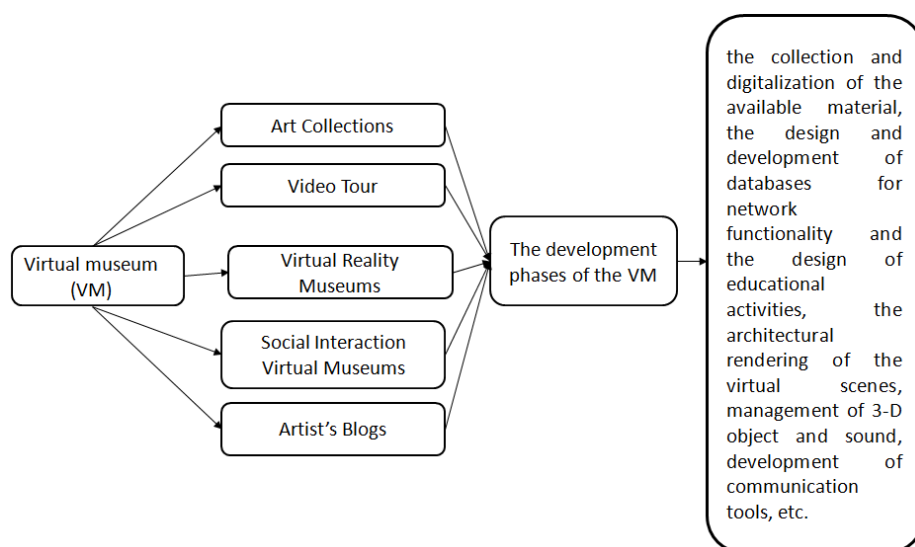


Fig. 1. Classification of virtual museums and their development phase

VM have specific characteristics that support the idea that they can serve as training agents, namely: virtual museums can complement analog reality with digital information; data integration is coordinated in real-time; they make it easy to combine different resources: text, websites, video, audio, and 3D; interactive education materials; tools to create content that requires the participation of the individual (scientist, teacher, and other users) (Barroso Osuna et al., 2019; Daniela, 2020).

The goal of the article is to substantiate and single out methodological aspects of virtual museums in the educational process of general education.

RESEARCH METHODS

We used the following methods to achieve the goal of the study: systematic and comparative analysis of pedagogical, psychological, philosophical, sociological works, methodological and specialized literature; analysis of the pedagogical experience of using VM of the education in general secondary education institutions; questioning teachers about their experience of using VM in the educational process, identifying problems for the creation of special webinars and courses to develop digital competence of teachers; interpretation of research results.

RESEARCH RESULT AND DISCUSSION

We asked teachers to plan and organize a learning project for their students on the use of VM, which would have such a plan: the project topic, the project purpose, which will correspond to the final result to be provided by students, the main project issues, the teaching time, the preparation time, important tasks and students activities, online tools (in particular VM), offline tools, assessment, formative assessments, final assessment, student feedback, teacher feedback.

This should be an integrated lesson plan such as a teacher's detailed description of the course of instruction or «learning trajectory» for a lesson, a guide, and a document that will be continuously improved and updated. It is about developing educational activities that promote deep learning to improve 21st-century skills such as critical thinking, collaboration, communication, creativity, and divergent thinking. Developing a pathway based on methodologies such as problem-based, project-based, and challenge-based learning allows you to incorporate problem-based learning, inquiry, and design into learning activities, taking care of real challenges in the authentic context of our world. Thanks to the multidisciplinary approach, students had to learn to consider the same issue from different points of view, which is an important condition for promoting the development of scientific thinking.

The following VM and tools were proposed:

– to study specific topics (for example, virtual museum: <http://www.eskeletons.org/compant>, <https://www.travelandleisure.com/attractions/museums-galleries/museums-with-virtual-tours>; and a directory to virtual museums and museum home pages on the Internet can be found in the World Wide Web Virtual Library: Museums, a service of the International Council of Museums (ICOM) that provides lists of museums by country as well as other categories);

– to create their personal VMs (for example, metaverse, blippar, Google Slides).

One of the interesting projects created by teachers should be noted as «Virtual museum of biology: the musculoskeletal system of man». The goal of the learning project was to teach students the importance of collaboration and division of labor by taking advantage of group experiences on biology, visiting biology museums, understanding virtual museums, and the experience visiting them. The lesson was taught in 3 parts: part 1 was the uncoordinated phase in which individual actions were carried out and subsequently analyzed; part 2 was the planned implementation phase where the division of labor and cooperation was emphasized; part 3 was the consolidation phase where learning discussed and evaluated. The learning objective was the defining what the vertebrate skeleton is.

Most questions of the project were:

- What are the structure and functions of the musculoskeletal system?
- What are the similarities and differences between bone and cartilage?
- What are the characteristics of bone?
- What is the human skeleton?
- What is a virtual museum?
- What exhibits should be placed in the Museum of Biology «The musculoskeletal system of man»?

The result of the learning project «Virtual museum of biology: the musculoskeletal system of man»: students do research and gather information about important figures related to a given topic and then dress up (or use a prop) to create a 'talking wax museum'. A student can take the role of the museum guide or the audience can interview the figures directly.

In the process of conducting research by students, teachers asked them to perform the following tasks using VM with augmented images using any of the platforms such as ARCore Augmented Images (https://codelabs.developers.google.com/codelabs/augimg-intro?utm_source=google-io&utm_medium=organic&utm_campaign=io21-learninglab#0); Blippar (<https://blipps.blippar.com/>).

To obtain the objectives, our research is focused on teachers from Secondary schools (Semipolkivsky Secondary School of the 1st-3rd Grade (Ukraine), Specialized school № 181 named after I. Kudri with in-depth study of foreign languages (Kyiv, Ukraine)) to determine their attitude to using VM in learning project «Virtual museum of biology: the musculoskeletal system of man». The study involving 27 teachers at the general school was conducted from September to December 2021.

The questionnaire content is aimed to obtain answers to the following questions: Do teachers consider it required to use VM in teaching at school? Could a VM contribute positively to the students learning motivation? How to use VM for quality education in the general school?

Teachers were asked to answer 3 open-ended questions and 1 question with the choice of the answer "Strongly disagree, disagree, Neither agree nor disagree, agree, Strongly agree "

So, teachers were asked to write their opinion on 3 open-ended questions:

- How did you use VM in your teaching activity?
- Which problems had you when proposed for students VM for solving the problem?
- How helped you use VM for displays and support inquiry-based science education?

The question with the choice of the answer "I disagree, I agree, I do not agree at all" was "what is necessary for the successful use of virtual museums to increase the clarity of learning necessary?", to which such answers were offered:

- determine the feasibility of using virtual museums, as well as their integrated use;
- not to overload students with on-screen visual aids;
- draw students' attention to the most important, essential features of objects, phenomena, and processes studied with the help of virtual museums;
- orient students to a comprehensive perception of phenomena;
- enable students to be as active and independent as possible when visiting and creating virtual museums.

Interpretation of open-ended questions.

For the question «How did you use VM in your teaching activity?» the following responses were received:

- «I use VM to submit new material» (75%);
- «I use VM to present objects and processes that are difficult to show in real life» (83%);
- «I use VM for carrying out the brainstorm» (56%);
- «I use VM to increase students' interest in learning material» (27%);
- «VMs help ensure museums visits around the world, regardless of the time and place of the student and teacher» (33%);
- «the material should be selected according to the content in such a way that it stimulates interest in knowledge, brings new knowledge about the world, teaches the ability to see the new, already reveals to students the history of scientific discoveries and practical meaning of knowledge, shows the latest advances in science» (65%).

For the question «Which problems had you when proposed for students VM for solving the problem?» the following responses were received:

- «lack of methodological recommendations» (82%);
- «students' lack of understanding how to use VM, we must to prescribe instructions and plan the excursions and exhibishenes» (63%);
- «the use of VM depends on the availability and quality of the Internet connection» (23%).

For the question «How helped you use VM for displays and supports inquiry-based science education?» the following responses were received:

- «VMs help students learn about complex experiments and subjects that are difficult and expensive to explain. In addition, they provide a realistic environment for the presentation of subjects such as history, art, astronomy, geography, and physical sciences» (78%);
- «VM improves students' real presentation of educational material» (68%);
- «using VMs make learning interesting, thus facilitating the education process of students' interest and motivation» (94%).

Interpretation of the question with the choice of the answer «Strongly disagree, disagree, Neither agree nor disagree, agree, Strongly agree».

The results of the survey on what is necessary for the successful use of virtual museums to increase the clarity of learning necessary are presented in table 1.

Table 1.

The results of the survey on what is necessary for the successful use of virtual museums to increase the clarity of learning necessary

	Strongly disagree	Disagree	Neither agree nor disagree	Agree	Strongly agree
Determine the feasibility of using virtual museums, as well as their integrated use				15%	85%
Not to overload students with on-screen visual aids	–	48%	24%	18%	10%
Draw students' attention to the most important, essential features of objects, phenomena, and processes studied with the help of virtual museums	–	–	–	100%	–
Orient students to a comprehensive perception of phenomena	–	–	54%	46%	–
Enable students to be as active and independent as possible when visiting and creating virtual museums	6%	16%	35%	38%	5%

The survey results are presented below (Table 1). According to our findings, the teachers are highly interested in using VM in the educational process in general school: «Draw students' attention to the most important, essential features of objects, phenomena and processes studied with the help of virtual museums» – 100% teachers are considered necessary for teaching students.

So, the use of virtual museums in the educational process makes it possible to effectively solve the following basic didactic tasks:

- ensuring the scientific nature of students' education mastery of scientific knowledge and promoting the formation of a democratic worldview in them that is based on credible scientific facts and corresponds to the dynamics of relevant scientific knowledge development;
- strengthening the clarity of learning as a principle of didactics, due to the nature of the process of cognition, which begins with sensory perception, moves to abstract thinking, and from it to practice;
- development of student's cognitive interests and abilities as a principle of didactics, which determines the most important motives for student learning (formation of cognitive interests occurs in two ways: through the material that constitutes the content of learning and organization of students' cognitive activity);
- the use of virtual museums can affect students' visual and auditory memory;
- accelerating the pace of learning and memorizing learning material, which contributes to the strength of knowledge, expanding the cognitive interests of students;
- the intensification of students' independent work;
- the connection between theory and practice, which necessitates the reflection of two inextricably linked aspects of a single education process;
- individualization of learning.

VM give positive results in terms of activating the cognitive activity of students only when they are skillfully and intelligently used in a system of various methods and techniques and combination with other teaching aids.

CONCLUSIONS AND PROSPECTS FOR FURTHER RESEARCH

VMs make it possible to significantly supplement, expand, and deepen the content of the material studied in the curriculum.

Using virtual museums, the teacher can best select educational material. Virtual museums allow in the simplest, most intelligible, and emotional way to transfer educational material, significantly enhance the mental activity of students, expand their worldview, and arouse special interest in a particular field of knowledge.

For the use of VM in the educational process to promote the development and formation of cognitive interests of students, the teacher must:

- select information to be presented with the help of VM, by content and compose it in a composition so that it corresponds to the purpose, age, knowledge, and interests of students;
- the use of heuristic methods in teaching educational material with the help of VM;

– to organize by the specific interests of student's various forms of independent work with the use of VM (preferably in the form of educational projects).

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Barroso Osuna, J., Gutiérrez-Castillo, J.J., Llorente-Cejudo, M.D., & Valencia Ortiz, R. (2019). *Difficulties in the Incorporation of Augmented Reality in University Education: Visions from the Experts*. J. New Approaches Educ. Res., 8.
2. Britannica (2017). The Editors of Encyclopaedia "virtual museum". Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/topic/virtual-museum>.
3. Daniela, L. (2020). Virtual Museums as Learning Agents. Sustainability. 12(7), 2698. <https://doi.org/10.3390/su12072698>.
4. Fenenko, A. O. (2021). Virtualna muzealizatsiia yak zasib zberezhenia kulturnoi pamiaty [Virtual musealisation as a means of preserving cultural memory]. *Thesis for the academic degree of Candidate of Culturology*. Kharkiv State Academy of Culture, Kharkiv. (in Ukrainian).
5. Karamanov, O. V. (2020). Teoriia i praktyka pedahohichnoi diialnosti muzeiv u suchasnomu osvithnomu prostori Ukrainy [Theory and practice of pedagogical activity of museums in the modern educational space of Ukraine]. *The dissertation for the academic degree of doctor of pedagogical science*. State Establishment "Luhansk National University named after Taras Shevchenko". Starobelsk. (in Ukrainian).
6. Lévy, P. (1998). *Becoming Virtual. Reality in the Digital Age*. Plenum Trade, New York, NY.
7. Mamur, N. & Özsoy, V., & Karagöz, İ. (2020). Digital learning experience in museums: Cultural readings in a virtual environment. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 7(2), 335-350. <https://doi.org/10.33200/ijcer.799643>.
8. Mukasheva, Manargul and Kornilov, Iurii and Beisembayev, Gani and Soroko, Nataliia and Sarsimbayeva, Saule and Omirzakova, Aisara (2022). *Contextual Structure as an Approach to the Study of Virtual Reality Learning Environment*. <http://doi.org/10.2139/ssrn.4034173>.
9. Paliokas, Ioannis & Kekkeris (2008). Implementation of Virtual Museums for School Use. *The International Journal of the Inclusive Museum*. 1. 11-20. <http://doi.org/10.18848/1835-2014/CGP/v01i01/44514>.
10. Schweibenz, W., & Wintzerith, S. (2018). The personas method. A tool for communicating data from visitor studies | Metoda modelování postav (personas). *Praktický nástroj získávání informací ze studií návštěvnosti*. Museologica Brunensia, 7(1), 5–18. <http://doi.org/10.5817/MuB2018-1-1>.
11. Soroko, N.V. (2020). Methodology for teachers' digital competence developing through the use of the STEAM-oriented learning environment. *CEUR Workshop Proceedings* [this link is disabled](http://ceur-ws.org/Vol-2732/), 1260–1271. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2732/>.
12. Soroko, N.V., Mykhailenko, L.A., Rokoman, O.G., & Zaselskiy, V.I. (2020). Educational electronic platforms for STEAM-oriented learning environment at general education school. *CEUR Workshop Proceedings*, 2643, 462–473. <https://doi.org/10.31812/123456789/3884>.
13. Volynets, V.O. (2019). Virtualizatsiia kultury v dobu internet-tekhnologii [Virtualization of culture in the age of Internet technologies]. Abstract of PhD dis. of Cultural Studies: 26.00.01. Kyiv. (in Ukrainian).
14. Yichen, Jia (2020). Constructing Virtual Reality Exhibitions with Multimodal Interactions. *Master of Science in Architecture Studies and Master of Science in Electrical Engineering and Computer Science*. Massachusetts Institute of Technology. URL: <https://hdl.handle.net/1721.1/127560>.



АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

Б	Кульчинський В. 26
Белтран Г.А. 7	Кучеренко І. 41
В	Кучин Ю. 41
Власенко О. 41	Л
Г	Логвіненко В. 50
Года Т. 13	Лукашова Т. 59
Д	М
Дронь В. 19	Микитенко П. 41
Друшляк М. 59, 65	П
Ж	Покідько О. 59
Жижко О. 7	С
І	Семеніхіна О. 65
Іванчук М. 26	Сороко Н. 71
К	Ш
Калугін Р. 33	Шишенко І. 59
	Шкільний О. 13

Наукове видання

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА

Науковий журнал

Key title: Fiziko-matematična osvita

Abbreviated key title: Fiz.-mat. osv.

Том 35, № 3

2022

Друкується в авторській редакції
Матеріали подані мовою оригіналу

Відповідальний за випуск

О.В. Семеніхіна

Комп'ютерна верстка

О.М. Удовиченко

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

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

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