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

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

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА

Науковий журнал

ВИПУСК 2 (24)

Суми – 2020

Рекомендовано до видання вченою радою
Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка
(протокол № 10 від 25.05.2020 р.)

Редакційна колегія

М.П. Вовк	доктор педагогічних наук, старший науковий співробітник (Україна)
М.Гр. Воскоглу	доктор філософії, почесний професор математичних наук (Греція)
Т.Г. Дерека	доктор педагогічних наук, професор (Україна)
Р.А. Зіатдінов	доктор педагогічних наук, професор (Південна Корея)
А.П. Кудін	доктор фізико-математичних наук, професор (Україна)
О.Ю. Кудріна	доктор економічних наук, професор (Україна)
Ф.М. Лиман	доктор фізико-математичних наук, професор (Україна)
І.О. Мороз	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. Семеног	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.О. Лаврентьєва	доктор педагогічних наук, доцент (Україна)
В.О. Швець	кандидат педагогічних наук, професор (Україна)
А.М. Добровольська	кандидат фізико-математичних наук, доцент (Україна)
М.Г. Друшляк	кандидат фізико-математичних наук, доцент (Україна)
Т.Д. Лукашова	кандидат фізико-математичних наук, доцент (Україна)

Ф45 Фізико-математична освіта : науковий журнал. Вип. 2 (24) / 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], 2020. 177 с.

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

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

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

Висловлені авторами думки можуть не співпадати з точкою зору редакції.

УДК 53+51]:37(051)

© СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2020

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

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

PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION

Scientific Journal

ISSUE 2 (24)

Sumy – 2020

Recommended for publication of the Academic Council
of Makarenko Sumy State Pedagogical University
(Protocol № 10 from 25.05.2020)

Editorial Board

M.P. Vovk	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Ukraine)
M.Gr. Voskoglou	Doctor of Philosophy, Professor Emeritus of Mathematical Sciences (Greece)
T.H. Dereka	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Ukraine)
R.A. Ziatdinov	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (South Korea)
A.P. Kudin	Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Professor (Ukraine)
O.Yu. Kudrina	Doctor of Economic Sciences, Professor (Ukraine)
F.M. Lyman	Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Professor (Ukraine)
I.O. Moroz	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Ukraine)
T.Yu. Osypova	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.O. Lavrentjeva	Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Ukraine)
V.O. Shvets	PhD (Physics and Mathematics Sciences), Professor (Ukraine)
A.M. Dobrovolska	PhD (Physics and Mathematics Sciences), Associate Professor (Ukraine)
M.G. Drushlyak	PhD (Physics and Mathematics Sciences), Associate Professor (Ukraine)
T.D. Lukashova	PhD (Physics and Mathematics Sciences), Associate Professor (Ukraine)

F 45 Physical and Mathematical Education : Scientific Journal. Issue 2 (24) / Makarenko Sumy State Pedagogical University, Physics and Mathematics Faculty ; O.V. Semenikhina (chief editor). Sumy : [Makarenko Sumy State Pedagogical University], 2020. 177 p.

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

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

UDC 53+51]:37(051)

© Makarenko Sumy State Pedagogical University, 2020

ЗМІСТ

Atamas A., Slipukhina I., Chernetskyi I., Shykhovtsev Yu. 7
SUPERCAPACITOR AS A DIDACTIC MEANS OF TEACHING STUDENTS FUNDAMENTALS OF ELECTRONICS IN THE NI MULTISIM ENVIRONMENT 7

Bazurin V. 13
A METHOD OF STUDYING STUDENTS WORK IN THE EDRAW MAX ENVIRONMENT 13

Voskoglou M., Salem A.B. 17
MACHINE LEARNING TECHNIQUES FOR TEACHING MATHEMATICS 17

Волощук І.А., Гебель А.В. 26
МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ В УЧНІВ ІК-КОМПЕТЕНТНОСТІ 26

Головко Н.Ю., Коробова І.В. 31
ФОРМУВАННЯ ПРИРОДНИЧО-НАУКОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ СИТУАЦІЙНИХ ЗАДАЧ З ФІЗИКИ 31

Гриб'юк О.О. 37
СИСТЕМА ДИНАМІЧНОЇ МАТЕМАТИКИ GEOGEBRA ЯК ЗАСІБ ПІДТРИМКИ ЗАГАЛЬНИХ І СПЕЦІАЛЬНИХ ЗДІБНОСТЕЙ УЧНІВ В ПРОЦЕСІ ДОСЛІДНИЦЬКОГО НАВЧАННЯ ПРЕДМЕТІВ МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ: З ДОСВІДУ РОБОТИ 37

Друшляк М.Г. 52
МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ ВІЗУАЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ 52

Зуб С.С., Яловега І.Г. 58
РОЗВИТОК ЕВРИСТИЧНИХ МЕТОДІВ НА ПОЧАТКУ ТРЕТЬОГО ЕТАПУ РОЗВИТКУ ФІЛОСОФІЇ ТА НАУКИ 58

Ковальчук М.Б. 66
АЛГОРИТМІЗАЦІЯ ЯК МЕТОД ФОРМУВАННЯ ПОНЯТЬ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ 66

Кузьмич В.І., Кузьмич Л.В. 74
ФОРМУВАННЯ ПОНЯТЬ ТОЧКИ, ВІДСТАНІ ТА ПРЯМОЛІНІЙНОГО РОЗМІЩЕННЯ ТОЧОК ЗАСОБАМИ МЕТРИЧНОЇ ГЕОМЕТРІЇ У 7-9 КЛАСАХ 74

Лазурчак Л.В., Вдовичин Т.Я., Жидик В.Б. 80
ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕГРОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА RAD STUDIO У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ 80

Мар'єнко М.В. 87
МОДЕЛЮВАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНОЇ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ ДО РОБОТИ В НАУКОВОМУ ЛІЦЕЇ 87

Мельник О.М. 94
УЗАГАЛЬНЕНА ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАКЛАДУ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ 94

Мельник Ю.С. 100
РОЛЬ І МІСЦЕ ЗАДАЧ У СИСТЕМІ КОМПЕТЕНТНІСНО ОРІЄНТОВАНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ УЧНІВ ГІМНАЗІЇ 100

Михайлова І.А. 107
ВИКОРИСТАННЯ ЗАДАЧ ПРОФЕСІЙНОГО СПРЯМУВАННЯ У ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ ЕКОНОМІЧНОГО НАПРЯМУ В ІНКЛЮЗИВНОМУ НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ 107

Пасічник Н.О., Ріжняк Р.Я. 113
РОЗВ'ЯЗУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ЗАДАЧ З РЕАЛІЗАЦІЄЮ ПОЛІПРЕДМЕТНИХ (ЕКОНОМІКА, ІНФОРМАТИКА, МАТЕМАТИКА) ІНТЕГРАТИВНИХ КОМПОНЕНТІВ 113

Пономарева Н.С. 123
СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧИТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ У ЗАРУБІЖНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ 123

Розуменко А.О., Розуменко А.М. 134
ФАХОВЕ СПРЯМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН ПРИ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ 134

Сороко Н.В. 142
ПЕДАГОГІЧНІ МОДЕЛІ STEAM-ОРІЄНТОВАНОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ВЧИТЕЛЯ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ 142

Татауров В.П., Шишкіна М.П. 151
МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ СЕРВІСІВ MICROSOFT OFFICE 365 ДЛЯ ПІДТРИМУВАННЯ СПІЛЬНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ 151

Ткачук В.В., Семеріков С.О., Єчкало Ю.В., Маркова О.М., Мінтій М.М. 159
ЗАСОБИ РОЗРОБКИ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ДЛЯ WEB: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ 159

Штонда О.Г. 168
ЗАСТОСУВАННЯ СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНИХ СХЕМ ТА ТАБЛИЦЬ У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ 168

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК 176

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Атамась А.І., Сліпухіна І.А., Чернецький І.С., Шиховцев Ю.С. Суперконденсатор як дидактичний засіб навчання учнів основам електроніки у середовищі NI Multisim. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 7-12.

Atamas A., Slipukhina I., Chernetskyi I., Shykhovtsev Yu. Supercapacitor as a didactic means of teaching students fundamentals of electronics in the NI Multisim environment. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 2(24). P. 7-12.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-024-2-001
UDC (004.42:004.415.2)+62+53-057.8+(373.51:378.047)(045)

Artem Atamas
National Center «Junior Academy of Sciences of Ukraine», Ukraine
art.atamas@gmail.com
ORCID: 0000-0002-8709-3208
Iryna Slipukhina
National aviation university, Ukraine
slipukhina2015@gmail.com
ORCID: 0000-0002-9253-8021
Ihor Chernetskyi
National Center «Junior Academy of Sciences of Ukraine», Ukraine
manlabkiev@gmail.com
ORCID: 0000-0001-9771-7830
Yurii Shykhovtsev
National Center «Junior Academy of Sciences of Ukraine», Ukraine
yushykh@gmail.com
ORCID: 0000-0001-7000-7003

SUPERCAPACITOR AS A DIDACTIC MEANS OF TEACHING STUDENTS FUNDAMENTALS OF ELECTRONICS IN THE NI MULTISIM ENVIRONMENT

ABSTRACT

Problem formulation. *Educational researches of technologically actual and perspective models of devices with the use of simulation environments have allocated a special didactic niche. The demand for NI Multisim as a propaedeutic tool for the formation of engineering skills requires a study of the organizational and methodological foundations of its integration into the modern educational environment.*

Materials and methods. *Theoretical (comparative analysis of scientific data, modeling of the methodical system of learning using simulation environments, etc.), empirical (mostly observational) methods, as well as computer modeling of the studied devices were used. Preliminary didactic approbation was carried out within the framework of the project "Summer Physical and Technical Schools" of the National Center "Junior Academy of Sciences of Ukraine".*

Results. *Features of the supercapacitor as a means of learning the basics of electronics using the STEM approach are systematized in the form of a structural and functional diagram. The educational method is based on the use of the equivalent circuit. The virtual study of serial supercapacitors consists of calculation of parameters and construction of an equivalent circuit in the NI Multisim environment, analysis of charging (discharging) characteristics, and their dependence on external (internal) factors. By the instrumentality of a real experiment, it is possible to determine the specific energy consumption of the supercapacitor also. The technique of using a printed model of the supercapacitor complements the experiment with the possibility to determine the specific capacity of the carbon material, the impact of the concentration of the electrolyte used on the characteristics of the device. 3D printing can be a part of an educational STEM project.*

Conclusions. *Techniques based on the creation of equivalent circuits with simulation environments provide the potential to design educational studies of properties and related processes of a real, serial device, as well as of one manufactured in the laboratory. The possibility of using passport data of serial products creates didactic opportunities for the transition from an algorithmic laboratory project to independent educational research, in particular, distance or mobile learning. Relevant techniques based on 3D printing, as well as pedagogical aspects of STEM-oriented learning of the basics of electronics, require further research.*

KEY WORDS: *supercapacitor, basics of electronics, equivalent circuit, NI Multisim, STEM, STEM-laboratory MANLab, 3D printing.*

INTRODUCTION

Formulation of the problem. Virtual laboratories, in particular, software tools for electronic circuits modeling, are an integral part of the educational environment for teaching physical and technical disciplines. Electronics Workbench and its successor NI Multisim are invariably popular in this context (Atamas, Chernetskyi & Shapovalov, 2017). In teaching students the basics of electronics and electrical engineering, preference should now be given to the STEM-approach, capable of comprehensively forming "hard skills" and "soft skills". Note that the research of didactic features of the study of electromagnetism and the basics of electronics using simulation programs (NI Multisim 11.0), is one of the activities of the STEM-laboratory of the MANLab National Center "Junior Academy of Sciences of Ukraine". The approbated training methods in the form of technological maps or instructions with step-by-step procedures are regularly updated and put to free access on the online resource stemua.science[1]; they are also designed as a workbook (Atamas, Chernetskyi & Shapovalov, 2017).

Techniques that combine the study of the parameters of virtual, and therefore idealized, and real electrical schemes have a special pedagogical effect in this context. However, despite the active use of these environments as a means of forming physical and technical knowledge and engineering skills, the didactic principles of their use for teaching school-age youth, especially in STEM-oriented methods, have been studied very little.

Literature Review. Literature sources analysis has shown that the Electronics Workbench and NI Multisim software are actively used in the teaching process, in formal and non-formal education. The use of virtual platforms for simulations of electronic/electric circuits creates a connection of lectures and practical application (Noga & Palczynska, 2018), has a significant didactic effect in the teaching of engineering disciplines (Ptak, 2018), deepens understanding of the sources of differences between real and virtual circuit elements. Especially, if the laboratory projects are constructed in a such a way that they contain actual measurements of a real electric circuit and in a simulation model (Lyubomirov et al., 2019), increase the level of students' perception of theoretical and mathematical models and are effective for project-oriented learning (Srikanth et al., 2019). It should be noted that NI Multisim is also used to model processes in solid materials or biological systems, for example, for interactive predictive simulation of flows of layered, heterogeneous, anisotropic media in reservoirs (Chin & Zhuang, 2020).

An important component of modeling electronic devices is the study of functional ratios between electrical quantities, as well as mathematical analysis of experimental data in the context of error calculation, for example, establishing the dependence of transistor gain on currents (Djalal & HR, 2019) or comparing calculated theoretical values of resonant frequency and Q factor with the results obtained on the simulation in the Multisim 11.0 environment (MANLab, 2018). Obviously, this process is accompanied by the analysis of tabular and graphical data and requires the involvement of appropriate software, such as Microsoft Excel.

It should be noted that in order to enhance cognitive activity and increase students' motivation, it is important to study the structure and characteristics of technologically promising devices: both those that are still in the research phase, such as memristor (Bodduna, 2019), and those that are the basis of modern technology, for example, photoelectric converter, photodiode, various electric machines and others.

One of such didactically attractive devices is a supercapacitor (SC), which occupies a separate niche of utilization in consumer electronics, various gadgets, electric vehicles, and other stationary and industrial frameworks (Inamuddin et al., 2020). As an element of an electrical circuit, a SC or ionizer is an electrochemical device that, by its characteristics, occupies an intermediate position between the capacitor and the chemical current source (Conway, 2009). Compared to conventional batteries, SCs have significantly higher charge/discharge currents and significant cyclic life (up to 1 million charge-discharge cycles), however, it has a lower specific energy consumption. Therefore, it is used as a stand-alone or additional (as a part of accumulators with electrochemical batteries) electrical energy storage, as well as a smoothing capacitor for rectifiers (Kebede & Ezema, 2020). For example, SCs can be backup power supplies for motherboards, microprocessors, and storage devices, additional elements in renewable energy storage devices (significantly expanding the range of current loads on the drive and improving the operating conditions of electrochemical batteries). They are also indispensable for the needs of high charging and discharging currents, for example, in technical systems[2] for starting engines, uninterruptible power supply, peak power equalization, braking electric vehicles, etc. (Yu, Chabot & Zhang, 2017).

In terms of physical structure, a is a capacitor that consists of two double electrical layers connected in series through a liquid electrolyte with a certain resistance[3] (Conway, 2009). The values of the nominal capacity of SCs available on the market of electronic devices are in the range from 0.047 F[4] to 500 F[5]. Note that the key role in the operation of this device is played by electrodes, which are made of materials with a significant specific surface area. This is the cause of the large area of the double electrical layer, which explains the large electrical capacity of SCs. Such electrodes are usually made using porous materials such as activated carbon or foamed metal (Inamuddin et al., 2020). The current requirements for the design of modern devices based on SCs are best met by synthetic materials with predefined characteristics based on graphene, such as graphene oxide, fullerenes and carbon nanotubes of a wide range of sizes (Kebede & Ezema, 2020).

To study electronic devices in simulation environments, an approach is used that is based on the use of an equivalent circuit of a real element, which should fully reproduce the functional and constructive properties of the real artifact (Johnson, 2013). Such electrical models can be considered both as a simple RLC circuit and as a complex electrical circuit with nonlinear

[1] The average number of online requests to stemua.science in 2019/20 is more than 600 thousand people / month, and the average number of uniquevisitors - is more than 20 thousand people / month, mostly from Ukraine, USA, Germany, Estonia and others (according to SEO data Cloud flare).

[2] Supercapacitors.Explain that Stuff https://www.explainthatstuff.com/how-supercapacitors-work.html

[3] The transition from the use of an aqueous solution of KOH or H_2SO_4 to solutions of organic and inorganic salts in organic solvents as an electrolyte made it possible to increase the rated charging voltage of supercapacitors from 1 to 2.7 V.

[4] https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/scdk5r5473-c-superkondensator_123727.html

[5] https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/500f-2-7v-35x60mm_119286.html

parameters, as well as applied to various DC and AC simulations[6]. The use of equivalent circuits creates opportunities to identify and study the dependence of the properties of the device on those of its parameters that cannot be changed in a non-destructive way, for example, on the internal resistance. Thus, failure to take into account the own active resistance of the SC at the design stage of the device can lead to undesirable effects in real electrical circuits, for example, to voltage ripples in power supplies and changes of the frequency characteristics of circuits. In addition, these devices have a leakage current, or self-discharge current, due to peculiarities of its structure and imperfection of electrochemical processes.

The use of equivalent circuits is indispensable in the study of the characteristics of new synthesized structures for electronic devices, such as material for SC electrodes. In such a way, in particular, the potential intervals of capacitive and pseudocapacitive energy accumulation at the interface with the electrolyte for carbon supramolecular structures with a hierarchical architecture were identified (Grygorchak et al., 2019).

Given the above, it is obvious that full-scale experiments with real electronic devices, supplemented by the processes of design and analysis of equivalent substitution schemes have significant didactic potential, especially for the organization of STEM-oriented learning. However, the analysis of literature data and scientific reports available on the Internet showed that the use of NI Multisim and similar software products in the context of propaedeutics of electronics and electrical substitution circuits as teaching methods have been insufficiently studied. The need to solve this problem outlined **the purpose of the article:** to create a modern STEM-oriented method of teaching the basics of electronics, which is based on the study of physical properties of a technologically relevant device (e.g., SC) and didactic combination of full-scale and virtual experiments and 3D modeling.

METHODOLOGY AND METHODS

The study is performed through using such theoretical methods as comparative analysis to compare approaches to the study of electronics, current data on the research topic, available on science metric resources Scopus, Web of Science, Resarch Gate, Google Academy, innovative pedagogical experience, modeling of methodological system of teaching based on the use of equivalent substitution schemes and simulation environments. Empirical methods used in the study were are, first of all, observational methods, conversations with teachers, mentors and students, chronometry, analysis of textual and oral reports of performed research projects. Computer modeling and theoretical analysis of physical and technical characteristics of the studied devices were also used.

The full-scale experiment technique design process and testing of the equivalent circuit for SCs was carried out on the basis of technical documentation, which is freely available for three models (EECF5R5U105 (Panasonic) 1F 5.5 V, SE-5R5-D105VYV (KAMCAP) 1F 5.5 V and ESHSR-0005C0-002R7 (NESSCAP) 5F, 2.7 V), training typesetting kit for electrical circuits, digital measuring system with voltage and current sensors, an adjustable power supply and a multimeter.

Didactic approbation of educational and research projects "Research of a SC and construction of its equivalent circuit" and "Manufacture and research of an electrochemical capacitor" was carried out in 2016 - 2019 within the project "Summer Physical and Technical Schools" with the participation of students of grades 8-11 in the educational activities of the National Center "Junior Academy of Sciences of Ukraine".

RESULTS AND DISCUSSION

The analysis of a SC as a means of teaching the basics of electronics using the STEM approach created the basis for systematization of the obtained data in the form of structural and functional diagram, which reflects the didactic features of manufacturing and research of this device in a laboratory layout cell, virtual research of SCs with an equivalent scheme and full-scale laboratory experiment with real artifacts (Fig. 1).

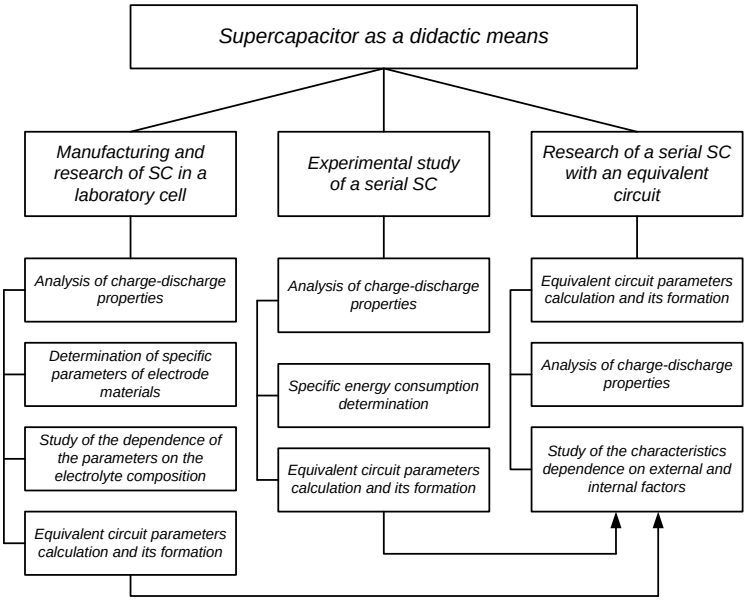


Fig. 1. Supercapacitor as a didactic means

[6] Equivalent Circuits and Simulation Models – Circuit Types. Passive Components Blog https://passive-components.eu/

The virtual study of serial SCs consists of calculation of parameters and construction of an equivalent circuit in the NI Multisim environment, analysis of charging (discharge) characteristics and their dependence on external (internal) factors. In the field experiment additionally determine the specific energy consumption of the SC. The technique using a printed 3D model of the SC complements the experiment with the ability to determine the specific capacity of the carbon material, the effect of the concentration of the electrolyte used on the characteristics of the device.

Consider the procedure for the study of serial SC according to the equivalent scheme, the technological map of which is given in the section "Research projects" (MANLab, 2018). To achieve this goal, an equivalent circuit design, which reflects the capacities of each double electrical layer separately and thus demonstrates the features of the structure of the SC (Yu, Chabot & Zhang, 2017, P. 67) is didactically justified. At the beginning of the study, students, using the means of digital measuring system, experimentally determine the total capacity, internal resistance and leakage resistance of the real SC[7]. The next stage of the study is to create a model of the SC and find out the changes in its charging (discharge) characteristics with a decrease (increase) in internal resistance. In this context, students are aware of the feasibility and need to create an equivalent circuit, for example, in the NI Multisim environment (Fig. 2).

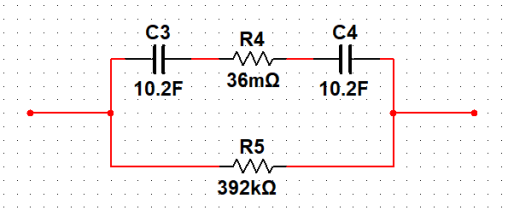


Fig. 2. Equivalent circuit of the SC in NI Multisim 11.0 environment

Practice has shown that the charging and discharging characteristics of the SC with the actual and modified resistances are measured "in parallel", using a two-channel oscilloscope and the corresponding equivalent circuits, located in one file. Later on, the investigated devices (*SC1* with actual internal resistance, *SC2* - with modified) are connected to separate power supplies through the same resistances *R3* and *R6* (Fig. 3). When the *S1* and *S2* switches are switched, they are switched on charge or discharge.

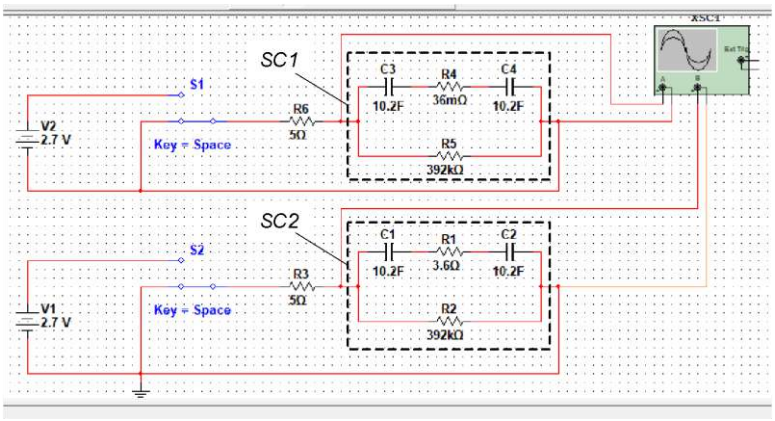


Fig. 3. Scheme for measuring the charging and discharging characteristics of two SCs with different values of internal resistances (screenshot of the NI Multisim environment)

The charging and discharging characteristics of SCs are compared using virtual oscilloscope tools and it is concluded that there are differences, in particular, between the values of voltage drop Δ*U1* and Δ*U2* when switching to discharge, which increases with internal resistance increase (Atamas, Chernetskyi & Shapovalov, 2017). Note that for this study, synchronous switching of keys is not essential, however, if necessary, the keys can be replaced by a circuit built using relays, which are also available in the Multisim 11.0 library.

Note that in the absence of a real device in the training laboratory, its equivalent circuit can be built without prior experimental research on the passport data of various SCs as an industrial product[8], available in free access online. Further modeling and research in the simulation environment allows us to investigate changes in the appearance of charging and discharging curves depending on the internal resistance and load resistance. In the same way you can compare the charging and discharging characteristics of the SC of different manufacturers.

Another method is based on the process of laboratory research of a real serial SC (Fig. 1) using laboratory equipment, digital measuring system and software. This version of the study of the properties of a SC is demonstrated by us in the research paper "Research of the SC and construction of its equivalent circuit", which can be found in the section "Research projects"

[7] This procedure can be performed according to the method of the laboratory project "Investigation of the capacitor" (stemua.science, 2018).
[8] https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/Nesscap%20URL%20links/ESHSR-0005C0-002R7.pdf

(MANLab, 2018). In this experiment the *U = ƒ (t)* and *I = ƒ (t)* plots are obtained in the software environment of the digital measuring complex, basing on which the parameters of the equivalent circuit are then determined, which is built in the NI Multisim 11.0 environment, and then the charging (discharging) characteristics are measured, compared and conclusions are made about their identity. This proves the reliability of the created model and creates conditions for further virtual research, that concerns changing internal resistances, load resistance, supply voltage and so on. In addition, after measuring the charging and discharging characteristics and weighing the serial product, it is possible to determine such important parameters of the SC as the specific energy consumption, as well as the maximum and specific power.

Didactically promising from the point of view of the organization of training on the basis of STEM-approach is a technique of manufacturing and researching a printed 3D model of the SC which is usually applied by scientists for research of characteristics of the newest electrode materials and electrolytes [Chang et al, 2017]. This model consists of a permanent (fixed) part - a plastic body and two current terminals made of conductive material, which can be graphite or chemically inert metals. Electrodes made of highly porous conductive material and a separator impregnated with electrolyte, which can be replaced, are installed in the model cell (Fig. 4).

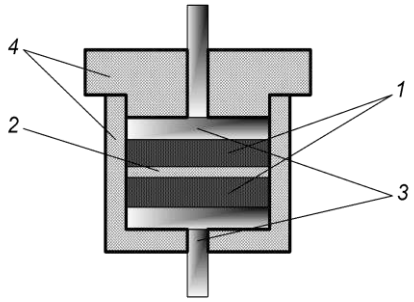


Fig. 4. Laboratory cell for the manufacture and study of SC:
1 – electrode material; 2 – separator; 3 – current leads; 4 – housing

Making a model of a SC at an educational institution is now available due to the rapid development and spread of technology and 3D printing, which can become part of the STEM project. Note that the body of the SC cell is made on the basis of non-conductive, and current leads - from electrically conductive grades of ABC-plastics. Activated carbon tablets or pieces of sorbent carbon tissue available in pharmacies can be used as electrode materials. Electrolytes for this model can be implemented as solutions of potassium hydroxide or sodium, sulfuric acid (battery electrolyte), and solutions of common salt and soda. The separator of such SC can be made of ordinary or filter paper.

In this method, in addition to the above study of charging and discharging characteristics, one can determine the specific capacity of carbon material, by weighing it before assembling the cell, and investigating the dependence of specific capacity and internal resistance of the SC on the composition and concentration of electrolyte. The next step in such an educational study may be to build in the NI Multisim 11.0 environment an equivalent substitution scheme based on experimental data and to conduct additional studies on the basis of the properties of the created SC.

The suggested methods of researching the properties of SC were tested in the activities of summer technical schools of the National Center "Junior Academy of Sciences of Ukraine"[9]. The discrepancy between the values obtained by students and those obtained at the design stage of the laboratory project did not exceed 10%, which is quite justified for school educational research.

CONCLUSIONS

The study showed that the teaching methods based on creation of equivalent circuits in simulation environments create a special niche in the issue of teaching electronics, electrical engineering and other STEM disciplines. This approach allows one to explore the properties and related processes in a real, serial device. Moreover, equivalent substitution schemes for SC can be obtained both on the basis of previous experimental studies and passport data of the product from open sources, which creates didactic conditions for various teaching methods: from an algorithmic laboratory project to an independent educational research. In addition, the NI Multisim software environment can be used remotely, for example, through one of the versions installed in the STEM-laboratory MANLab. Remote access is carried out using the Team Viewer program according to the schedule of a laboratory project using the specified tools (stemua.science, 2018). For the suggested methods, given the development of mobile learning technologies, in addition to NI Multisim, for example, the free and adapted to smartphones software product EveryCircuit[10] can be used also.

In the future, it is planned to develop and test research methods based on 3D printing, which consist of didactically interconnected parts: design and manufacture of a set of laboratory cells with subsequent design and research of SC. The pedagogical aspects of STEM-oriented teaching of the basics of electronics need a separate thorough research.

References

1. Atamas, A. I., Chernetskyi, I. S., & Shapovalov, V. B. (2017). *Electricity and the basics of electronics. Laboratory Workshop: Workbook*. Kyiv, Ukraine: MAN Publishing House. Retrieved from stemua.science

[9] http://man.gov.ua/ua/news/academy_news/fizika--dlya--obdarovanikh-br-nts--manu--proviv-litnyu-fizichnu-shkolu-za-napryamom--elektrika-/

[10] http://everycircuit.com/

2. Chang, Y., Han, G., Xiao, Y., Chang, Y., Song, H., Li, M., Zhang, Y. (2017). Internal tandem flexible and compressible electrochemical capacitor based on polypyrrole/carbon fibers. Electrochimica Acta, 257, 335-344. doi:10.1016/j.electacta.2017.10.106
3. Chin, W. C., & Zhuang, X. (2020). Reservoir Simulation and Well Interference. doi:10.1002/9781119283553.ch10
4. Conway, B. E. (2009). *Electrochemical supercapacitors: scientific fundamentals and technological applications*. New York: Kluwer Acad.
5. Djalal, M. R., &Hr, H. (2019). Characteristic Test Of Transistor Based Multisim Software. *PROtek : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, *6*(2), 63–68. doi: 10.33387/protk.v6i2.1214
6. Grygorchak, I., Borysiuk, A., Shvets, R., Matulka, D., & Hryhorchak, O. (2018). Supramolecular Design of Carbons for Energy Storage with the Reactanse-Sensor Functional Hybridity. *East European Journal of Physics*, (4), 48–57. doi: 10.26565/2312-4334-2018-4-06
7. Inamuddin, Boddula, R., Ahmer, M. F., &Asiri, A. M. (2020). *Morphology Design Paradigms for Supercapacitors*. Milton: CRC Press LLC. doi: 10.1201/9780429263347
8. Johnson, D. (2014). *Fundamentals of Electrical Engineering 1* \. Retrieved from http://legacy.cnx.org/content/col10040/1.9/
9. Kebede, M. A., & Ezema, F. I. (2020). *Electrochemical devices for energy storage applications*. Boca Raton: CRC Press. doi: 10.1201/9780367855116
10. Lyubomirov, S., Shehova, D., Asenov, S., & Raydovska, V. (2019). Engineering Education And Examination Of Electronic Circuits Using Multisim. *ICERI2019 Proceedings*.doi: 10.21125/iceri.2019.1680
11. MANLab. (n.d.). Retrieved April 29, 2020, from https://stemua.science/
12. Noga, K. M., & Palczynska, B. (2018). The Simulation Laboratory Platform Based on Multisim for Electronic Engineering Education. *2018 International Conference on Signals and Electronic Systems (ICSES)*, 269–274. doi: 10.1109/icses.2018.8507313
13. Ptak, P. (2018). Application Of Multisim And LTspice Software Packages To Simulate The Operation Of Electronic Components As An Alternative To Measurements Of Real Elements. *Society.Integration.Education.Proceedings of the International Scientific Conference*, *5*, 409.doi: 10.17770/sie2018vol1.3120
14. Srikanth, M., Kumar, S., Gireesh, N., Manideep, T., Harichandana, B., & Sangeetha, K. (2019).A Different way of Level measurement for PBL in Education of Students using NI-LabVIEW, Multisim and MyRIO. *2019 Innovations in Power and Advanced Computing Technologies (i-PACT)*.doi: 10.1109/i-pact44901.2019.8960023
15. Yadav, E. S., Rajesh, B., Srinivasan, C. R., &Kalyan, P. S. (2019). A Study on Non-Linear Behavior of Memristor Emulator Using Multisim . *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science , 16 No. 3*, 1213–1220. doi: 10.11591/ijeecs.v16.i3.pp.1213-1220
16. Yu, A., Chabot, V., & Zhang, J. (2017). *Electrochemical supercapacitors for energy storage and delivery: fundamentals and applications*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group. doi: 10.1201/b14671

СУПЕРКОНДЕНСАТОР ЯК ДИДАКТИЧНИЙ ЗАСІБ НАВЧАННЯ УЧНІВ ОСНОВАМ ЕЛЕКТРОНІКИ У СЕРЕДОВИЩІ NI MULTISIM

А.І. Атамась

Національний центр «Мала академія наук України», Україна

І.А. Сліпухіна

Національний авіаційний університет, Україна

І.С. Чернецький

Національний центр «Мала академія наук України», Україна

Ю.С. Шиховцев

Національний центр «Мала академія наук України», Україна

Анотація.

Формулювання проблеми. *Навчальні дослідження технологічно актуальних і перспективних моделей девайсів з використанням середовищ симуляції, виокремили особливу дидактичну нішу. Затребуваність NI Multisim як пропедевтичного засобу формування інженерних навичок потребує дослідження організаційних і методичних засад його інтеграції у сучасне освітнє середовище.*

Матеріали і методи. *Застосовано теоретичні (порівняльний аналіз наукових даних, моделювання методичної системи навчання з використанням середовищ симуляції та інші), емпіричні (переважно обсерваційні) методи, а також комп'ютерне моделювання досліджуваних девайсів. Попередня дидактична апробація здійснювалася у рамках проєкту «Літні фізико-технічні школи» Національного центру «Мала академія наук України».*

Результати. *Особливості суперконденсатора як засобу навчання основам електроніки з використанням STEM підходу систематизовано у вигляді структурно-функціональної схеми. Навчальна методика ґрунтується на застосуванні equivalent circuit. Віртуальне дослідження серійних суперконденсаторів складається з розрахунку параметрів і побудови еквівалентної схеми у середовищі NI Multisim, аналізу зарядних (розрядних) характеристик та їх залежності від зовнішніх (внутрішніх) чинників. У натурному експерименті додатково визначають питому енергоємність суперконденсатора. Методика з використанням друкованого макету суперконденсатора доповнює експеримент можливостями визначення питомої ємності вуглецевого матеріалу, впливу концентрації застосованого електроліту на характеристики девайсу. 3D принтинг може бути частиною навчального STEM-проєкту.*

Висновки. *Методики на основі створення equivalent circuits у середовищах симуляції дозволяють проєктувати навчальні дослідження властивостей і супутніх процесів у реальному, серійному девайсі, так і виготовленому у лабораторних умовах. Можливість використання паспортних даних серійних виробів створює дидактичні можливості для переходу від алгоритмізованої лабораторної роботи до самостійного навчального дослідження, зокрема, дистанційного або mobile learning. Потребують подальшого дослідження відповідні методики на основі 3D принтингу, а також педагогічні аспекти STEM орієнтованого навчання основ електроніки.*

Ключові слова: *суперконденсатор, основи електроніки, еквівалентні схеми заміщення, NI Multisim, STEM, STEM-лабораторія МАНЛаб, 3D друк.*

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Базурін В. Методика навчання студентів роботи у середовищі EDraw Max. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 13-16.

Bazurin V. A method of studying students work in the EDraw Max environment. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 2(24). P. 13-16.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-024-2-002
UDC 378.004

Vitalii Bazurin
Olexander Dovzhenko Hlukhiv National Pedagogical University, Ukraine
vbazurin@gmail.com
ORCID: 0000-0002-6614-4889

A METHOD OF STUDYING STUDENTS WORK IN THE EDRAW MAX ENVIRONMENT

ABSTRACT

The article describes the components of the methodical system of teaching students to work in the EDraw Max environment. EDraw Max Graphics Editor is one of the best tools for building a home plan and designing engineering communications. In the process of studying EDraw Max graphic editor, student-builders develop such competence as the ability to solve professionally-important tasks using ICT tools. The article describes the requirements for students who start studying EDraw Max, used methods and means of training, types of training exercises, topics of laboratory work.

Formulation of the problem. *The rapid development of information and communication technologies has led to the fact that they are included in many spheres of professional human activities, including construction. It is difficult to imagine the design of modern buildings and structures without the use of computer graphics.*

The state standard of the specialty "Construction and Civil Engineering" defines one of the professional competencies "the ability to use modern means of computer technology for the solution of applied problems".

Materials and methods. *State standard analysis, curriculum analysis, graphical editor functionality analysis, synthesis, generalization and systematization.*

Results. *The proposed topic of work was tested during 2017-2018 in the process of training students of specialty 015.01 "Vocational education. Construction". Learning outcomes are positive. Students completed most of the laboratory work. The use of EDraw Max was more effective than AutoDesk AutoCad.*

Conclusions. *The use of the EDraw Max graphic editor in the course of "Information and Communication Technologies" is fully justified.*

KEY WORDS: *computer graphics, vocational education, construction, EDraw Max.*

INTRODUCTION

The rapid development of information and communication technologies has led to the fact that they are included in many spheres of professional human activities, including construction. It is difficult to imagine the design of modern buildings and structures without the use of computer graphics.

The state standard of the specialty "Construction and Civil Engineering" defines one of the professional competencies "the ability to use modern means of computer technology for the solution of applied problems" (Educational and professional program "Construction and civil engineering" of the first level of higher education in specialty 192 "Construction and civil engineering", 2016).

The professional activity of the construction engineer includes the development of work drawings, the construction of floor plans and other activities related to computer graphics. Building a floor plan, a house plan is an important component of a home design. Planning a floor plan, a home plan is done using the following software tools: Autodesk AutoCAD, Compas, Microsoft Visio, and others. However, according to the criterion of "efficiency - labor intensity", it is optimal to use the MS Visio graphical editor. This editor contains a set of ready-made symbols for the main components of the house plan. We will consider its free analogue - EDraw Graphic Editor.

Work with any software begins with familiarity with the its interface. However, this question often goes beyond the attention of methodologists. Graphic editors have a specific interface. Therefore, familiarity with the interface of EDraw graphics editor is an important step in the study of this software.

The method of studying the EDraw graphics editor largely depends on the functional features of EDraw and is currently not developed enough.

Analysis of relevant research. The problem of teaching students the basics of computer graphics has been reflected in the findings of G. Taxen, D.G.Balreira, M. Walter and D.W. Fellner, N.A.Dodgson, and A. Chalmers, B. Bürgisser, D. Steiner, and R.Pajarola and other scholars.

G. Taxen proposes the elements of constructivist pedagogy to solve the problem of teaching computer graphics of university students. The article deals with the main computer-oriented means of computer graphics training. The author developed the 3D Graphics for Dummies training course. As a result of the course students acquired the skills of creating 3D models of solids, their animation and transformation. The effectiveness of this course was proved by experiment (Taxen, 2004).

D.G. Balreira, M. Walter and D.W. Fellner studied the content of computer graphics courses at universities of different countries. The authors singled out 24 main themes that should be studied in the course of computer graphics (Balreira, && Walter&& Fellner, 2017).

N.A.Dodgson, and A. Chalmers (2017) disclose the construction of a one-year "Introduction to Computer Graphics" course for students at the University of Victoria in Wellington, New Zealand. The course developed by them consists of 34 lectures and 121 laboratory work. Introduction to computer graphics is integrated into a three-year computer graphics course. In the process of studying this course, students study the basic issues of computer graphics, visual tools for working with computer graphics and programming computer graphics (Dodgson && Chalmers, 2017).

B. Bürgisser, D. Steiner and R. Pajarola give examples of application of frameworks glGAb FUSEE. The authors propose to perform 1 exercise per week (6 exercises only). These exercises cover the main topics of the Computer Graphics course and require the creation of appropriate computer programs. Student projects include creating scenes for computer games (Bürgisser, &&Steiner &&Pajarola, 2017).

E. F. Anderson has developed a course in computer graphics programming. C++ programming language is used for programming. The course ends with an exam and coursework. In the process of programming computer graphics students use the API (Anderson, 2017).

F. Liarokapis offers his approach to learning computer graphics. The scientist uses the means of Augmented reality. The author discovers the features of the study of the "Augmented Reality Interfaces" course: requirements, teaching methods, learning scenarios. Students study the following main topics: ray propagation, 3D object transformation, Bezier curves, Fundamentals of Computer Graphics, Texture Mapping, Image Effects. Students use Qt framework, ARToolKit and FBX SDK to program computer graphics. The article presents the results of a 2-year experiment (Liarokapis, 2017).

The aim of the article. However, these findings focus on developing students' skills to program computer graphics rather than studying graphic editors.

RESEARCH METHODS

State standard analysis, curriculum analysis, graphical editor functionality analysis, synthesis, generalization and systematization.

RESULTS

Methodology of Studying the EDraw Environment

Formed competencies

In the process of studying EDraw graphics editor by students, they develop the following competencies:

– the ability to rational thinking;
– the ability to use computer graphics tools to build floor plans (at home);
– the ability to plan their actions;
– the ability to design a plan of a building (floor).

The Short Characteristics of Graphic Editor EDraw

EDraw belongs to computer graphics tools. The software is licensed. Functional features of the software:

– construction of different types of schemes and diagrams that can be used in related fields of professional activity;
– construction of the plan of the house (floor);
– execution of basic operations with files (creation, saving, editing, printing);
– image conversion to PDF format (www.edrawsoft.com).

Requirements for students who are beginning to study EDraw

Getting to study EDraw, the student must have the following knowledge, skills and abilities:

– have an idea of the main elements of the file system;
– have skills in working with files and directories in MS Windows operating system;
– know the features of the interface of Windows-programs;
– to know the differences between the main types of computer graphics (raster, vector, fractal);
– know the main types of graphic files;
– be able to perform basic operations with files and directories in the graphics editor MS Paint (MS Paint.NET);
– be able to perform basic operations with the image and parts of the image in the environment of the graphic editor;
– know the notation on the plans of the houses.

Methods of training

In the process of studying the EDraw graphics editor, the following methods are used: the method of expedient examples; explaining the destination and key features of the EDraw graphics editor; demonstration of work methods in EDraw environment; method of training exercises.

Means of training

In the process of studying EDraw graphics editor, the following basic training tools are used:

– computer with installed operating system;
– EDraw Graphic Editor.

In the process of studying EDraw, the following auxiliary learning tools are used:
– examples of floor plans;
– presentations;
– instructions for laboratory work;
– instructions for performing independent exercises.

Exercises

In the process of studying the EDraw graphics editor, the following types of exercises are used:
– performing basic operations with files and folders (creating, saving, renaming);
– construction of graphic images using primitives (lines and points);
– modification of created images from graphic primitives;
– modification of ready-made symbols (rotation, resizing, zooming);
– creation of floor plans using ready-made symbols;
– building a room plan;
– construction of a floor plan (at home);
– construction of the plan of the house with the adjoining territory.

All these types of exercises are implemented in the form of instructions for laboratory work on discipline "Information and communication technologies" for students of the specialty 015.01 "Vocational education. Construction".

The Topics of Laboratory Work

In the process of studying EDraw, the following laboratory work are applied:
1. Introduction to the interface and toolbar EDraw Max.
2. Construction of images using graphic primitives.
3. Construction of the plan of a private home using ready-made symbols.
4. Construction of a floor plan of a multistory building according to the model.
5. Design and construction of a floor plan of a multistory building.
6. Construction of a floor plan with the designation of water supply and sewage systems.
7. Construction of axonometry of water supply and sewage systems.
8. Construction of the master plan of the house with the adjoining territory.

Proposed topic of work was tested during 2017-2018 in the process of training students of specialty 015.01 "Vocational education. Construction". Learning outcomes are positive. Students completed most of the laboratory work. The use of EDraw Max was more effective than AutoDesk AutoCad.

CONCLUSIONS

The use of the EDraw Max graphic editor in the course of "Information and Communication Technologies" is fully justified. Students must have a certain initial level of knowledge and skills in computer technology in order for the training to be successful. Another important condition is the combination of a methodical system of methods, means and content of training.

In the future, we plan to develop a textbook and a collection of laboratory work "Computer Graphics in the EDraw environment" and determine its effectiveness by experiment.

References

1. Educational and professional program "Construction and civil engineering" of the first level of higher education in specialty 192 "Construction and civil engineering" of the field of knowledge 19 "Architecture and construction". Qualification Bachelor (2016) Ternopil. 17 p.
2. Taxen, G. (2004) Teaching computer graphics constructively. Comuter&Graphics, San Diego, California — July 27 - 31, 2003, Vol.28, Issue 3, p393-399. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0097849304000329 Last accessed: 2019/01/31.
3. Balreira, D. G., &&Walter, M., &&Fellner, D. W. (2017) What we are teaching in Introduction to Computer Graphics. The Eurographics Association, p.1-7. https://diglib.eg.org/handle/10.2312/eged20171019 Last accessed: 2019/01/31.
4. Dodgson, N.A.,&& Chalmers, A. (2017) Designing a Computer Graphics Course for First Year Undergraduates. The Eurographics Association, 2017, p. 9-15. https://diglib.eg.org/bitstream/handle/10.2312/eged20171020/009-015.pdf Last accessed: 2019/01/31.
5. Bürgisser, B., &&Steiner, D., && Pajarola, R. (2017) bRenderer: A Flexible Basis for a Modern Computer Graphics Curriculum. The Eurographics Association, p. 27-34. https://diglib.eg.org/bitstream/handle/10.2312/eged20171023/027-034.pdf Last accessed: 2019/01/31.
6. Anderson, E.F. (2017) Generating ASCII-Art: A Nifty Assignment from a Computer Graphics Programming Course. In The Eurographics Association, p.17-18. https://diglib.eg.org/bitstream/handle/10.2312/eged20171021/017-018.pdf Last accessed: 2019/01/31.
7. Liarokapis, F. (2017) Using Activity Led Learning for Teaching Computer Graphics Principles Through Augmented Reality. In The Eurographics Association, p.43-50. https://diglib.eg.org/bitstream/handle/10.2312/eged20171025/043-050.pdf Last accessed: 2019/01/31.
8. Free download EDraw Max Pro. https://www.edrawsoft.com/ru/download-edrawmax.php Last accessed: 2019/01/31.

МЕТОДИКА НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ РОБОТИ У СЕРЕДОВИЩІ EDRAW MAX

Базурін Віталій

Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка, Україна

***Анотація**. У статті описуються компоненти методичної системи навчання студентів прийомам роботи у середовищі EDraw Max. Графічний редактор EDraw Max є одним із оптимальних засобів для побудови плану будинку і накреслення інженерних комунікацій. У процесі вивчення графічного редактора EDraw Max у студентів-будівельників формується така компетентність, як здатність вирішувати професійно-важливі завдання з використанням засобів ІКТ. У статті розкрито вимоги до студентів, які починають вивчення EDraw Max, використовувані методи і засоби навчання, види навчальних вправ, тематику лабораторних робіт.*

***Формулювання проблеми**. Стрімкий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій призвів до того, що вони увійшли до багатьох сфер професійної діяльності людини, у тому числі й будівництво. Важко уявити проектування сучасних будівель і споруд без використання засобів комп'ютерної графіки.*

Державний стандарт спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» визначає однією з фахових компетентностей «здатність застосовувати сучасні засоби комп'ютерної техніки для розв'язання прикладних задач».

***Матеріали і методи**. Аналіз державного стандарту, аналіз навчальних програм, аналіз функціональних можливостей графічного редактора, синтез, узагальнення і систематизація.*

***Результати**. Пропоновану тематику робіт було апробовано протягом 2017-2018 років у процесі навчання студентів спеціальності 015.01 «Професійна освіта. Будівництво». Результати навчання позитивні. Студенти виконали більшість лабораторних робіт. Застосування EDraw Max виявилося більш ефективним, ніж AutoDesk AutoCad.*

***Висновки**. Застосування графічного редактора EDraw Max у курсі «Інформаційно-комунікаційні технології» є цілком виправданим.*

***Ключові слова**: комп'ютерна графіка, професійна освіта, будівництво, EDraw Max.*

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Воскоглу М., Салем А.Б. Техніки машинного навчання математики. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 17-25.

Voskoglou M., Salem A.B. Machine learning techniques for teaching mathematics. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 2(24). P. 17-25.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-024-2-003

Michael Gr. Voskoglou
Graduate Technological Educational Institute of Western Greece, Patras, Greece
voskoglou@teiwest.gr; mvoskoglou@gmail.com
Abdel-Badeeh M. Salem
Ain Shams University, Cairo, Egypt
abmsalem@cis.asu.edu.eg

MACHINE LEARNING TECHNIQUES FOR TEACHING MATHEMATICS

ABSTRACT

Formulation of the problem. *Famous social thinkers of our times are speaking about a forthcoming new industrial revolution that will be characterized by the development of an advanced Internet of things and energy, and by the cyber-physical systems controlled through it. There is no doubt that our students should take full advantage of the potential that the new digital technologies can bring for improving their learning skills.*

Materials and methods. *This treatise has a review character. The methods of analysis used are based on already reported researches.*

Results. *The article focuses on the role that the artificial teaching and learning of mathematics could play for education in the forthcoming era of the new industrial revolution Starting with a brief review of the traditional learning theories and methods of teaching mathematics, the article continues by studying the use of computers and of applications of artificial intelligence in mathematics education.*

Conclusions. *The advantages and disadvantages of artificial with respect to traditional learning are discussed as well as the perspectives for future research on the subject.*

KEY WORDS: *internet of things and energy (IoT & E); learning theories; "5E's"teaching method; APOS/ACE instructional treatment of mathematics; flipped learning (FL); artificial intelligence (AI); e-learning; machine learning (ML); smart learning system (SLS); ontological engineering; case-based reasoning (CBR); social robots.*

INTRODUCTION

The idea of a forthcoming new industrial revolution (IR) has appeared in the beginning of the 21st century. Famous social thinkers, like the New York Times best-selling author Jeremy Rifkin (Rifkin, 2011; Rifkin, 2014; Voskoglou, 2016), the founder and executive chairman of the World Economic Forum Prof. Klauss Schwab (Schwab, 2016), and others, describe in their books and articles how artificial intelligence (AI), the Internet technology, 3D-printing and the renewable energy are merging to create this new powerful revolution. The new technology will for instance facilitate the distribution of electrical energy or allow smart home and household devices to communicate via the internet. Consequently, a new advanced internet of things and energy (IoT & E) will be created, providing energy goods and services at the right time and at any place. Cyber-physical systems (CPS), examples of which are the autonomous automobile and control systems, the distance medicine, the robots, etc., will be controlled by computer programs through this powerful IoT & E. In general, our society now has the potential to improve the efficiency of services and organizations and even manage ways that can regenerate the environment from the damages caused by the previous IR's.

There is no doubt that our students should take full advantage of the potential that the new digital technologies can bring for improving their learning skills. Nevertheless, there is a question, if this should be combined with the existing traditional learning methods, or if the artificial could completely replace the traditional learning in future (e.g., see https://www.tes.com/lessons/JI7IL0ElmlD2Kg/why-computers-should-replace-teachers ; https://www.quora.com/Can-artificial-Intelligence-replace-teachers; https://www.vox.com/a/new-economy-future/computers-replace-doctors-teachers, etc.). **Artificial earning** in this work is understood to be any kind of learning acquired by using methods and techniques of AI.

The target of the present work is to give some answers to that question through the study of the advantages and disadvantages of the artificial with respect to the traditional methods for learning mathematics, which has been recognized as the "mother" of all the other sciences many centuries ago.

RESULTS AND DISCUSSION

Traditional Learning Theories and Teaching Methods of Mathematics. Learning is one of the fundamental components of the human cognitive action. In psychology and education it refers to a process that combines cognitive, emotional, and environmental influences for acquiring or enhancing one's knowledge and skills. Volumes of research have been written about learning and many theories and models have been developed by the specialists for the description of its mechanisms.

There are three main philosophical frameworks under which learning theories fall:

- **Behaviorism,** a theory established by the American psychologist John B. Watson (1878–1958), which considers learning as the acquisition of new behavior based on environmental conditions and discounts any independent activities of the mind (Cherry, 2019).
- **Cognitivism**, which replaced behaviorism during the 1960's as the dominant theory for the process of learning and argues that knowledge can be seen as a process of symbolic mental constructions and that learning is defined as change in individual's cognitive structures (Wallace, Ross, Davies, & Anderson, 2007). More explicitly, the learning process involves representation of the stimulus input, i.e., use of the contents of one's memory to find the suitable input information, interpretation of the input data to produce the new knowledge, generalization of this knowledge to a variety of situations and categorization of it in the already existing learner's cognitive schemata. In this way the individual becomes able to retrieve, when necessary, the new information from his/her proper cognitive schema and to use it for solving related problems. Changes in the learner's behavior are in fact observed, but only as an indication of what is occurring in his/her mind. In other words, cognitive theories look beyond behavior to explain the brain-based process of learning.
- **Constructivism,** a philosophical framework based on Piaget's theory for learning and formally introduced by von Clasersfeld during the 1970s, which suggests that knowledge is not passively received from the environment, but is actively constructed by the learner through a process of adaptation based on and constantly modified by the learner's experience of the world (Taber, 2011). This framework is usually referred as cognitive constructivism. The synthesis of the ideas of constructivism with Vygosky's social development theory (McKinley, 2015) created the issue of social constructivism (Crawford, 1996). According to Vygosky, learning takes place within some socio-cultural setting. Shared meanings are formed through negotiation in the learning environment, leading to the development of common knowledge. The basic difference between cognitive and social constructivism is that the former argues that thinking precedes language, whereas the latter supports the exactly inverse approach.

The role of teaching is to promote the learning of the corresponding subject. Some decades ago, the dominant teaching method for mathematics used to be the explicit instruction (EI), which is mainly based on principles of cognitivism. The teacher is in the "center" of this method and tries with clear statements and explanations of the mathematical context and by supported practice to transfer the new knowledge to students in the best possible way (Doabler, & Fien, 2013). The main criticism against EI is that it may prevent conceptual understanding and critical analysis (Smith, Saez, & Doabler, 2016). Therefore, many teachers, adopting ideas of constructivism, enriched the EI with a series of challenging questions so that to keep an active discourse with students, as a means to promote mathematical thinking (Kim, Cho, & Lee, 2013).

However, following the failure of the introduction of the "new mathematics" to school education, constructivism and the socio-cultural theories for learning have become very popular during the last decades as a basis for teaching and learning mathematics, especially among teachers of the elementary and secondary education. New teaching approaches have been introduced, like the problem-based learning (Voskoglou, 2010), the application-oriented teaching involving mathematical modeling (Voskoglou, 2005), the inquiry-based learning through creative exploration (Jaworski, 2006), the formation of communities of practice (CoPs) among students and teachers (Voskoglou, 2019), etc.

A typical teaching method developed according those lines is the "5 E's" instructional treatment. The acronym "5 E's" is due to the five successive phases of that treatment including engagement, exploration, explanation, elaboration and evaluation (Voskoglou, 2019). The "5E's" method promotes the fruitful interaction among students and teachers and facilitates the production of the new knowledge on the basis of prior knowledge and experiences. This method has become very popular in school education. Attempts to introduce such kind of approaches for teaching mathematics in university departments of positive sciences have also been reported in the literature (Lahdenpera, Postareff, & Ramo, 2019; Voskoglou, 2019; etc.), but the findings are rather intertwined.

Much progress has been made in the last 20 years on analyzing the processes by which students come to understand mathematical ideas (mathematical cognition) and how numeracy is acquired (numerical cognition). Experimental psychology, neuro-imaging, and single cell recording experiments have converged to identify how these basic skills are used to support the acquisition and use of abstract mathematical concepts (Gallistel, 2005).

Predictive mathematical models are used nowadays to better understand how humans conceptualize information. For example, in (Martinez-Garcia, Zhang, & Gordon, 2019) a model is presented that mimics pre-learned patterns of behavior through fractional differential equations. Also in (Martinez-Garcia, Zhang, & Gordon, 2016), the effects of different delay time in human response to assess human workload state are studied, etc.

Computers in Mathematics Education. Computers have become in our days a valuable tool for Education providing through the web a wealth of information for teachers and learners. In mathematics education in particular, the animation of figures and of mathematical representations, obtained by using the proper software, increases the student imagination and problem-solving (PS) skills.

During the 1990's Ed Dubinsky and his collaborators developed in the USA with the help of computers the **APOS-ACE** instructional treatment of mathematics (Arnon, Cottrill, Dubinsky, Oktac, Roa, Trigueros, & Weller, 2014), which highly reflects the ideas of social constructivism and of the Piaget's theory for learning. The APOS theory argues that the teaching of mathematics should be based on orienting students to use their already existing mental structures and further to build new stronger ones for handling more and more advanced mathematics. The acronym APOS was formed by the initial letters of the words action, process, object and schema, which are the mental structures involved in that process. The interiorization of an action to a process and the categorization of a process to an object are the mental mechanisms involved in the APOS framework.

The practical part (teaching schedule) of the Dubinsky's model involves three phases, the initial letters of which form the acronym ACE. Those phases involve **A**ctivities in the classroom, use of **C**omputers for promoting the understanding and the student skills on the new topic and **E**xercises given by the instructor to students as homework in order to embed the acquired new knowledge. The philosophy of the ACE teaching style is that students could be helped to be transferred from a mental structure to the next and more advanced one by participating in a suitably designed—by a specialist or by the teacher—computer activity, where they use the proper software or code to promote their learning skills. The same cycle is usually repeated several times until the categorization of the new knowledge is succeeded. More details and examples about the APOS-ACE instruction, which has been used with success - mainly in university classrooms – for teaching a wide range of mathematical topics, can be found in (Arnon, Cottrill, Dubinsky, Oktac, Roa, Trigueros, & Weller, 2014; Borji, & Voskoglou, 2016; Voskoglou, 2013) and in many other related research reports. However, the application of this approach in classroom requires from the teacher, apart for being familiar with the corresponding computer software, to study and understand deeply first the APOS theory. This explains why the APOS-ACE method has not been used widely in school education yet.

Another general—not only for mathematics—teaching methodology that has been developed recently with the help of computers is the **flipped or reverse learning *(*FL*)***, which is a mixed process involving both online and traditional teaching in classroom. FL requires inverting the didactic process. Namely, the acquisition of the new knowledge is achieved outside the classroom through the use of digital technological tools (video presentations, mathematical software, etc.) that have been properly designed by the specialists. On the contrary, the traditional homework is done in the classroom directed by the teacher. This inversion promotes the effectiveness of learning and increases the time devoted to problem - solving activities (Lee, Lim, & Kim, 2017). FL has its roots to the works of Lage et al. (Lage, Platt, & Tregla, 2000) and of Bergmann and Sams (2012), developing online teaching material, so that students could study at any place and any time. FL is highly based on the ideas of social constructivism.

Reports opposing the use of computers in classrooms focus on the fact that even the brightest students appear to be distracted by the presence of digital devices (Payne Carter, Greenberg, & Walter, 2016). In general, computers should not be viewed as being capable to solve all existing problems, but rather as performing operations in high speed and therefore facilitating users to spend more time for creative reasoning (Einhorn, 2012). The student practice with arithmetic and algebraic calculations and with the rediscovery of proofs must be continued; otherwise humans will eventually loose the ability to deal with numbers and symbols and the sense of space and time, thus becoming unable for further developments in science and technology (Voskoglou, & Buckley, 2012).

Artificial Intelligence in Mathematics Teaching. AI is the branch of Computer Science focusing on the theory and practice of creating "clever" machines that mimic the human intelligence and behavior, i.e., been able to think, hear, talk, walk and even feel (Kastranis, 2019; Mitchell, 2019). In particular, AI aims to make computers capable to learn from data and make autonomous improvements without depending on commands of a program (computational intelligence). In this way computers could become able to build smart models and even to better replicate copies of them selves!

The term AI was coined by John McCarthy in 1956, when he held in Dartmouth College, USA the first academic conference on the subject (Moor, 2006). The commemorative plaque for the 50th anniversary of that conference that has been placed in Dartmouth Hall in 2006 is shown in Figure 1.

Figure 1. The Dortmouth Hall Commemorative Plaque (Salem, Nikitaeva, 2019)

However, the effort to understand if machines can truly think began much earlier, even before the Alan Turing's abstract "learning machine" invention in 1936, which has been proven capable of simulating the logic of any computer's algorithm (Hodges, 2012).

AI as a synthesis of ideas from mathematics, engineering, technology and science (see Figure 4) has rapidly developed since then creating a situation that has the potential to generate enormous benefits to the human society. The spectrum of AI covers many research areas and technologies, like knowledge engineering, data mining, reasoning methodologies, cognitive computing and modeling, machine learning, natural language processing and understanding, artificial planning and scheduling, vision and multimedia systems, intelligent tutoring and learning systems, etc. In this section, recent advances of introducing methods and mechanisms of AI in mathematics education will be discussed.

The attempt to "replicate" teachers by using computers started during the 1970s. Between 1982 and 1984, several studies in the US proved that students who received individual tutoring performed much better than those who didn't. Therefore, a new effort started to re-create the individual tutoring in a computer (adaptive learning systems). AI focuses in general on developing personalized curricula based on each student's specific needs.

A grand experiment has started recently in China that could change the way that people learn (Yang, 2019). Squirrel is one of the first China's companies to pursue the concept of an AI tutor. Squirrel's innovation is in its granularity and scale. For every course it offers, its engineering team works with a group of master teachers to divide the subject into the smallest possible conceptual pieces (see Figure 3, retrieved from https://www.technologyreview.com/s/614057/china-squirrel-has-started-a-grand-experiment-in-ai-education-it-could-reshape-how-the). Middle school mathematics, for example, is divided to pieces like rational and irrational numbers, properties of a triangle, calculation of areas, Pythagorean theorem, etc. The target is to determine and treat a student's difficulties in each topic in the best possible way.

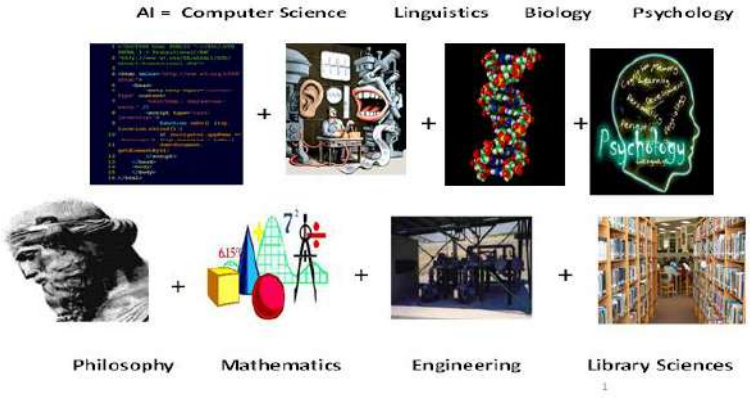


Figure 2. The Interdisciplinary Science of AI: A Graphical Approach

Figure 3. Squirrel's engineering team working in the laboratory

Unlike Squirrel, Alo7, another big company of China, has developed an online learning platform meant to supplement a traditional classroom. AI implementation is at its beginning in elementary education of China, but in a more advanced level in higher education, especially in the field of civic education. Therefore, Chinese students are prepared and work together to create the proper situation for the future education.

The human-to-human contact that was necessary some decades ago for teaching can nowadays, thanks to the technological progress, be replaced in a great part by virtual teaching using computers, videos, etc. Consequently, it is certain that the distance learning, which is usually referred as **e-learning**, will become very important for our lives in future. In e-learning the learning materials are sent electronically to remote learners via a computer network (Goyal, 2012). For instance, the virtual CoPs through the Web appear as a very promising tool for teaching and learning mathematics, and not only, especially for developing countries, where people, due to budgetary constraints, it is not easy to travel abroad for participating in scientific, vocational and educational activities (Voskoglou, 2019). E-learning is also a very useful training tool for the modern companies and businesses, which want to be sure that their staff and partners are equipped with the adequate information and skills needed for their jobs.

Machine learning (ML) is the branch of AI that refers to any computer program that can "learn" by itself from a training data set. ML includes many types of programs that one can run across in big data analytics and data mining and it is distinguished to **supervised** and **unsupervised learning** (Das, Day, Pal, & Roy, 2015). In the former type of learning both input and output data - which play the role of the instructor - are labeled to provide a basis for future data processing. For example, having as input the sequence 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, …, the sequence 1, 4, 8, 16, 25, 35, 49, …. as output corresponds to the raising to the second power. Applications of supervised learning can be distinguished in two categories, classification where the output value is a linguistic expression (e.g., true or false), and regression where the output is a real value (e.g., price or weight). In the unsupervised learning only the input data provided, and the algorithms are able to function freely in order to learn more about the data. When only some of the input data are labelled with output information, then we speak about semi-supervised learning.

Deep learning (DL) is a form of ML that utilizes either supervised or unsupervised learning or both of them. The "deep" comes from the many layers that are built into the DL models, which are typically neural networks (Arnold, Rebecchi, Chevallier, & Paugam-Moisy, 2011). DL has become very popular for accelerating the solution of difficult computer problems, especially in

the fields of computer vision and natural language processing, while much of the progress in developing self-driving cars can be attributed to advances of DL too.

A lot of different terms are used these days about the new data processing techniques. According to the IMB's terminology the technologies that use a combination of natural language and ML to enable the interaction among humans and machines, thus extending and magnifying the human expertise and cognition, are called **cognitive systems**. For example**,** Watson, the IBM's suite of enterprise-ready AI services, apart from its ability to win at Jeopardy, it has been also trained to "read" medical literature, like searching several forms of cancer.

Recently researchers have used ML techniques to develop through the Internet a new generation of web-based **smart learning systems *(SLS's)*** for various educational tasks. A SLS is actually a knowledge - based software used for learning and acting as an intelligent tutor in real teaching and training situations. Such systems have the ability of reasoning and of providing inferences and recommendations by using heuristic, interactive and symbolic processing and by producing results from the big data analytics (Kim, Cho, & Lee, 2013; Salem, 2019). The successive phases for developing a SLS are:

- Construction of the knowledge base*,* involving collection, acquisition, and representation of the required knowledge. The success of that task presupposes the choice of the appropriate in each case among the many existing techniques (e.g., lists, trees, semantic networks, frames, production rules, cases, ontologies, etc.) that fits better to the knowledge domain and the problem to be solved.
- Selection of the suitable reasoning and inference methodology, e.g., commonsense reasoning, model-based, qualitative, causal, geometric, probabilistic or fuzzy reasoning, etc.
- Selection of intelligent authoring shells, which allow the course instructor to easily enter the knowledge domain without requiring computer programming skills. Those shells facilitate also the entry of examples/exercises including problem statements, solution steps and explanations and the integration of suitably developed by the specialists multimedia course wear. The examples may be in the form of scenarios or simulations. In addition to the course knowledge the instructor has the possibility to specify the pedagogical instruction, i.e., the best way to teach a particular student, and to choose how to assess actions and determine student mastery. The most common authoring shells are DIAG, RIDES-VIVIDS, XAIDA, REDEEM, EON, INTELLIGENT TUTOR, D3 TRAINER, CALAT, INTERBOOK, and PERSUADE (Salem, & Nikitaeva, 2019).

In conclusion, the efficiency of a SLS is based on the selection of the appropriate knowledge representation technique and reasoning methodology and the choice of the suitable authoring shell. Therefore, from the technical point of view a SLS is complex to be built and difficult to be maintained. Two are the most popular methodologies used for constructing the knowledge base of a SLS, namely **ontological engineering** and **case-based reasoning *(CBR)***.

The term *"*ontology", having its roots to philosophy and metaphysics, refers to the nature of being. The ontologies used in computer science are knowledge-based intelligent systems designed to share knowledge among computers or among computers and people. Those types of ontologies include a relatively small number of concepts, and their main objective is to facilitate reasoning. In intelligent educational systems ontologies are used to help the search of learning materials and pedagogical resources in the internet or as a chain playing the role of a "vocabulary" among heterogeneous educational systems that have been programmed to communicate to each other (multi-agent systems) (Cakula, & Salem, 2011; Tankelevcience, & Damasevicius, 2009).

CBR is the process of solving problems based on the solutions of previously solved analogous problems (past cases). For example, a lawyer who advocates a particular outcome in a trial based on legal precedents is using the CBR methodology. The use of computers enables the CBR systems to preserve a continuously increasing "library" of previously solved problems, referred to as past cases, and to retrieve each time the suitable one for solving the corresponding new problem. The CBR approach, apart from commercial and business purposes, has got also a lot of attention over the last decades in mathematics education, and not only, as a new approach to PS and learning (Voskoglou, 2008). In fact, the CBR methodology organizes knowledge in cases of previous problems, each case containing a description of the problem and a solution of it. CBR's coupling to learning occurs as a natural by-product of PS. Effective learning in CBR is referred as case-based learning. Also, when an attempt to solve a problem fails, the reason for the failure is remembered in order to avoid the same mistake in future (failure-driven learning). More details about the history, development and applications of CBR can be found in (Voskoglou, & Salem, 2014) and in the related references contained in it.

The theory of **Fuzzy Sets (FS's)** introduced by Zadeh in 1965 (Zadeh, 1965) and the resulting from it fuzzy logic, which is an infinite-valued logic that generalizes the traditional bi-valued logic, constitute another important topic of AI. Fuzzy mathematics has found nowadays many and important applications to almost all sectors of the human activity; e.g., see (Klir, & Folger, 1988): Chapter 6, (Voskoglou, 2017): Chapters 4–8, etc. From the time that Zadeh introduced the concept of FS and in the effort of tackling more effectively the uncertainty caused by the imprecision that characterizes many situations in science, technology and our everyday life, various generalizations of FS have been proposed (type-2 FS, interval-valued FS, intuitionistic FS, hesitant FS, Pythagorean FS, complex FS, neutrosophic sets, etc.), as well as several alternative theories (grey systems, rough sets, soft sets, etc.); for more details see (Voskoglou, 2019a). Courses on fuzzy mathematics and logic have already appeared in the curricula of several university departments (Voskoglou, 2019b) and it is expected to be rapidly expanded in the near future.

Fuzzy systems, together with probabilistic reasoning and the **artificial neural networks (AANs)** are the three components of the wider class of **soft computing**. AAN's and fuzzy systems try to emulate the operation of the human mind. The AANs, the structure of which is analogous to that of the biological neural networks, concentrate on the "hardware" of the human mind having the ability to learn and to process rabidly the information. On the contrary, fuzzy systems concentrate on the "software" emulating the human reasoning. A neuro-fuzzy system is a hybrid system that uses a learning algorithm derived from an AAN to determine its fuzzy parameters (FS and fuzzy rules). Characteristic examples are the adaptive neuro-fuzzy inference systems (ANFIS).

It would be an authors' omission if they didn't add a paragraph here about social robots that could play an important role in future mathematics education. One of the first to develop such kind of robots was Cynthia Breazel (2002) in MIT. A social robot is an AI machine that has been designed to interact with humans and other robots. Social robots have been already used for

entire job functions at home by understanding speech and facial expressions, in customer service, in education, etc. (Taipale, Vincent, Sapio, Lugano, & Fortunati, 2015). Two important examples for education are the robot Tico that has been designed to improve children's motivation in the classroom and the robot Bandit that has been developed to teach social behaviour to autistic children. A characteristic sketch about the introduction of smart technologies and robotics in Education, which has been presented by the second author in the 23rd International Conference on Information and Software Technologies (ICIST 2017) that took place between 12 and 14 October 2017 at the Kaunas University of Technology, Lithuania, is shown in Figure 4.

Figure 4. Smart Technologies and Robotics in Education

Comparing the Artificial and the Traditional Teaching and Learning of Mathematics. The introduction of the techniques of AI has brought significant benefits for Education in general and for the teaching and learning of mathematics in particular. The most important of those benefits can be summarized as follows:

- Computers provide through the Internet a wealth of information to teachers and learners, while suitably designed by the experts mathematical software packages (SLS's) give to the instructor the opportunity to apply innovative teaching and learning methods in the class, like the ACE instruction, the flipped learning, etc., that increase the student imagination and PS skills (Dneprovskaya, 2018; Merzon, & Ibatullin, 2016). Also, for the evolution of smart learning in Korean public Education, see (Kim, Cho, Lee, 2013).
- E-learning gives to the learner 365 days per year access to the learning subject in contrast to the traditional learning, which is scheduled as a one-time class and requires the learner's physical presence. Another advantage of the e- learning is that it can be used at the same time by a large population spread throughout the world. The e-learning material, once developed as a course, could be easily modified in future for similar uses. Through e-learning students can learn in their own speed what is important for them by skipping unnecessary information. In addition, e-learning is obviously much cheaper than the traditional one, which involves many extra costs (travel, boarding, books, etc.). In conclusion, e-learning appears today as a promising alternative to traditional classroom instruction, especially in cases of remote lifelong learning and training, while it can also be used as a complement of the classroom learning (Salem, 2011).
- When engaged in the CBR approach the students, with many cases available, become able to recognize more alternatives and to benefit from the failures of the others**.** Cases indexed by experts will reveal to students suitable ways of looking at a problem, a thing that they may not have the expertise to do without the help of a CBR system. Research reveals that students learn best when they are presented with examples of PS knowledge and then asked to apply the acquired knowledge to real situations (Voskoglou, 2005). The CBR methodology is useful in particular for cases where there is much to remember, because when reasoning analogically one tends to focus only on the few possible analogous past cases. In general, one could say that a CBR system provides the student with a model of the way that decision making must be done, i.e., what actions ought to be performed for the solution of the problem in hands**.**
- Apart from helping the instructor in the search of learning materials and pedagogical resources in the internet, ontologies are also useful for the evaluation of the students' learning performance and for recommendations and grouping of them based on their learning behavior and skills. Further, they facilitate the assessment of the learning resources and of the web-based courses (Salem, 2010).

The impressive advances of AI in the field of Education have made these days a number of specialists on the subject to be certain that in future computers and the other "clever" machines of AI will replace teachers in educating students. "When cars invented, horses have stopped to be necessary" they argue parallelizing the two situations. However, although literature experiments have demonstrated that in certain cases artificial learning can be at least as effective as the conventional classroom learning, we are not in a position to claim that it can replace the traditional classroom instruction in general (Goyal, 2012).

In fact, in contrast to the above-mentioned advantages, there are also certain limitations of the artificial with respect to the traditional learning. One of them is that in the distance learning the queries of a student cannot be solved instantly, as the physical presence of the teacher in the classroom guarantees. Also, students in the classroom are pushed through the course to learn, whereas not every student finds e-learning suitable for his or her style. For example, some students feel bored in front of a computer. Apart from the learner's characteristics, there are also many other factors influencing the effectiveness of e-learning, such as media conditions, learning context, technology, etc. that must be taken seriously under consideration. In addition, other important issues like trust, authorization, individual responsibility and security of the Internet must be resolved too. Therefore, although today thousands of online courses are offered by universities all around the world, many of them leading to degree or

certificate awards, several uncertain issues and technical problems have to be further investigated concerning the effectiveness and status of artificial learning.

From the philosophical point of view the authors of the present article are among those many people believing that the replacement of the teacher-led instruction by the artificial learning will never actually happen. In fact, learning is mostly a socio-cognitive activity. The acquisition of knowledge is valuable for the students, but the most important thing is to learn how to reason logically and creatively. However, this seems impossible to achieve through the help of the computers and of the other "clever" machines of AI only, because all these devices have been created and programmed by humans. Consequently, although many of them (e.g., computers) impressively exceed humans in speed, it is logical to accept that they will never reach the quality of human reasoning and therefore become able to teach students how to reason logically and creatively (Voskoglou, & Buckley, 2012).

CONCLUSION

The present work focused on the role that the artificial teaching and learning of mathematics could play in future education. It was concluded that it is rather difficult that computers and the other "clever" machines of AI will reach the point of replacing teachers for educating students in future. However, it is more than certain that dramatic changes will appear in the future classrooms, since the new technologies appear as having the potential to offer significant benefits for the teaching and learning of mathematics, and not only. Therefore, the investigation of the new teacher's role in the classroom is an interesting subject for future research. This new role requires significant changes or even complete replacement of the traditional teaching methods, proper use of the new technological tools in and out of the classroom, familiarization with the ideas and techniques of distance learning, etc. Obviously, this type of research is strictly connected to the changes that the forthcoming new industrial revolution will bring to the structures of the human society, changes which are not explicitly known yet. Consequently, the ways of preparing our students to absorb smoothly those changes form an important component of this research too.

Also, more detailed information is needed with respect to the relationship of the CPS with human learning, e.g., some notions on the subject of the "extended crossover model" for human control (Martinez-Garcia, Gordon, & Shu, 2017) may be interesting. Today, the combination of the ML techniques with the latest knowledge acquisition and pedagogical methods has solved many of the technical problems and difficulties appearing in the design of intelligent learning and teaching systems. However, further research is needed on that topic as well for converging knowledge engineering, ML techniques, and educational technology with the forthcoming trends of the IoT & E. Such a convergence will create a new generation of intelligent learning and tutoring systems that will enhance further the on-line teaching, learning, and training processes, thus supporting the continuous growth of e-learning in future as an inseparable part of the academic and professional education.

The main limitation of the present study is that it refers to mathematics education only. However, the conclusions obtained can be generalized and extended to most other areas of education. This is among our plans for future work on this interesting subject.

References

1. Arnold, L.; Rebecchi, S.; Chevallier, S.; Paugam-Moisy, H. (2011), An introduction to deep learning. In *Proceedings of the European Symposium on Artificial Neural Networks*, Bruges, Belgium, 27–29 April; pp. 477–488.
2. Arnon, I.; Cottrill, J.; Dubinsky, E.; Oktac, A.; Roa, S.; Trigueros, M.; Weller, K. (2014), *APOS Theory: A Framework for Research and Curriculum Development in Mathematics Education*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany.
3. Bergmann, J.; Sams, A. (2012), *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*, 1st ed.; ISTE: Washington, DC, USA; pp. 34–40.
4. Borji, V.; Voskoglou, M.G. (2016), Applying the APOS theory to study the student understanding of the polar coordinates. *Am. J. Educ. Res.*, *4*, 1149–1156.
5. Breazeal, C. (2002), *Designing Sociable Robots*; MIT Press: Cambridge, MA, USA.
6. Cakula, S.; Salem, A.-B.M. (2011), Ontology-Based Collaborative Model for e-Learning. In *Proceedings of the Annual International Conference on Virtual and Augmented Reality in Education*, Latvia, Valmiera, 18 March; pp. 98–105.
7. Cherry, K. History and Key Concepts of Behavioral Psychology (2019). Available online: https://www.verywellmind.com/behavioral-psychology-4157183 (accessed on March 18 2020).
8. Crawford, K. Vygotskian approaches in human development in the information era (1996). *Educ. Stud. Math.*, *31*, 43–62.
9. Das, S.; Day, A.; Pal, A.; Roy, N. (2015), Applications of artificial intelligence in machine learning. *Int. J. Comput. Appl.*, 115, 31–41.
10. Dneprovskaya, N.V. Knowledge management system as a basis for smart learning (2018). *Open Educ.*, *22*, 43–61.
11. Doabler, T.; Fien, H. (2013), Explicit mathematics instruction: What teachers can do for teaching students with mathematics difficulties. *Interv. Sch. Clin.*, *48*, 276–285.
12. Einhorn, S. *Micro-Worlds, Computational Thinking, and 21st Century Learning* (2012); Logo Computer Systems Inc., White Paper: Westmount, QC, Canada.
13. Gallistel, C.R. Mathematical cognition (2005). In *The Cambridge Handbook for Thinking and Reasoning*; Holyak, K., Morrison, R., (Eds.); Cambridge University Press: Cambridge, UK,; pp. 559–588.
14. Goyal, S. E-Learning: Future of education (2012). *J. Educ. Learn.,* 6, 239–242.
15. Hodges, A. (2012), *Alan Turing: The Enigma (The Centenary Edition)*; Princeton University Press: Princeton, NJ, USA.
16. Jaworski, B. (2006), Theory and practice in mathematics teaching development: Critical inquiry as a mode of learning in teaching. *J. Math. Teach. Educ.*, *9*, 187–211.
17. Kastranis, A. (2019), *Artificial Intelligence for People and Business*; O' Reily Media Inc.: Sebastopol, CA, USA.
18. Kim, T.; Cho, J.Y.; Lee, B.G. (2013), Evolution to smart learning in public education: A case study of Korean public education. In *Proceedings of the IFIP Advances in Information and Communication Technology International Conference on Open and Social Technologies for Networked Learning*; Ley, T., Ruohonen, M., Laanpere, M., Tatnall, A. *(*Eds.); Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, Volume 395.

19. Kinard, J.T. (2008), *Rigorous Mathematical Thinking: Conceptual Formation in the Mathematics Classroom*; Cambridge University Press: Cambridge, UK.
20. Klir, G.J.; Folger, T.A. (1988), *Fuzzy Sets, Uncertainty and Information*; Prentice-Hall: London, UK.
21. Lahdenpera, J.; Postareff, L.; Ramo, J. (2019), Supporting quality of learning in university mathematics: A comparison of two instructional designs. *Int. J. Res. Undergrad. Mat. Educ.*, 5, 75–96**.**
22. Lage, M.G.; Platt, G.J.; Tregla, M. (2000), Inverting the classroom: A gateway to create an inclusive learning environment. *J. Econ. Educ.*, *31*, 30–43.
23. Lee, J.; Lim, C.; Kim, H. (2017), Development of an instructional design model for flipped learning in higher education. *Educ. Technol. Res. Dev.*, 65, 427–453.
24. Martinez-Garcia, M.; Zhang, Y.; Gordon, T. (2016), Modeling lane keeping by a hybrid open-closed loop pulse control scheme. *IEEE Trans. Ind. Inform.*, 12, 2256–2265.
25. Martinez-Garcia, M.; Gordon, T.; Shu, L. (2017), Extended crossover model for human-control of fractional order plants. *IEEE Access*, *5*, 27622–27635.
26. Martinez-Garcia, M.; Zhang, Y.; Gordon, T. (2019), Memory pattern identification for feedback tracking control in human-machine systems. *Hum. Factors*, 0018720819881008, doi:10.1177/0018720819881008.
27. McKinley, J. (2015)**,** Critical argument and writer identity: Social constructivism as a theoretical framework for EFL academic writing. *Crit. Inq. Lang . Stud.*, *12*, 184–207.
28. Merzon, E.E.; Ibatullin, R.R. (2016), Architecture of smart learning courses in higher education. In *Proceedings of the IEEE 10th International Conference on Application of Information and Communication Technologies,* Baku, Azerbaijan, 12–14 October; pp. 1–5.
29. Mitchell, M. (2019), *Artificial Intelligence: A Guide for Thinking Humans*; Parrar, Straus and Gtraux: New York, NY, USA.
30. Moor, J. (2006), The Dartmouth college artificial intelligence conference: The next fifty years. *AI Mag.*, *27*, 87–91.
31. Payne Carter, S.; Greenberg, K.; Walter, M. (2016), The Impact of Academic Usage in Academic Performance: Evidence from a Randomized Trial on the US Military Academy, *Working Paper #2016.02*, US Military Academy, Available online: https://seii.mit.edu/research/study /the-impact-of-computer-usage -on -academic-performance-evidence-from-a-randomized-trial-at-the-united-states-military-academy .
32. Rifkin, J. (2011), *The Third Industrial Revolution: How Lateral Power is Transforming Energy, the Economy and the World*; Palgrave McMillan: London, UK.
33. Rifkin, J. (2014), *The Zero Marginal Cost Society: The Internet of Things, the Collaborative Commons and the Eclipse of Capitalism*; St. Martin's Press: New York, NY, USA**.**
34. Salem, A.-B.M. (2010), Ontological engineering in e-learning. In *Proceedings of 8th International Conference on Emerging E-Learning Technologies and Applications, Information and Communication Technologies in Learning,* Stara Lesna, The High Tatras, Slovakia, 27–29 October.
35. Salem, A.-B.M. (2011), Intellectual e-learning systems. In *Proceedings of the Annual International Conference on Virtual and Augmented Reality in Education*, Vidzeme University of Applied Sciences, Valmiera, Latvia, 18 March; pp. 16–23.
36. Salem, A.B.M.; Parusheva, S. (2018), Exploiting the knowledge engineering paradigms for designing smart learning systems. *East. -Eur. J. Enterp. Technol.*, *2*, 38–44.
37. Salem, A.B.M. (2019), Computational intelligence in smart education and learning. In *Proceedings of the International Conference on Information and Communication Technology in Business and Education*, University of Economics, Varna, Bullgaria, pp. 30–40.
38. Salem, A.B.M.; Nikitaeva, N. (2019), Knowledge engineering paradigms for smart education and smart learning systems. In *Proceedings of the 42nd International Convention of the MIPRO Croatian Society*, Opatija, Croatia, 20–24 May; pp. 1823–1826.
39. Schwab, K. (2016), *The Fourth Industrial Revolution*; Crown Publishing Group: New York, NY, USA,.
40. Smith, J.L.M.; Saez, L.; Doabler, C.T. (2016), Using explicit and systematic instruction to support working memory. *Teach. Except. Child.*, *48*, 275–281.
41. Taber, K.S. (2011), Constructivism as educational theory: Contingency in learning, and optimally guided instruction. In *Educational Theory*; Hassaskhah, J., Ed.; Nova Science Publishers: Hauppauge, NY, USA; Chapter 2, pp. 39–61.
42. Taipale, S.; Vincent, J.; Sapio, B.; Lugano, G.; Fortunati, L. (2015), Introduction: Situating the human in social robots. In *Social Robots from a Human Perspective*; Vincent, J., Taipale, S., Sapio, B., Lugano, G., Fortunati, L., Eds.; Springer: Dordrecht, The Netherlands; pp. 1–17.
43. Tankelevcience, L.; Damasevicius, F. (2009) Characteristics for domain ontologies for web based learning and their applications for quality evaluation. *Inform. Educ.*, *8*, 131–152.
44. Voskoglou, M.G. (2005), The application-oriented teaching of mathematics. In Proceedings of the International Conference on Mathematics Education, Svishtov, Bulgaria, 3–5 June; pp. 85–90.
45. Voskoglou, M.G. (2008), Case-based reasoning: A recent theory for problem-solving and learning in computers and people. *Commun. Comput. Inf. Sci.*, *19*, 314–319, Springer: Berlin/Heidelberg, Germany.
46. Voskoglou, M.G. (2010), Problem-solving as a component of the constructivist view of learning. *J. Educ. Res.*, *4*, 93–112.
47. Voskoglou, M. G.; Buckley, S. (2012), Problem solving and computers in a learning environment. *Egypt. Comput. Sci. J.*, *36*, 28–46.
48. Voskoglou, M.G. (2013)**,** An application of the APOS/ACE approach in teaching the irrational numbers. *J. Math. Sci. Math. Educ.*, *8*, 30–47.
49. Voskoglou, M.G.; Salem, A.B.M. (2014)*,* Analogy based and case based reasoning: Two sides of the same coin. *Int. J. Appl. Fuzzy Sets Artif. Intell.*, *4*, 5–51.
50. Voskoglou, M.G. (2016), Problem solving in the forthcoming era of the third industrial revolution, *Int. J. Psychol. Res.*, *10*, 361–380.

51. Voskoglou, M.G. (2017), *Finite Markov Chain and Fuzzy Logic Assessment Models: Emerging Research and Opportunities*; Create Space Independent Publishing Platform, Amazon: Columbia, SC, USA.
52. Voskoglou, M.G. (2019), Communities of practice for teaching and learning mathematics. *Am. J. Educ. Res.*, *7*, 186–191.
53. Voskoglou, M.G. (2019), A Markov chain representation of the "5 E's" instructional treatment. *Phys. Math. Educ.*, *3*, 7–11.
54. Voskoglou, M.G. (2019), Comparing teaching methods of mathematics at university level. *Educ. Sci.* 2019, *9*, 294**.**
55. Voskoglou, M.G. (2019), Generalizations of fuzzy sets and relative theories. In *An Essential Guide to Fuzzy Systems, Commentary*; Voskoglou, M. *(*Ed.); Nova Science Publishers Inc.: Hauppauge, NY, USA; pp. 345–353.
56. Voskoglou, M.G. (2019), An application of the "5 E's" Instructional treatment for teaching the concept of the fuzzy set. *Sumer. J. Educ. Linguist. Lit.*, *2*, 73–76.
57. Wallace, B.; Ross, A.; Davies, J.B.; Anderson, T. (2007), *The Mind, the Body and the World: Psychology after Cognitivism*; Imprint Academic: Upton Pyne, UK.
58. Yang, X. (2019), Accelerated move to AI in China. *ECNU Rev. Educ.*, *2*, 347–352.
59. Zadeh, L.A. (1965), Fuzzy sets. *Inf. Control*, *8*, 338–353.

ТЕХНІКИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ

Майкл Г. Воскоглу
Вищий технологічний освітній інститут Західної Греції, Греція
Абдел-Баді М. Салем
Аін Шамс Університет, Єгипет

Анотація.

Постановка проблеми. *Відомі мислителі нашого часу говорять про майбутню нову індустріальну революцію, яка характеризуватиметься розвиненим Інтернетом речей і енергії та керованими через неї кібер-фізичними системами. Немає сумнівів, що наші студенти повинні вміти використовувати потенціал, який нові цифрові технології можуть принести для вдосконалення їх навичок.*

Матеріали та методи. Дана стаття має оглядовий характер. Використовуються методи аналізу існуючих досліджень з даної проблематики.

Результати. *У статті приділяється увага ролі машинного навчання та вивчення математики для освіти в майбутній епосі нової промислової революції. Наведено короткий огляд традиційних теорій та методів навчання математики. Досліджено можливості використання комп'ютерів та додатків штучного інтелекту в навчанні математики.*

Висновки. *У статті обговорюються переваги та недоліки машинного відносно традиційного навчання, а також перспективи подальших досліджень з цього питання.*

Ключові слова: *інтернет речей та енергії (IoT & E); теорії навчання; метод навчання "5E"; APOS/ACE навчання математики; перевернуте навчання (FL); штучний інтелект (ШІ); електронне навчання; машинне навчання (ML); розумна система навчання (SLS); онтологічна інженерія; міркування на базі прецедентів (ЦБР); соціальні роботи.*

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Волощук І.А., Гебель А.В. Можливості використання хмарних сервісів на уроках математики як засіб формування в учнів ІК-компетентності. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 26-30.

Voloshchuk I., Hebel A. Opportunities to use the cloud services at math's classes as a way to form IC-competency at pupils. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 2(24). P. 26-30.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-024-2-004
УДК 373.5.016:51]:004

І.А. Волощук, А.В. Гебель
Криворізький державний педагогічний університет, Україна
ORCID: 0000-0002-4275-3962

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ХМАРНИХ СЕРВІСІВ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ В УЧНІВ ІК-КОМПЕТЕНТНОСТІ

АНОТАЦІЯ

У статті розглянуто можливості використання хмарних сервісів на уроках математики з метою формування ІК-компетентність учнів.

Формулювання проблеми. *Зростання ролі якісної математичної освіти, розвиток ІТ технологій зумовлює потреби пошуку ефективних засобів розвитку інтересу дітей та молоді до математики як науки, що актуалізує привернення уваги до використання хмарних сервісів на уроках математики як засіб формування ІК-компетентності учнів.*

Матеріали і методи. *Теоретичні та емпіричні методи: системний аналіз наукової, психолого-педагогічної, методичної літератури; включене педагогічне спостереження, анкетування, порівняльний кількісний аналіз отриманих даних.*

Результати. *Наведено результат письмового опитування вчителів та учнів, теоретичне обґрунтування доцільності використання хмарних технологій, визначено основні переваги використання сервісів, можливості використання їх на уроках та їх вплив на формування ІК-компетентності учнів. Розглянуті умови, необхідні для створення сприятливих умов формування ІК-компентності учнів, а також можливості подолання невирішених проблем щодо використання комп'ютерів, безперебійного Інтернету тощо. Визначені майбутні перспективи дослідження та важливість розглянутої проблеми в сучасному світі.*

Висновки. *Використання хмарних сервісів в освітньому процесі покращує його якість та ефективність. Робота з електронними ресурсами сприятиме підготовці учнів до життя в інформаційному суспільстві, підвищенню зацікавленості дітей та їх бажанню дізнаватися щось нове. Доступ через мережу Інтернет до матеріалів, які використовувались на уроках математики, дозволяє попрацювати з ними і вдома. Тому учні мають можливість краще розібрати, засвоїти та використати його для виконання домашніх завдань. Створення зазначених педагогічних умов дозволить підвищити успішність та пізнавальний інтерес з математики та сприятиме формуванню в них ІК-компетентності.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *хмарні сервіси, технології, уроки математики, ІК-компетентність.*

ВСТУП

Постановка проблеми. Стрімкі темпи інформатизації суспільства й розвитку Інтернет-технологій актуалізують проблему формування єдиного інформаційного простору, спрямованого на досягнення високої якості освіти в умовах розвитку інформаційного суспільства та конкурентоспроможної економіки. Сьогодення висуває досить високі вимоги до особистості громадянина в суспільстві. Соціуму необхідні випускники, готові змінюватися й пристосовуватися до нових потреб життя, оперувати й управляти інформацією, активно діяти, швидко приймати рішення. А це значною мірою залежить не від отриманих знань, умінь і навичок, а від деяких додаткових якостей. І одним із таких важливих компонентів загальної культури людини є її інформаційно-комунікаційна компетентність (ІК-компетентність) (Сафонова, 2015). Щоб сформувати її в учнів сучасний учитель повинен мати не тільки ґрунтовні знання з предмету, а й володіти методикою його навчання на основі широкого використання інформаційно-комунікаційних технологій. Також повинен уміти створювати електронні засоби навчання, розробляти сучасні електронні дидактичні матеріали тощо.

Аналіз останніх досліджень. Формування ІК-компетентності учнів і вчителів сьогодні є основним у системах освіти економічно розвинених країн. Питанням, пов'язаним із виокремленням та трактуванням поняття ІК-компетентності, обґрунтуванням ознак та структури предметної компетентності, розробкою методології її формування та критеріїв діагностики присвячені дослідження В. П. Вембра, А. Н. Гуржія, О. Г. Кузьмінської, Н. В. Морзе, О. В. Овчарук, С. М. Спіріна та ін. Після їх аналізу було зрозуміло, що у процесі революційного формування інформаційного суспільства кардинально змінюються вимоги до сучасної освіти. Крім певної суми знань, майбутні громадяни «суспільства цифрової доби»

потребують розвинутих вмінь й навичок пошуку, обробки і представлення інформації за допомогою цифрових інструментів. Оскільки хмарні технології − одні з інноваційних в освітньому процесі, то згідно з досвідом розвинених зарубіжних країн, їх впровадження в освітній процес є чудовим розв'язанням проблеми формування ІК-компетентностей учнів.

Метою статті є дослідження можливостей використання хмарних сервісів у формуванні інформаційно-комунікаційної компетентності учнів на уроках математики.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення мети було використано теоретичні методи системного аналізу вторинних джерел наукової інформації, синтез та узагальнення теоретичних положень, аналіз результативності оприлюдненого педагогічного досвіду подібної тематики. Емпіричні методи дослідження: включене педагогічне спостереження, усне та письмове опитування суб'єктів освітньої діяльності, анкетування.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Компетентність – інтегрована здатність особистості, яка охоплює знання, уміння і навички, досвід, цінності, ставлення, що можуть реалізуватися у процесі конкретної навчальної чи життєвої ситуації.

ІК-компетентність є результатом різнобічних здатностей людини і має такі складові:

- здатності й уміння (здобувати інформацію з різних джерел у зрозумілому вигляді; працювати з різними відомостями; критично оцінювати відомості; використовувати у професійній діяльності інформаційно-комунікаційні технології);
- знання (особливостей інформаційних потоків у своїй галузі; основ ергономіки й інформаційної безпеки; функціональних можливостей ІКТ; конкретні навички з використання комп'ютерної техніки та ІКТ)
- ставлення особистості до застосування ІКТ для відповідальної соціальної взаємодії і поведінки (Овчарук& Спірін, 2010).

Хмарні сервіси – сервіси, що забезпечують користувачеві мережний доступ до масштабованого і гнучко організованого руху розподілених фізичних або віртуальних ресурсів, що постачаються в режимі самообслуговування і адміністрування за його зверненням, наприклад, програмне забезпечення, простір для зберігання даних, обчислювальні потужності та ін.

Хмарні сервіси останнім часом набувають все більшого значення у професійній діяльності вчителів закладів загальної середньої освіти. Пояснюється це новими можливостями для представлення динамічних та актуальних електронних додатків для освіти, що базуються на Інтернет-технологіях, оскільки сучасний учитель працює в умовах швидкого впровадження Інтернет-технологій і сервісів у системі середньої освіти та розбудови єдиного інформаційного простору.

Тепер, щоб навчати, вчитель може не стояти біля дошки. А дітям вчитися можна будь-де, для цього лише потрібно підключитися до мережі Інтернет.

Для вивчення стану проблеми у шкільній практиці та з'ясування особливостей використання хмарних сервісів як засобу формування ІК-компетентності учнів на уроках математики було проведено анкетування вчителів математики Дзержинського району міста Кривого Рогу. В ньому брали участь 15 педагогів, яким було запропоновано дати відповіді на наступні запитання анкети:

1. Чи дбаєте Ви про формування ІК-компетентності учнів на уроках математики?
2. Чи часто Ви використовуєте хмарні сервіси як засіб формування ІК-компетентності учнів на уроках математики?
3. У яких класах найчастіше Ви використовуєте хмарні сервіси?
4. Чи впливає, на Вашу думку, використання хмарних сервісів в процесі навчання математики на формування ІК-компетентності учнів?
5. Чи володієте Ви методикою проведення уроків з використанням хмарних сервісів?

Результати анкетування показали, що 82% опитаних вчителів дбають про формування ІК-компетентності учнів на своїх уроках. Вони вважають, що використання хмарних сервісів під час вивчення математики заохочує учнів до навчання та допомагає кращому засвоєнню матеріалу. Вчителі зазначили, що доцільно використовувати хмарні сервіси в класах основної і старшої школи. 10% від опитаних вважають, що їх впровадження необхідно здійснювати тільки в класах з високим рівнем підготовки. Також окремі педагоги, 8% від опитаних, не досить часто використовують хмарні сервіси як засіб формування ІК-компетентності і не замислюються над необхідністю дотримання певних педагогічних умов, що забезпечують ефективне використання технологій на уроках математики.

Вчителі зазначили, що використання хмарних сервісів у процесі навчання математики дозволяє демонструвати власноруч розроблені презентації та інші дидактичні матеріали. При цьому, продовжити розпочату роботу можна будь-де, не переймаючись, що дані загубляться або зітруться, і до того ж, збільшити використання часу на пояснення та закріплення, не витрачаючи його на розрахунки.

Більшість вчителів математики, 77% від опитаних, зазначили, що вони володіють методикою проведення уроків з використанням хмарних сервісів, вміють доцільно їх використовувати та мають досвід у розробленні таких уроків. Вони постійно знайомляться з методичною літературою, проходять курси, дбають про підвищення свого професійного рівня. Таким чином, більшість вчителів розуміють значущість використання хмарних сервісів як засобу формування ІК-компетентності на уроках математики.

З метою вивчення ставлення учнів до використання вчителями хмарних сервісів здійснювалося спостереження за уроками та проведено анкетування. Експериментом було охоплено 320 школярів 5-10-х класів Дзержинського району міста Кривого Рогу. Учням було запропоновано дати відповіді на наступні запитання:

1. Чи цікаво тобі на уроках математики?
2. Чи з задоволенням ти відвідуєш уроки математики?

3.Чи організовуються на уроках математики ігри, демонструються презентації, відео?

4.Чи використовуєш свій смартфон, планшет, ноутбук для навчання?

5.Чи використовуєш хмарні сервіси для своїх потреб?

6.Чи вмієш ти створювати власні презентації?

7.Чи потрібно, на твою думку, використовувати хмарні сервіси на уроках математики?

Аналіз анкетування свідчить про те, що 76% учнів від опитаних виявляють інтерес до вивчення математики, за умови, що на уроках будуть використані хмарні сервіси. Їм цікаво на заняттях, тому що за допомогою даних засобів краще сприймається матеріал, адже вони можуть грати в різноманітні ігри, створювати презентації, дивитися відео, працювати за комп'ютером. На уроках, як зазначають учні, «є можливість використовувати смартфони не для розваги, а для навчання. Крім того, перевага використання хмарних сервісів полягає в тому, що вони допомагають школярам краще зрозуміти матеріал та не носити за собою купу зошитів, підручників, а весь матеріал розміщено в Інтернет. Вони можуть продовжити навчатися і в транспорті, і в черзі, на природі, тобто будь-де. До того ж, вся потрібна інформація знаходиться завжди під рукою, вона не зникає, не закінчується, як, наприклад, зошит, і завжди в цілодобовому доступі. Але 24% учнів, від опитаних, зазначили, що їм ні разу не проводили такі уроки, оскільки немає необхідного обладнання (достатньої кількість комп'ютерів), безперебійного доступу до Інтернет. Хоча школярі б із великим задоволенням відвідали хоча б на один урок, оскільки це перспективно та цікаво.

Отже, після проведення анкетування було зроблено такі висновки: більшість вчителів розуміють важливість використання хмарних сервісів як засобу формування ІК-компетентності учнів. Хоча це відбувається не часто. Також, як зазначали учні, їм подобаються саме уроки із використанням хмарних сервісів, оскільки це перспективно, цікаво, захоплююче і саме тоді вони почали краще розуміти матеріал. Але, на жаль, не всі з опитаних мали змогу відвідати такий урок, оскільки не вистачало необхідного обладнання в школі та не завжди був доступ до Інтернет.

ОБГОВОРЕННЯ

Основною перевагою застосування хмарних технологій в освітньому процесі є доступність навчання в будь-якому місці та в будь-який зручний час (учень може розпочати роботу на уроці, а продовжити вдома, не копіюючи виконану частину на різні носії інформації – флешки, диски тощо), адже це можливо завдяки збереженню всіх відомостей і даних на віддаленому сервері – хмарах (GoogleDrive, SkyDrive, OneDrive, Dropbox та ін.), які доволі прості у використанні й мають широкий спектр онлайнових інструментів і послуг, що забезпечують надійне з'єднання та створюють умови для співпраці вчителя й учнів.

Значних ресурсів персонального комп'ютера хмарні технології не потребують, однак передбачають наявність постійного і безперебійного доступу до Інтернету. Веб-інструменти дозволяють урізноманітнити форми й методи організації навчання та спілкування між педагогами, педагогами та учнями, педагогами, учнями та їхніми батьками.

Поява хмарних сервісів мотивує учителів до пошуку та застосування альтернативних інноваційних способів навчання для зацікавлення учнів. Вона спонукає до переусвідомлення того, які компетентності та навички мають бути сформовані у школярів, щоб стати активними громадянами на ринку праці та оволодіти сучасними інформаційно-комунікаційними навичками для виконання особистісних і суспільно значущих завдань (Білоус, 2014).

Хмарні сервіси дають змогу безпечно зберігати дані та обмінюватися ними в режимі онлайн, формувати траєкторію розвитку кожного учня; дають нові можливості для організації досліджень, проектної діяльності тощо.

Використання хмарних сервісів дозволяє вносити в освітній процес нові нестандартні ідеї викладання давно відомого матеріалу, формувати в учнів навички колективної роботи над навчальними проектами, спрощувати спільну роботу учнів та вчителів, суттєво розширювати види співпраці, ефективно опрацьовувати великі обсяги інформації та раціонально використовувати час і можливості для навчання. Уведення хмарних сервісів в освітній процес підвищує його якість та ефективність, готує школяра до життя в інформаційному суспільстві.

Урок, організований з використанням хмарних сервісів, виглядає майже так само, як і традиційний, але є і відмінності: замість звичайної дошки – екран з проектором чи мультимедійна дошка, а замість зошитів і підручників – комп'ютери (планшети, смартфони). Оскільки такий вид діяльності не вимагає навчання лише в межах школи, учні мають змогу індивідуально опрацьовувати матеріал вдома. Необхідними засобами для роботи в «хмарах» є наявність Інтернет, комп'ютера (планшета, смартфона, нетбука тощо)

Учитель за допомогою різноманітних хмарних сервісів створює віртуальне навчальне середовище, в якому учні отримують доступ до навчально-методичних матеріалів, при цьому мають змогу відразу почати роботу над завданням у спеціальній програмі чи пакеті послуг. Водночас учитель отримує можливість контролювати їхню роботу, перевіряти виконані ними завдання, допомагати корисними порадами, здійснювати оцінювання тощо.

Виокремимо хмарні сервіси, які можна використовувати при навчанні математики:

- хмарна платформа GoogleApps (https://www.google.com.ua/) – можливість створення поштової скриньки з підтримкою текстового, голосового GoogleTalk та відеочату; робота з календарем Google; з диском Google – сховищем файлів; GoogleDocs – інструментом для створення документів, таблиць, презентацій, форм і малюнків будь-якої складності і з можливістю використання шаблонів; сайтів Google – інструментом для створення сайтів за допомогою шаблонів та інші.
- хмарні сховища файлів (Dropbox, SkyDrive,cloud.mail.ru, GoogleDocs тощо.
- створення тестів он-лайн – *майстер-тест* (http://master-test.net/uk), *тесторіум* (http://www.testorium.net/).
- навчання математики он-лайн – *Математика для школи* -http://formula.co.ua/, *Вивчаємо математику* – http://testmath.com.ua/, *Академія хана* – https://uk.khanacademy.org/, *Вивчення математики онлайн* – http://ua.onlinemschool.com/, тренажер *Все 10* – http://vse10.ru/ тощо).
- sageMathCloud (скорочено SMC) – це онлайновий сервіс, в якому можна написати математичний або будь-який інший розрахунок Sage або IPython Notebook – https://cloud.sagemath.com/.
- віртуальний кабінет вчителя Uztest.ru, в якому розміщені інформаційні ресурси та інтерактивні сервіси для підготовки і проведення занять з математики (Вакалюк, 2015).

Завданням вчителя є організація навчальної діяльності учнів онлайн в єдиному інформаційному просторі з використанням хмарних сервісів, які надає, наприклад, компанія Microsoft Україна. Для цього йому потрібно виконати таку підготовчу роботу: створити особистий кабінет, де розміщений і систематизований наявний матеріал з предмета, сформувати групи класів, у яких він викладає, зареєструвати дітей. Після цього у кожного учня з'явиться своя сторінка (особистий простір), яку бачить тільки він і вчитель, особиста поштова скринька, доступ до порталу школи, де зберігаються віртуальні зошити, підручники, додаткові навчальні матеріали (домашні завдання, презентації до уроків (власні), творчі роботи, завдання для підготовки до ЗНО, олімпіад, конкурсів тощо).

Діяльність учнів під час навчання математики з використанням хмарних сервісів з метою формування ІК-компетентності можна організувати:

– фронтально (створення спільних проектів, віртуальні подорожі й ігри, відео завдання тощо);

– індивідуально (пошук, відбір, аналіз віртуальної інформації, виконання тестів, домашніх вправ тощо);

– у групах (створення окремих слайдів презентації, таблиць, складання пазлів, «хмар» слів, робота з документами).

З цією ж метою доцільно впроваджувати нові форми проведення уроків математики: онлайн-уроки, вебінари, інтегровані практичні заняття, онлайн-дослідження, перегляд відео- та аудіофайлів в мережі Інтернет (без додаткового завантаження на комп'ютер) тощо.

Хмарний сервіс Google Форми дозволяють вчителеві створювати й проводити вікторини, опитування, тестування, анкетування, всі результати яких упорядковані в електронній таблиці, що можна скачати чи переглянути онлайн.

Детальніше про використання різних хмарних сервісів на деяких етапах уроку математики для формування ІК-компетентності учнів, представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

Використання різних хмарних сервісів для формування ІК-компетентності учнів

Види діяльності	Вид хмарного сервісу
Перевірка домашнього завдання	
Відправлення файлів з домашнім завданням зі спільним доступом	Сховище файлів зі спільним доступом (Google Диск)
Математична вікторина за теоретичним матеріалом з попереднього уроку	Google Forms чи Office 365
Пояснення нового матеріалу	
Відбір ключових слів уроку	Office Web Apps-додатки для створення «хмари слів»
Відеофрагменти пояснень матеріалу	Відеоконференції, YouTube.
Колективне дослідження геометричних фактів	Google Sites з використанням Wiki технологій, YouTube
Фізкульт-хвилинка, руханка	
Ігри-фізкультхвилинки, вправи для розслаблення рук і очей	Office Web Apps-додатки; системи дистанційного навчання та бібліотеки та медіа теки, YouTube
Відпрацювання умінь і навичок	
Розв'язування задач, прикладів з коментуванням	Відеоконференція, Office 365
Конференція	Відеоконференція, Google Sites з використанням Wiki технологій, сховище файлів зі спільним доступом (Google Диск)
Розв'язування завдань кількома способами (учні записують свої способи в одному документі зі спільним доступом)	Сховище файлів зі спільним доступом (Google Диск)
Робота з різними інформаційними джерелами (навчальна практична робота)	Google Sites з використанням Wiki технологій, системи дистанційного навчання, YouTube
Створення проектів	Office Web Apps-додатки; Prezi, Google Forms, електронні журнали і щоденники
Контроль знань, умінь і навичок	
Створення реклами досліджуваної теми	Office Web Apps-додатки; Prezi, Google Forms, сховище файлів зі спільним доступом (Google Диск)
Самостійна робота з взаємоперевіркою; диференційована контрольна робота	Google Forms, Google Sites з використанням Wiki технологій, електронні журнали і щоденники

На кожному етапі в даній таблиці представлені не всі можливі хмарні сервіси, а ті, які найчастіше застосовували опитані вчителі.

Впровадження хмарних сервісів на уроках математики дозволяє учневі активно, з цікавістю і захопленням вивчати математику. Учитель же має змогу швидко провести перевірку знань у формі тестових питань різних видів або дидактичних ігор, які імітують справжні комп'ютерні ігри. Отже, хмарні сервіси на уроках математики відкривають нові можливості в дослідницькій та проектній діяльності учнів. Працювати над створенням презентацій може ціла група школярів, оскільки вона знаходиться в базі даних Інтернету, тому кожен може отримати до неї доступ, працюючи за домашнім комп'ютером. Для цього достатньо лише зареєструватися й перейти за посиланням. Учням можна запропонувати вже вивчені теми для проектної діяльності: «Математика в архітектурі», «Функції і їх графіки», «Симетрія в природі» тощо.

Підготовка мультимедійної презентації допомагає добре засвоїти матеріал не лише глядачам, а й тому, хто готує її. Завдяки тому, що в такому вигляді дані представляються не лише текстом, а й мають багато малюнків, діаграм, анімацій (близько 70% графічних зображень), учням цікавіше працювати з таким матеріалом. Існує багато редакторів та хмарних

сервісів для підготовки мультимедійних презентацій, одним із них є хмарний сервіс Prezi. Його використання надає можливість готувати захоплюючі проекти та презентації, зовнішній вигляд яких значно відрізняється від тих презентацій, які школярі звикли виконувати у Microsoft PowerPoint. Prezi розгортає безмежні можливості у створенні мультимедійних презентацій не лише для успішних менеджерів та аналітиків, але й для учнів закладів загальної середньої освіти.

Отже, у сучасній системі освіти застосування хмарних сервісів необхідне для вдосконалення освітнього процесу та підвищення якості навчання. Одне з важливих завдань цієї системи в сучасному суспільстві − забезпечити кожній людині вільний і відкритий доступ до освіти протягом всього його життя, з урахуванням особистих інтересів, здібностей і потреб. Хмарні сервіси дають альтернативу звичайним засобам навчального процесу, створюючи можливості для індивідуального, колективного та інтерактивного навчання.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Впровадження хмарних сервісів дозволяє вносити в освітній процес нові нестандартні ідеї навчання, формувати в учнів навички колективної роботи над навчальними проектами, спрощувати спільну роботу учнів та вчителів, суттєво розширювати види співпраці, ефективно опрацьовувати великі обсяги інформації та раціонально використовувати час. На уроках математики хмарні сервіси могли б стати невід'ємною частиною уроку для формування ІК-компетентності, підвищення успішності школярів та їх пізнавального інтересу.

Перспективи подальшого дослідження вбачаємо в розробці методики використання хмарних сервісів на уроках математики з метою формування ІК-компетентності учнів.

Список використаних джерел

1. Сафонова І. Я. Визначення сформованості предметної компетентності старшокласників у процесі вивчення фізико-математичних дисциплін. *Педагогічний альманах*. Випуск 25, 2015. С. 81-88.
2. Десятов Д. Л. Моделювання уроку історії, спрямованого на формування інформаційно-комунікаційної компетентності учнів. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2014. № 5. С. 29-32.
3. *Формування інформаційно-комунікаційних компетентностей у контексті євроінтеграційних процесів створення інформаційного освітнього простору*: посібник / Білоус О. В. та ін.; За заг. ред. Бикова В. Ю., Овчарук О. В.; НАПН України, Ін-т ін-форм. технол. і засобів навч. К. :Атіка, 2014. 212 с.
4. Вакалюк Т. А., Поліщук В.В. Перспективи використання хмарних технологій у навчальному процесі загальноосвітніх навчальних закладів України. *Педагогіка вищої та середньої школи.* Випуск 46. Кривий Ріг, 2015. С. 114-119.

References

1. Safonova, I.Ia. (2015). Vyznachennia sformovanosti predmetnoi kompetentnosti starshoklasnykiv u protsesi vyvchennia fizyko-matematychnykh dystsyplin [Definition about formation of subject competency at senior school children while studying the physical mathematical disciplines]. *Pedahohichnyi almanakh - Pedagogical almanac*. 25, 81-88 [in Ukraine].
2. Desiatov, D.L. (2014). Modeliuvannia uroku istorii, spriamovanoho na formuvannia informatsiino-komunikatsiinoi kompetentnosti uchniv [Modeling the History lesson, directed to form the information communicative competency at schoolchildren]. *Kompiuter u shkoli ta simi - Computer at school and family*, 5, 29-32 [in Ukraine].
3. Bilous, O.V. et al (2014). *Formuvannia informatsiino-komunikatsiinykh kompetentnostei u konteksti yevrointehratsiinykh protsesiv stvorennia informatsiinoho osvitnoho prostoru [Forming the information communicative competencies within the context of European integration processes for establishment of information educational space]*: posibnyk. K.: Atika [in Ukraine].
4. Vakaliuk, T.A. & Polishchuk, V.V. (2015). Perspektyvy vykorystannia khmarnykh tekhnolohii u navchalnomu protsesi zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv Ukrainy [Perspectives for use of cloud technologies in educational process at general education schools of Ukraine]. *Pedahohika vyshchoi ta serednoi shkoly - Pedagogy of higher and secondary schools*, 46, 114-119 [in Ukraine].

OPPORTUNITIES TO USE THE CLOUD SERVICES AT MATH'S CLASSES AS A WAY TO FORM IC-COMPETENCY AT PUPILS

Ilona Voloshchuk, Alina Hebel

Kryvyi Rih State Pedagogical University, Ukraine

Abstract. *The article considers the opportunities to use cloud services at Math's classes to form IC-competency at pupils.*

Statement of problem. *The growth in the role of good quality mathematical education and development of IT technologies stipulates the need in the search for efficient ways to develop an interest in Math, which actualizes the attraction of attention to use the cloud services at Math's lessons as a way to form IC-competency at pupils.*

Materials and methods. *The theoretical and empirical methods: the system analysis of scientific, psychological-pedagogical, methodological literature, including the pedagogical observation, survey, a comparative assay of data received.*

Results. *Here authors provide the written survey results with the theoretical substantiation for reasonability in the use of cloud technologies. The main advantages for the use of services, opportunities for their usage at lessons, and their influence on the formation of IC-competency at pupils are defined. The conditions necessary to overcome unsolved problems in the use of computers, free Internet, etc. are defined. The future perspectives for research and the significance of problems under consideration in the modern world are determined.*

Conclusions. *The use of cloud services in the educational process improves its quality and efficiency. Working with electronic resources will help to prepare pupils for life in the information society, increase children's interest and their desire to learn something new. Accessing the materials used in mathematics lessons through the Internet allows you to work with them at home. Therefore, pupils are better able to parse, assimilate, and use it for homework. Creating these pedagogical conditions will increase the success and cognitive interest in mathematics and will contribute to the formation of IC-competency.*

Keywords: *cloud services, technologies, Math's lessons, IC-competency.*

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Головко Н.Ю., Коробова І.В. Формування природничо-наукової компетентності учнів шляхом використання ситуаційних задач з фізики. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 31-36.

Golovko N., Korobova I. Formation of natural scientific competence of students through use situational tasks of physics. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 2(24). P. 31-36.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-024-2-005
УДК: 37.02

Н.Ю. Головко
Херсонський державний університет, Україна
nataliyaklimenkogolovko93@gmail.com
ORCID: 0000-0002-9011-6511
І.В. Коробова
Херсонський державний університет, Україна
irinakorobova8@gmail.com
ORCID: 0000-0003-2653-277X

ФОРМУВАННЯ ПРИРОДНИЧО-НАУКОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ СИТУАЦІЙНИХ ЗАДАЧ З ФІЗИКИ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. *STEM-освіта безпосередньо пов'язана з наукою, технікою, технологіями, інженерно-орієнтованою діяльністю людини. В Україні відчувається особливо високий попит на фахівців цих галузей. Впровадження STEM–навчання передбачає розробку інноваційних методів і прийомів, що допоможуть розвинути в учнів науково-технічні навички, творчі здібності, поєднати навчання з життям. Одним із відомих методів контекстного навчання є метод ситуаційних вправ. Його застосування у навчанні фізики дає можливість формувати природничо-наукову компетентність учнів на засадах принципу зв`язку навчання з життям. Це дасть можливість випускнику зробити свідомий вибір майбутньої професії технічного спрямування, що є актуальним.*
Метою дослідження є обґрунтування доцільності й доведення ефективності формування природничо-наукової компетентності учнів засобами ситуаційного навчання фізики.

Матеріали й методи. *Під час дослідження було використано такі методи: теоретичні – аналіз, синтез, порівняння; емпіричні – спостереження, бесіда, тестування; математична обробка результатів дослідження проводилася з використанням статистичного критерію Розенбаума (Q-критерію).*

Результати. *В роботі розглянуті типи ситуаційних задач, наведені їх приклади. Аналіз динаміки рівня успішності й мотивації учнів показав доцільність використання системи ситуаційних задач для формування науково-природничої компетентності школярів.*

Висновки. *Ситуаційні задачі є корисним навчальним ресурсом. Розв`язування задач, пов`язаних з реальними життєвими ситуаціями, допомагає учню уявити фізичну ситуацію, переконатися, що вона є життєво важливою, актуальною і потребує вирішення; для її вирішення потрібні теоретичні знання з фізики. Систематичне застосування ситуаційних задач з фізики сприяє формуванню науково-природничої компетентності учнів; забезпечує внутрішню мотивацію учнів до вивчення фізики; робить фізичне знання особистісно значущим; орієнтує учнів на свідоме обрання майбутньої професії інженерно-технічного напрямку.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *STEM-освіта, природничо-наукова компетентність, ситуаційна задача, навчання фізики.*

ВСТУП

Відповідно до нового закону “Про освіту” освіта зазнає багато суттєвих змін. Зокрема, згідно завдань Нової української школи, навчання й виховання учнів у закладах загальної середньої освіти має допомогти їм стати конкурентоспроможними. У проєкті розпорядження КМУ «Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)» зазначено, що важливими драйверами економіки нашої держави є машинобудування, металургія, IT-сфера, будівництво, транспорт, наукоємне та високотехнологічне виробництво. У XXI столітті вони отримали узагальнену назву – галузі STEM, такими, що безпосередньо пов'язані з наукою, технікою, технологіями, інженерно-орієнтованою діяльністю людини. Фахівці цих галузей роблять найбільш вагомий внесок у виробництво внутрішнього валового продукту і саме їх дефіцит особливо відчутний в Україні так само, як і в усьому світі (Проєкт розпорядження КМУ, 2020). Попит роботодавців на кваліфікацію та навички STEM високий, і він буде продовжувати зростати в майбутньому. В

даний час 75% робочих місць у найшвидше зростаючих галузях потребують працівників, які мають навички STEM. STEM-освіта передбачає міждисциплінарний підхід до навчання, де академічні концепції поєднуються з уроками реального світу, під час яких учні застосовують науку, техніку, інженерію та математику в контекстах, які пов'язують між собою класну кімнату та навколишній світ. Впровадження STEM-навчання передбачає перегляд відомих та розробку інноваційних методів і прийомів, що допоможуть розвинути в учнів науково-технічні навички та творчі здібності, поєднати навчання з реальним життям. Одним із відомих методів контекстного навчання є метод ситуаційних вправ (кейс-метод). Застосування даного методу у процесі компетентнісного навчання фізики дає можливість формувати в учнів природничо-наукову компетентність на засадах принципу зв`язку навчання з життям, здійснювати навчання, орієнтоване на інженерні професії, що дасть можливість випускнику навчального закладу зробити свідомий вибір майбутньої професії. Отже, формування природничо-наукової компетентності учнів у процесі ситуаційного навчання фізики є актуальною проблемою сучасної освіти.

Метою нашого дослідження є обґрунтування доцільності та виявлення ефективності формування природничо-наукової компетентності учнів на рівні базової середньої освіти засобами ситуаційного навчання фізики.

ПРЕДМЕТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Предметом дослідження є особливості формування природничо-наукової компетентності учнів у процесі навчання фізики шляхом їх залучення до розв`язування системи ситуаційних задач у процесі STEM орієнтованого навчання учнів фізики на рівні базової середньої освіти. Під час дослідження було використано такі методи: теоретичні – аналіз, синтез, порівняння; емпіричні – спостереження, бесіда, тестування; математична обробка результатів дослідження проводилася з використанням статистичного критерію Розенбаума (Q-критерію).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Важливість формування природничо-наукової компетентності визнана на міжнародному рівні. Так, у Міжнародному дослідженні якості освіти PISA (Programme for International Student Assessment) з оцінювання якості навчальних досягнень учнів виділено три основні напрями для дослідження: читацька грамотність, математична грамотність, природничо-наукова грамотність. PISA оцінює, наскільки учні здатні використовувати здобуті знання, уміння та навички в реальному житті (Сайт Міністерства освіти і науки України (PISA)). Компетентнісний підхід до навчання досліджували у своїх працях багато зарубіжних та вітчизняних вчених Н. Бібік, Л. Ващенко, О. Локшина, О. Овчарук (Овчарук, 2004); ситуаційне навчання фізики було предметом дослідження І.Осадченко (Осадченко, 2011), А.Долгорукова (Долгоруков, 2002), В. Заболотного (Заболотний, 2009), І. Коробової (Коробова, 2017), Л. Покушалової (Покушалова, 2011). Проте проблема формування науково-природничої компетентності засобами ситуаційного навчання фізики у межах STEM-освіти на даний час залишається невирішеною.

Ми погоджуємося з визначенням Л.Непорожньою сутності поняття «природничо-наукова компетентність» як цілісної системи ціннісно-смислових орієнтацій, знань, здібностей, умінь і ставлень особистості, що мобілізується в специфічних сферах її життєвої діяльності, пов’язаних з галуззю природознавства. Головні її особливості полягають в тому, що:

- вона забезпечує розвиток надпредметних компетентностей, має високий ступінь узагальнень, формується впродовж всього періоду навчання і визначає кінцеві результати освіти, закріплені в ДСО (Державному стандарті освіти);
- має метапредметний та міжпредметний характер, оскільки пов’язана відразу з декількома освітніми галузями й навчальними дисциплінами;
- вбирає в себе компоненти ключових і предметних компетентностей, які належать до кожної шкільної дисципліни і формуються впродовж періоду навчання (Непорожня, 2016).

Дана компетентність містить у собі: наукове розуміння природи і сучасних технологій, а також здатність застосовувати його в практичній діяльності, уміння застосовувати науковий метод, спостерігати, аналізувати, формулювати гіпотези, збирати дані, проводити експерименти, аналізувати результати (Сайт «Нова українська школа»). Формування наукового стилю мислення та світогляду є основними завданнями формування природничо-наукової компетентності в учнів будь-якого віку. Виконання даних завдань передбачає, що учні будуть оволодівати сукупністю фундаментальних знань про природу, розвиток навичок та вмінь користуватися природничими знаннями в певних ситуаціях.

Фізичний компонент має тісні зв’язки з навчальними предметами таких освітніх галузей, як мова та література, суспільствознавство, мистецтво, математика, технології, здоров’я і фізична культура. Реалізація змістових зв’язків фізики з іншими освітніми галузями забезпечує формування ключових компетентностей, необхідних кожній сучасній людині для її життєдіяльності, однією з яких є природничо-наукова компетентність. Наприклад, фізика може бути представлена за допомогою алгебри, тригонометрії чи розрахунків, але головне – всі учні повинні розуміти основні принципи руху, сили та взаємодії, закони збереження та основні такі сили, як гравітація та електростатичне притягання та відштовхування.

Уроки фізики можна розглядати, як гарну основу для розвитку основних навичок STEM та як основну складову природничої освіти (компетентності у природничих науках і технологіях). Фізика – це експериментальна наука, яка забезпечує систематичне розуміння основних законів, які регулюють фізичні, хімічні, біологічні, наземні та астрономічні процеси. З огляду на це, вона має широкий спектр галузей застосування, включаючи техніку та технології.

Особливе місце на уроках фізики з метою розвитку природничо-наукової компетентності повинно відводитися створенню проблемних ситуацій, необхідність розв`язання яких стимулює учнів до самостійної дослідницької діяльності. Використання ситуаційного методу навчання ми вважаємо одним із доцільних навчальних ресурсів для розвитку природничо-наукової компетентності. В даному методі головну роль відіграє ситуація (case, кейс), звідси інша назва, що часто зустрічається – метод кейс-стаді (від англ. case-study (Долгоруков, 2002). Метод конкретних ситуацій (метод case-study) відноситься до імітаційних активних методів навчання і розглядається як інструмент, що дозволяє застосувати теоретичні знання до вирішення практичних завдань, пов`язаних з життям або майбутньою професією. Ситуаційні задачі

сприяють популяризації фізичних знань та дозволяють учням усвідомити, що без необхідних знань фізики вони не можуть стати професіоналами у своїй майбутній роботі. Ситуаційне навчання не є унітарним, чітко визначеним поняттям. З освітньої точки зору, основна ідея різних застосувань цього терміна полягає у створенні ***ситуаційного контексту*** для навчання, який сильно нагадує можливі ***ситуації реального життя***. Головною особливістю даного методу є опис реальних або близьких до реальних ситуацій. Розрізняють кілька ***видів ситуаційних задач***:

- Готові ситуації на основі фактів – вони корисні для аналізу.
- Незакінчені ситуації відкритого типу – де результати ще не зрозумілі, тому учень повинен передбачати, робити пропозиції та висновки.
- Вигадані випадки, які створює вчитель – складність полягає в написанні цих задач, щоб вони відображали реальну ситуацію.
- Оригінальні документи.

Існують й інші класифікації кейс-вправ: в залежності від обсягу кейсу, рівня складності, способу представлення тощо. Незважаючи на різноманітність видів ситуаційних завдань-вправ, можна виділити загальний алгоритм їх розв'язання, а саме:

1 етап – ознайомлення зі змістом завдання (на даному етапі вчитель може оголосити головні правила дискусії, пояснити особливості роботи);

2 етап – вивчення ситуації і підготовка її вирішення (під час обговорення в класі учні аналізують інформацію у справі та використовують її для вирішення поставленої проблеми). Дискусія може приймати різні форми, включаючи опитування вчителя, щоб допомогти учням «витягнути» інформацію з ситуації та визначити центральні рішення чи оцінки, які необхідно прийняти. Перевагою є використання вчителем кейсів в будь-якому середовищі, в якому вони можуть ефективно керувати дискусією.

У межах нашого дослідження була розроблена система ситуаційних задач-вправ з фізики для учнів 9 класу з розділу «Рух і взаємодія. Закони збереження». Дотримуючись загально прийнятої класифікації фізичних задач, нами була розроблена система ситуаційних задач-вправ, до якої увійшли: розрахункові задачі-ситуації; якісні ситуаційні вправи (міні кейси); графічні ситуаційні задачі. Нижче наведено приклади завдань кожного типу (табл.1):

Таблиця 1

Ситуаційні фізичні задачі з теми «Рух і взаємодія. Закони збереження»

№ п/п	ЗМІСТ ЗАДАЧІ	ТИП ЗАДАЧІ
1	Скільки часу я повинен штовхати важку коробку, щоб спалити калорії від однієї шоколадки? Припустимо, ми відчуваємо себе винуватими в тому, що їмо шоколадку; ми хочемо знайти, скільки вправ нам потрібно зробити, щоб компенсувати ці додаткові 300 калорій. Визнач, які фізичні величини тобі потрібно буде знати, щоб розрахувати час. Розрахуй з якою силою та швидкість ти(або член групи) буде штовхати коробку.(використовуй датчик сили з набору Ейнштейн, секундомір та мірну стрічку). Знайди в інтернеті інформацію про кілокалорії, потім спробуй розрахувати роботу. Пам'ятайте, однак, що наші органи мають приблизно 25% ефективності в передачі накопиченої енергії з їжі в роботу. Особливості та рекомендації: кейс можна дати на самостійне опрацювання на уроці чи вдома (він не потребує чіткої модерації вчителем), можна розглянути не тільки проблему визначення часу але й обговорити питання здоров'я.	розрахункова
2	Катаючись на санках з гірки, ти звичайно помічав, що повертатися на гору набагато важче, ніж спускатися до низу. Чому ж тоді так відбувається? Особливості та рекомендації: задачу можна використовувати на будь-якому етапі уроку, Можна використовувати перед початком вивчення теми, як проблемну ситуацію, яку ви будете розв'язувати впродовж уроку	якісна
3	Побудуйте графік руху автобусу Каховка-Одеса(координати можна обрати самостійно), що виконує зупинки в містах та населених пунктах (Каховка, Нова Каховка, Херсон, Посад-Покровський, Миколаїв, Красне, Коблево, Одеса) Відправлення в 8:00 – Прибуття (13:50). Розрахуйте час зупинок у кожному пункті (він може бути різний, в залежності від завантаження даного пункту населенням). Для розрахунків користуйтеся картою в Інтернет, вона допоможе знайти відстані між пунктами. Вважайте, що на всьому шляху, автобус рухається з максимальною швидкістю, дозволеною для руху на всіх дорогах (дану інформацію ви можете знайти в мережі і Інтернет) Особливості та рекомендації: задачу рекомендуємо давати на етапах узагальнення чи підсумкових уроках, можна підвищити рівень складності завдання, запропонувавши, ще один схожий маршрут та наголосити, що для зручності пересування людей краще, щоб автобуси прибували у спільні пункти в різний час.	графічна

Ефективність впровадження системи ситуаційних задач у навчання фізики була перевірена шляхом експериментального ситуаційного навчання фізики учнів 9 класу Херсонського академічного ліцею при Херсонському державному університеті. Дослідження доцільності використання такого типу завдань для формування науково-природничої компетентності проводилося за двома напрямками.

Перший напрямок мав на меті дослідити, чи впливають такого типу задачі на засвоєння теоретичного матеріалу учнями, що здійснювалося шляхом порівняння рівня успішності учнів контрольної та експериментальної груп. Успішність

засвоєння знань, з фізики зокрема, показує й рівень формування природничо-наукової компетентності, оскільки, згідно пояснювальної записки до програми з фізики, зазначена компетентність включає в себе: уміння пояснювати природні явища і технологічні процеси; використовувати знання з фізики для вирішення завдань, пов'язаних із реальними об'єктами природи та техніки; за допомогою фізичних методів самостійно чи в групі досліджувати природу. Дані вміння можна оцінити у процесі поточного та підсумкового контролю навчальних досягнень учнів.

У дослідженні було проаналізовано рівень успішності за навчальний 2019-2020 рік у двох класах (1-ша група – контрольний клас, де всі теми викладалася без змін; 2-га група – експериментальний клас, де при вивченні нових понять використовувалися ситуаційні задачі). Класи були обрані за кількістю учнів (30 учнів) та за результатами вхідного контролю (на початку рівень успішності учнів приблизно однаковий). Результати дослідження показані на рис. 1.

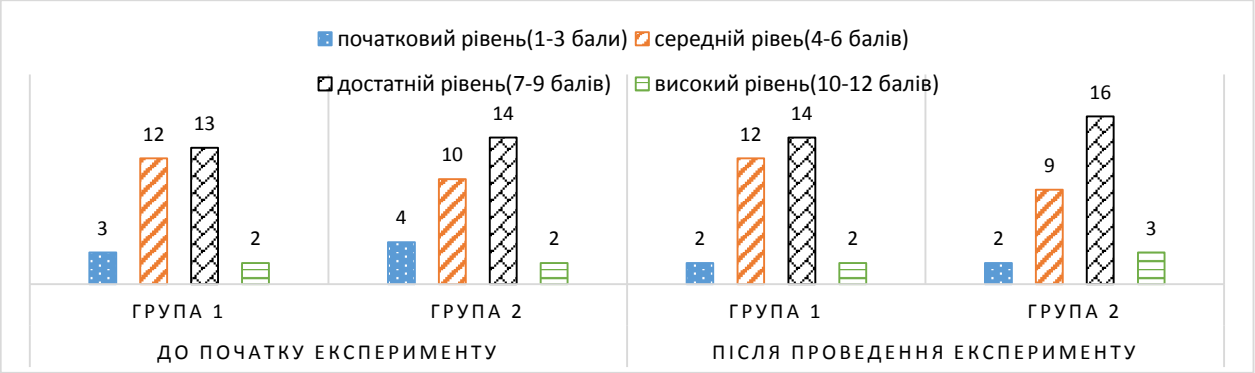


Рис. 1. Порівняльна гістограма успішності учнів до і після проведення експерименту

Другий напрямок дослідження мав на меті дослідити рівень зацікавленості та мотивації учнів до вивчення фізики шляхом опитування на початку навчального року та наприкінці навчання в експериментальному класі, де періодично використовувалися завдання проблемно-ситуаційного характеру. Результати дослідження представлені на рис 2. Опитування було складене на основі тесту (Дубовицька, 2002). Підрахунок показників опитувальника проводився відповідно до ключа, де «так» означає позитивні відповіді («вірно»; «мабуть, вірно»), а «ні» - негативні («мабуть, не так»; «невірно»). За кожний збіг з ключем нараховується один бал. Чим вище сумарний бал, тим вище показник внутрішньої мотивації вивчення предмета. При низьких сумарних балах домінує зовнішня мотивація вивчення предмета. В таблиці 2 наведений середній результат по всьому класу у відсотковому співвідношенні стосовно кожного питання до та після експерименту.

Таблиця 2

Оцінка мотивації учнів до та після проведення експерименту

Запитання	Перед початком експерименту,%				Після початку експерименту,%			
	вірно	мабуть, вірно	мабуть, невірно	невірно	вірно	мабуть, вірно	мабуть, невірно	невірно
Вивчення даного предмета дасть мені можливість дізнатися багато важливої для себе, проявити свої здібності.	18	30	33	19	29	34	21	16
Досліджуваний предмет мені цікавий, і я хочу знати з даного предмету якомога більше.	12	10	35	23	27	29	24	20
Навчальні завдання з цього предмета мені нецікаві, я їх виконую, бо цього вимагає вчитель (викладач).	29	34	21	16	15	20	29	36
При вивченні даного предмета крім підручників і рекомендованої літератури самостійно читаю додаткову літературу.	15	19	38	28	27	31	22	20
Матеріал, що вивчається з даного предмету, з цікавістю обговорюю в вільний час (на перерві, вдома) зі своїми однокласниками (друзями).	10	16	36	38	22	30	29	19
Вважаю, що всі знання з даного предмета є цінними і по можливості потрібно знати з даного предмету якомога більше.	16	24	39	21	26	34	21	19
Якщо я погано підготовлений до уроку, то особливо не засмучуюсь і не переживаю.	28	33	25	14	20	26	37	17
Оцінка з цього предмета для мене важливіше, ніж знання.	39	31	18	12	23	20	22	35
Даний предмет дається мені насилу, і мені доводиться змушувати себе виконувати навчальні завдання.	34	29	20	17	28	26	31	15

ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз результатів дослідження першого напрямку (рис.1) дає підстави стверджувати, що використання ситуаційних задач на уроках фізики позитивно впливає на засвоєння учнями матеріалу з фізики. Зокрема, порівняння зрушень показників успішності до і після експерименту показало, що показники успішності в експериментальній групі зросли значно більше, ніж в контрольній групі. Так, 10,0% учнів експериментальної групи перейшли з низького та середнього рівнів на достатній та високий, в той час, як в контрольній групі цей відсоток значно нижчий (3,3%).

Результати дослідження мотивації учнів (табл. 2) показують збільшення кількості позитивних відповідей. Учні виявили більше зацікавленості предметом після навчання з використанням ситуативних вправ. Застосування Q-критерію Розенбаума дозволило довести достовірність отриманих результатів на рівні значущості $p \leq 0.05$.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження показало, що ситуаційні фізичні задачі є корисним навчальним ресурсом для формування природничо-наукової компетентності учнів на рівні базової середньої освіти. Розв`язування задач, пов`язаних з реальними життєвими ситуаціями, допомагає учню уявити фізичну ситуацію, переконатися, що вона є життєво важливою, актуальною і потребує вирішення; причому, для її вирішення потрібні теоретичні знання з фізики. Таким чином, систематичне застосування ситуаційних задач фізики: 1) сприяє формуванню науково-природничої компетентності учнів; 2) забезпечує внутрішню мотивацію учнів до вивчення фізики; 3) робить фізичне знання особистісно значущим знанням; 4) орієнтує учнів на свідоме обрання майбутньої професії інженерно-технічного напрямку.

Перспективним є розробка системи ситуаційних завдань-вправ для учнів старшої школи та дослідження ефективності її упровадження у навчальний процес з фізики

Список використаних джерел

1. Проєкт розпорядження КМУ «Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти)»URL:https://mon.gov.ua/ua/news/mon-proponuye-do-gromadskogo-obgovorennya-proyekt-rozporyadzhennya-kmu-pro-shvalennya-koncepciyi-rozvitku-prirodnicho-matematichnoyi-osviti-stem-osviti (Дата звернення 29.05.2020)
2. Міністерство освіти і науки України URL:https://mon.gov.ua/ua/tag/pisa(Дата звернення 20.05.2020)
3. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи : Бібліотека з освітньої політики: монографія / за. ред. О.В. Овчарук. К. : «К.І.С.», 2004. 112 с.
4. Осадченко І.І. Дефініція та дидактична сутність поняття «кейс-метод». Гуманітарний вісник. 2011. №19. С. 169-173.
5. Долгоруков А.М. Case stady как способ понимания. Практическое руководство для тьютера системы Открытого образования на основе дистанционных технологий. Москва: Центр интенсивных технологий образования, 2002.
6. Заболотний В.Ф. Формування методичної компетентності учителя фізики засобами мультимедіа : монографія. Вінниця : ПП «ТД Едельвейс і К», 2009. - 456 с.
7. Коробова І.В., Головко Н.Ю. Особливості ситуативного навчання на уроках фізики. Наукові записки №11. Кропивницький: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2017. С. 90-96.
8. Покушалова Л. В. Метод case-study как современная технология профессионально-ориентированного обучения студентов. Молодой ученый. 2011.№ 5 (28). Т. 2. С. 155-157. URL: https://moluch.ru/archive/28/3073/ (дата звернення: 31.05.2020).
9. Непорожня Л.В. Методичні особливості формування природничо–наукової компетентності старшокласників на уроках фізики освіти. Збірник наукових праць. Кам'янець–Подільський національний університет імені Івана Огієнка; Інститут педагогіки НАПН України Вип.21 (1–2016). Ч.1. Кам'янець–Подільський, 2016. 364 с. 315–320.
10. Сайт Нова українська школа URL: https://nus.org.ua/.
11. Дубовицкая Т.Д. Методика диагностики направленности учебной мотивации. Психологическая наука и образование. 2002. Том 7. № 2. С. 42–45.

References

1. Proiekt rozporiadzhennia KMU «Pro skhvalennia Kontseptsii rozvytku pryrodnycho-matematychnoi osvity (STEM-osvity)» [Site of Ministry of Education and Science of Ukraine]. (n.d.). https://mon.gov.ua/ua Retrieved from https://mon.gov.ua/ua/news/mon-proponuye-do-gromadskogo-obgovorennya-proyekt-rozporyadzhennya-kmu-pro-shvalennya-koncepciyi-rozvitku-prirodnicho-matematichnoyi-osviti-stem-osviti [in Ukrainian].
2. Sait Ministerstva osvity i nauky Ukrainy(PISA) [Site of Ministry of Education and Science of Ukraine]. (n.d.). https://mon.gov.ua/ua Retrieved from https://mon.gov.ua/ua/tag/pisa [in Ukrainian].
3. Kompetentnisnyi pidkhid u suchasnii osviti: svitovyi dosvid ta ukrainski perspektyvy : Biblioteka z osvitnoi polityky: monohrafiia: [Individual proceedings] Kyiv : «K.I.S.». 2004. — 112 s. [in Ukrainian].
4. Osadchenko I.I. (2011) Definitsiia ta dydaktychna sutnist poniattia «keis-metod» [Definition and didactic essence of the concept "case method"] Humanitarnyi visnyk, 19. 169-173 [in Ukrainian].
5. Dolhorukov A.M. (2002) Case stady kak sposob ponymanyia. Praktycheskoe rukovodstvo dlia tiutera systemы Otkritoho obrazovanyia na osnove dystantsyonnikh tekhnolohyi. Moskva: Tsentr yntensyvnikh tekhnolohyi obrazovanyia [in Russian].
6. Zabolotnyi V.F. (2009) Formuvannia metodychnoi kompetentnosti uchytelia fizyky zasobamy multymedia [Formation of methodical competence of a physics teacher by means of multimedia]. Vinnytsia : PP «TD Edelveis i K» [in Ukrainian].
7. Korobova I.V., Holovko N.Iu. (2017) Osoblyvosti sytuatyvnoho navchannia na urokakh fizyky [Features of situational learning in physics lessons] Naukovi zapysky [Proceedings] 11. Kropyvnytskyi: RVV KDPU im. V.Vynnychenka,. 90-96. ISBN 978–7406–57–8 ISSN 2415-7988 (Print) ISSN 2521-1919 (Online) [in Ukrainian].
8. Pokushalova, L. V. (2011) Metod case-study kak sovremennaia tekhnolohyia professyonalno-oryentyrovannoho obuchenyia studentov[Case-study method as a modern technology of vocational training of students]. Molodoi ucheniy [Young scientist]. № 5 (28) 155-157. Retrieved from https://moluch.ru/archive/28/3073/ [in Russian].

9. Neporozhnia L.V. (2016) Metodychni osoblyvosti formuvannia pryrodnycho–naukovoi kompetentnosti starshoklasnykiv na urokakh fizyky osvity [Methodical features of formation of natural-scientific competence of senior pupils at lessons of physics of education.]. Zbirnyk naukovykh prats. Kamianets–Podilskyi natsionalnyi universytet imeni Ivana Ohiienka[Collection of scientific works. Kamyanets-Podilsky National University named after Ivan Ogienko]. Instytut pedahohiky NAPN Ukrainy. №21 (1–2016). – Ch.1. – Kamianets–Podilskyi,. 364. [in Ukrainian].
10. Sait Nova ukrainska shkola [New Ukrainian school] Retrieved from https://nus.org.ua/ [in Ukrainian].
11. Dubovytskaia T.D. (2002) Metodyka dyahnostyky napravlennosty uchebnoi motyvatsyy [Methods for diagnosing the direction of learning motivation]. Psykholohycheskaia nauka y obrazovanye [Psychological science and education].Tom 7. № 2. 42–45[in Ukrainian].

FORMATION OF NATURAL SCIENTIFIC COMPETENCE OF STUDENTS THROUGH USE SITUATIONAL TASKS OF PHYSICS

Natalya Golovko, Iryna Korobova
Kherson State University, Ukraine

Abstract. *STEM education is directly related to science, technology, technology, and engineering-oriented human activities. In Ukraine, there is a particularly high demand for specialists in these industries. The introduction of STEM-learning involves the development of innovative methods and techniques that will help students develop scientific and technical skills, creative abilities, combine learning with life. One of the known methods of contextual learning is the method of situational exercises. Its application in the teaching of physics makes it possible to form the scientific and natural competence of students based on the principle of connection of learning with life. This will allow the graduate to make a conscious choice of future technical profession, which is relevant.*

Formulation of the problem. *The purpose of the study is to substantiate the feasibility and prove the effectiveness of the formation of the natural science competence of students through the situational teaching of physics.*

Materials and methods. *The paper considers the types of situational tasks, gives their examples. The sample was 60 students. The following methods were used during the research: theoretical - analysis, synthesis, comparison; empirical - observation, conversation, testing; mathematical processing of the study results was performed using the statistical Rosenbaum test (Q-criterion).*

Results. *Analysis of the dynamics of the level of success and motivation of students showed the feasibility of using a system of situational tasks for the formation of scientific and natural competence of students.*

Conclusions. *It is proved that situational tasks are a useful educational resource. Solving problems related to real-life situations helps the student to imagine the physical situation, to make sure that it is vital, relevant, and needs to be solved; to solve it requires theoretical knowledge of physics. Systematic application of situational problems in physics contributes to the formation of scientific and natural competence of students; provides intrinsic motivation of students to study physics; makes physical knowledge personally significant; orients students to consciously choose the future profession of engineering and technical direction.*

Key words: *STEM-education, natural science competence, situational task, teaching physics.*

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Гриб'юк О.О. Система динамічної математики GeoGebra як засіб підтримки загальних і спеціальних здібностей учнів в процесі дослідницького навчання предметів математичного циклу: з досвіду роботи. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 37-51.

Hrybiuk O. System of dynamic mathematics of GeoGebra as a means of supporting general and special abilities of students in the process of research learning: practical work experience. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 2(24). P. 37-51.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-024-2-006
УДК 373.5:5]:004

О.О. Гриб'юк
Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, Україна
Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, Україна
olenagrybyuk@gmail.com
ORCID: 0000-0003-3402-0520

СИСТЕМА ДИНАМІЧНОЇ МАТЕМАТИКИ GEOGEBRA ЯК ЗАСІБ ПІДТРИМКИ ЗАГАЛЬНИХ І СПЕЦІАЛЬНИХ ЗДІБНОСТЕЙ УЧНІВ В ПРОЦЕСІ ДОСЛІДНИЦЬКОГО НАВЧАННЯ ПРЕДМЕТІВ МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ: З ДОСВІДУ РОБОТИ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. *Система динамічної математики (СДМ) GeoGebra використовується не лише в процесі навчання у закладах вищої освіти, але під час навчання шкільного курсу математики. Реформа сучасної школи поставила перед учителями завдання практичної спрямованості навчання предметів математичного циклу. Для вирішення цієї проблеми необхідно: забезпечити повноту, систематичність та усвідомленість основ наукових знань, їх міцність і дієвість; ознайомити учнів з основними методами пізнання природи – спостереженням і експериментом; навчати їх розпізнавати фізичні, хімічні тощо явища та закономірності в природі і техніці; навчити використовувати знання для пояснень і дослідження явищ природи, розвивати дослідницьке мислення з використанням СДМ, інноваційних технологій навчання.*

Матеріали та методи. *У дослідженні використовувались емпіричні методи: спостереження за навчальним процесом учнів під час їх навчання математики, аналіз результатів навчальних досягнень учнів. Ефективно використовувався набір методів наукового пізнання: порівняльний аналіз для з'ясування різних поглядів на проблему та визначення напрямку дослідження; систематизація та узагальнення для формулювання висновків та рекомендацій; узагальнення авторського педагогічного досвіду та спостережень в рамках експериментального дослідження. Використовувався диференційно-інтеграційний підхід із врахуванням теоретико-експериментальної верифікації результатів дослідження, показників переваги у ставленні учнів до використання окремих інформаційних ресурсів і рівнями інтелектуального розвитку.*

Результати. *У дослідженні знайдені кореляції між показниками переваги у ставленні учнів до використання окремих інформаційних ресурсів і рівнями інтелектуального розвитку учнів для окремих груп інформаційних ресурсів. Параметризація використовувалася для здійснення коригування методики дослідницького навчання з метою педагогічно доцільного та методично вмотивованого добору навчальних ресурсів в контексті мінімізації протиріч з врахуванням рівнів інтелектуального розвитку учнів, характерними для конкретної групи учнів (класу). Результати експериментального дослідження із використанням комп'ютерно орієнтованої методичної системи дослідницького навчання (КОМСДН) в контексті вивчення особистісних компонентів загальних і спеціальних здібностей учнів виявилися значущими на рівні достовірності ($p \leq 0,05$). Використання СДМ GeoGebra в дослідженні розглядається в декількох напрямах: уточнення термінологічного апарату та механізмів роботи інструментів із врахуванням системи понять і тверджень шкільного курсу математики; розширення спектру математичних дисциплін і системи дослідницьких задач, розрахунково- графічних робіт з педагогічно виваженим і методично вмотивованим використанням СДМ GeoGebra; розширення можливостей експорту та імпорту навчального матеріалу в рамках дослідницького навчання учнів; підвищення доступності GeoGebra в умовах різного рівня технічного забезпечення учнів. Переваги і недоліки комп'ютерного моделювання розглядаються в контексті навчальної і методичної діяльності, для підтримки якої вони призначені.*

Висновки. *Розглядаються можливості використання СДМ GeoGebra в процесі дослідницького навчання учнів предметів математичного циклу з педагогічно виваженим використанням компонентів КОМСДН. Оцінювання переваг і недолікі комп'ютерного моделювання носить суб'єктивний характер, оскільки позитивні аспекти і негативні наслідки використання GeoGebra визначаються вміннями вчителя методично вмотивовано та педагогічно виважено використовувати компоненти КОМСДН в навчально-виховному процесі. Матеріали дослідження будуть корисними вчителям математики, викладачам і студентам педагогічних університетів, слухачам системи післядипломної педагогічної освіти та усім, хто цікавиться математичною освітою.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *моделювання, комп'ютерно орієнтована методична система дослідницького навчання, інтелектуальний розвиток, КОМСДН, дослідницьке навчання, розрахунково-графічні роботи, GeoGebra.*

ВСТУП

Поширення ідей і методів геометрії в різні галузі науки і виробництва, зростання ролі геометричної освіти, використання інформаційно-комунікаційних технологій в науковій і освітній діяльності сприяє підвищенню актуальності методичних досліджень в процесі навчання математики, зокрема геометрії.

Ґрунтовний аналіз праць (В. Ю. Бикова, В. М. Глушкова, М. І. Жалдака, В.А. Далінгера, В.П. Дьяконова, А.І.Іванова, Ю.Г. Ігнатьєва, М.П. Лапчика, Г.В. Носовського, Ю. С. Рамського, В.Б. Таранчука, Є.К. Хеннера та ін.) і дисертаційних досліджень (О.А. Бушкової. В.І. Глізбург, В.Р. Майєра, Л.П. Мартиросян і ін.), які присвячені використанню систем комп'ютерної математики в процесі навчання предметів природничо-математичного циклу у закладах загальної середньої освіти, дозволяє зробити висновок про те, що проблема навчання учнів розв'язувати математичні (алгебраїчні, геометричні) задачі з використанням комп'ютерних методів залишається актуальною та водночас недостатньо дослідженою проблемою (Жалдак, 2003). Дотепер стрімко розвивається комп'ютерне (геометричне) моделювання. В тому числі розроблено багато програм, що використовуються для візуалізації геометричних об'єктів, що виникають в процесі моделювання різних процесів, дослідження їх властивостей і узгодження комп'ютерних експериментів з метою перевірки математичних, фізичних, біологічних, екологічних, економічних та інших гіпотез (Беспалько, 2002). Комп'ютерна модель – це засіб відображення зв'язків і співвідношень, сутностей геометричних об'єктів. В процесі розв'язування задачі моделі геометричних об'єктів є необхідними інструментами дослідження, проведення експериментів, перевірка гіпотез і уточнення фактів, можливостей виокремлювати закономірності і формулювати узагальнені твердження (Гриб'юк, 2013).

В нормативних документах про математичну освіту (Концепції шкільної математичної освіти, Закону України «Про освіту», Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року, Плану заходів на 2017–2029 роки із її запровадження та з урахуванням вітчизняного і зарубіжного досвіду організації навчання шкільної математики) рекомендується використовувати СДМ з метою досягнення двох ефектів: забезпечення учням можливостей для здійснення експериментування з використанням СКМ і здійснення візуалізації математичних об'єктів (моделей) з метою підвищення мотивації та рівня знань учнів в процесі дослідницького навчання предметів природничо-математичного циклу (Гриб'юк, 2020).

Виникнення комп'ютерної техніки призвело до поширення в математиці експериментального підходу. Велике значення в математичних дослідженнях мають комп'ютерні експерименти, що підтверджують, або заперечують гіпотезу, або наштовхують учнів на нову ідею. Методи експериментальної математики суттєво змінюють характер математичного дослідження, отримання результатів і способи проведення доведень, знаходять відповідне застосування в навчанні математики (Takači D., Stankov G., Milanovic I., 2015; Семеніхіна О.В., 2015; Шабанова, 2016; Ястребов, 2017).

Завдяки використанню сучасних інформаційно-комунікаційних технологій з'являються можливості для проведення математичних експериментів та досліджень. Комп'ютерні засоби використовуються для висування гіпотез, які пізніше доказово обґрунтовуються. Наприклад, для формулювання гіпотез, пов'язаних з використанням комп'ютерного моделювання в процесі дослідницького навчання предметів природничо-математичного циклу та їх експериментальної перевірки в дослідженні (Гриб'юк, 2019a) використовуються ППЗ, система динамічної математики GeoGebra. Експериментальні методи використовувались вченими упродовж усієї історії розвитку математичної науки. Саме на оцінюванні переваг і недоліків щодо використання СДМ *GeoGebra* в процесі досягнення вище зазначених цілей акцентується увага у дослідженні (Гриб'юк, 2019b).

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В процесі експериментального дослідження (Гриб'юк, 2016; Гриб'юк, 2019a) із врахуванням педагогічно виваженого та методично вмотивованого добору інформаційних ресурсів враховувалися психофізіологічні та психолого-педагогічні фактори, серед яких велике значення мають особливості інтелектуального розвитку учнів. Визначення доцільності використання комп'ютерно орієнтованої методичної системи дослідницького навчання (КОМСДН) та інформаційно-комунікаційних технологій у процесі навчання учнів предметів природничо-математичного циклу в школі та оцінювання ставлення учнів до ідентифікованих ресурсів слугувало метою здійсненого експерименту. Отримані в процесі здійснення експериментального дослідження дані використовувалися для відповіді на запитання: *Вкажіть, які інформаційні ресурси та КОМСДН є найбільш актуальними в процесі навчання предметів природничо-математичного циклу? Зазначте, чи існують кореляційні зв'язки між перевагами у ставленні учнів до використання окремих інформаційних ресурсів та рівнями інтелектуального розвитку школярів? Вкажіть, яким чином необхідно ефективно здійснювати добір інформаційних ресурсів для підвищення рівня мотивації учнів та ефективності процесу дослідницького навчання? (див. Таблицю 1, Таблицю 2).* Розроблено відповідні критерії оцінювання ставлення опитаних учасників експерименту до застосування компонентів КОМСДН. Результати дослідження виявилися значущими на рівні достовірності ($p \leq 0{,}001$) (Гриб'юк, 2020).

Таблиця 1

Кореляційні зв'язки між показниками переваги у ставленні учнів до використання окремих інформаційних ресурсів

Інформаційний ресурс	СДМ	Графіки	Діаграми	Схеми	Таблиці
СДМ	1,000	0,220 (0,281)	0,341 (0,089)	0,481 (0,013)	0,511 (0,008)
Графіки	0,220 (0,281)	1,000	0,582 (0,002)	0,454 (0,02)	0,209 (0,305)
Діаграми	0,341 (0,089)	0,582 (0,002)	1,000	0,551 (0,004)	0,266 (0,189)
Схеми	0,481 (0,013)	0,454 (0,02)	0,551 (0,004)	1,000	0,578 (0,002)
Таблиці	0,511 (0,008)	0,209 (0,305)	0,266 (0,189)	0,578 (0,002)	1,000

Таблиця 2

Кореляційні зв'язки між показниками переваги у ставленні учнів до використання окремих інформаційних ресурсів і рівнями інтелектуального розвитку учнів

Рівень інтелектуального розвитку	СДМ	Графіки	Діаграми	Схеми	Таблиці
I	-0,406 (0,049)	-0,627 (0,001)	-0,371 (0,074)	-0,328 (0,118)	-0,113 (0,598)
II	-0,489 (0,015)	-0,428 (0,037)	-0,471 (0,020)	-0,380 (0,067)	-0,556 (0,005)
III	0,014 (0,949)	-0,300 (0,154)	-0,221 (0,300)	-0,080 (0,711)	-0,060 (0,781)
IV	-0,116 (0,589)	-0,359 (0,085)	-0,461 (0,023)	-0,493 (0,014)	-0,441 (0,031)

Результати експериментального дослідження із використанням методики КОМСДН вивчення особистісних компонентів загальних і спеціальних здібностей учнів виявилися значущими на рівні достовірності ($p \leq 0,05$) *(див. Таблицю 3).*

Таблиця 3

Результати експериментального дослідження із використанням методики КОМСДН вивчення особистісних компонентів загальних і спеціальних здібностей учнів

№ з/п	Назва показника	Середнє значення показників		Значення t-критерію Стьюдента	Різниця U-критерію Mann-Whitney
		класи з високою успішністю з математичних дисциплін (ср. матем.≥ 4,75) – 77 уч.	класи з низькою успішністю з математичних дисциплін (ср. матем.< 4,75)- 227 уч.		
Спеціальні здібності					
1	Спрямованість математичного розвитку	62,62	52,93	3,452	0,001
2	Математична пам'ять	62,21	57,91	1,380	0,259
3	Математична інтуїція	60,71	53,85	2,054	0,042
4	Математична мова	69,00	57,96	3,475	0,003
5	Математичне мислення	65,62	56,21	3,489	0,001
6	Експериментальні здібності	64,93	62,66	0,699	0,704
7	Виконання математичних обчислення	69,40	58,82	3,389	0,004
8	Самооцінювання математичних здібностей	64,73	57,19	3,107	0,008
Загальні здібності					
9	Пам'ять	60,43	60,83	-0,112	0,880
10	Інтуїція	59,53	62,84	-0,877	0,411
11	Мислення	68,15	62,69	2,418	0,085
12	Мовні здібності	57,84	57,83	0,003	0,905
13	Винахідливість	60,31	65,26	-1,415	0,117
14	Математичні здібності	60,03	51,60	2,355	0,090
15	Розв'язування задач	52,25	39,48	3,497	0,000
16	Самооцінювання загальних здібностей	59,35	57,22	0,897	0,251

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Ідея дослідницького навчання математики у вітчизняній науці зародилася в середині XVIII століття як ідея наближення навчання математики та наукового дослідження математичної науки. Історія розвитку експериментального підходу в математиці і математичній освіті ґрунтовно описано в монографії (Гриб'юк, 2019).

Згідно чинного стандарту загальної середньої освіти передбачається використання математичних методів в наукових дослідженнях, застосування методів математичного і алгоритмічного моделювання в процесі аналізу прикладних проблем, оволодіння здібностями самостійного виконання науково-дослідницької роботи; розв'язування прикладних задач, в тому числі з педагогічно виваженим та методично вмотивованим використанням інформаційно-комунікаційних технологій. В тому числі, в процесі підготовки майбутніх бакалаврів особливе місце займає комп'ютерна геометрія, яку можна вважати зв'язуючою ланкою між іншими математичними дисциплінами, що містяться в навчальному плані.

В дослідженні під дослідницьким навчанням розуміється навчальний процес, пов'язаний з розв'язуванням творчої, дослідницької задачі із заздалегідь відомою відповіддю та такою, що передбачає наявність основних етапів, характерних для дослідження в науковому середовищі: постановку проблеми; вивчення теорії, пов'язаної з обраною темою; добір методик дослідження та практичне їх засвоєння; накопичення власного навчального матеріалу, його аналіз та узагальнення; власні висновки. В навчанні мета дослідницької діяльності полягає в набутті учнями дослідницьких умінь як способу засвоєння дійсності, в розвитку здібностей до дослідницького способу мислення, в розвитку інтелекту учнів.

В навчально-виховному процесі особливе місце займає факультативний курс з комп'ютерної геометрії, яку можна вважати сполучною ланкою з іншими предметами природничо-математичного циклу, що містяться в навчальному плані

(Гриб'юк, 2010). Комп'ютерна геометрія займається комп'ютерним моделюванням, пов'язаним з візуалізацією геометричних моделей. З використанням інструментарію комп'ютерної геометрії молодий дослідник отримує можливість проводити різноманітні комп'ютерні експерименти, в результаті чого формуються або відхиляються ті чи інші гіпотези. Саме тому вимоги щодо геометричної підготовки учнів ефективно переходять на новий рівень. В експериментальному дослідженні (Гриб'юк, 2019а) розглядаються приклади, де демонструється ефективність використання експериментальних дослідницьких методів в процесі розв'язування математичних задач. Однак, найчастіше, учням у процесі навчання математики пропонуються готові конструкції, позбавляючи їх, тим самим, можливості робити вірні висновки з урахуванням власного і певним чином організованого досвіду.

СДМ GeoGebra як засіб підтримки дослідницького мислення учнів в процесі реалізації дослідницького підходу в навчанні предметів математичного циклу.

Створено комп'ютерно орієнтовану методичну систему дослідницького навчання учнів предметів математичного циклу, компонентами якої є традиційні засоби наочності (таблиці, діаграми, формули, схематичні креслення, моделі та ін.) і засоби та прийоми активізації дослідницького мислення учнів процесі дослідницького навчання. З використанням *GeoGebra* можна створювати креслення математичних об'єктів, які описуються з використанням аналітичних залежностей в декартовій або полярній системах координат, геометричних перетворень, позиційних і метричних властивостей, логічних операцій, дій з векторами і комплексними числами (Гриб'юк, 2013).

Важливо, що при цьому будь-які задані об'єкти або величини *(міра, дійсне число, міра кута, координати, довжина відрізка, значення функціональної залежності, метрична величина та ін.)* можуть бути параметрами зміни динамічного креслення, відповідних зображень та тексту. З використанням конструктивного функціоналу СДМ *GeoGebra* в учнів з'являється можливість створювати *«узагальнений образ об'єктів (понять)»*, що описано в навчальному матеріалі *(сформульоване означення, умова теореми, задачі).* Для створення графічного образу об'єктів, які задані аналітично, необхідно записати формулу в командному рядку модуля *«Алгебра і графіки»*, а відповідну побудову геометричної фігури – в командному рядку модуля *«Елементарна геометрія»*. Для розв'язування задачі необхідно здійснити перетворення запису в рядковий із використанням функцій, вбудованих у модуль. Нижче наведено деякі приклади.

Приклад 1. Знайти значення параметра *a*, за яких система (1) має три різні корені?

$$\begin{cases} y = a(x-4), \\ y^2 + 2(x-2)y + (x^2-4)(2x-x^2) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Вказівки до розв'язування:

$$(y - x^2 + 2x)(y + x^2 - 4) = 0 \quad (2)$$

Дослідимо систему (1) і побудуємо її графік (див. Рис. 1 Таблиці 4).Через точку *A*(4; 0) проходить сімейство прямих $y = a(x-4)$. Виокремимо ті з них, що мають з графіком другого рівняння три спільні точки (прямі *AB, AC, AD, AF)*.

Окрім того, бачимо ще дві прямі, що задовольняють умову задачі. З точки *A* до параболи $y = x^2 - 2x$ проведемо дві дотичні (на рис. 1 проведено одну дотичну *AB*). Інша дотична, проведена до графіка функції $y = 4 - x^2$ в двох точках. Аналогічний результат отримуємо: інша дотична до параболи $y = 4 - x^2$ відмінна від *AF*.

На основі аналізу моделі робимо висновок про наявність шести розв'язків. Якщо рівняння $a(x-4) = x^2 - 2x$ і $a(x-4) = 4 - x^2$ матимуть один корінь, то кутові коефіцієнти дотичних до кривих $y = x^2 - 2x$ та $y = 4 - x^2$ дорівнюють відповідно $a = 6 \pm 4\sqrt{2}$ і $a = -8 \pm 4\sqrt{3}$.

$$x^2 - 2x = 4 - x^2 \quad (3)$$

Абсциса точки *M* дорівнює від'ємному кореню рівняння (3): $x = -1$. Тоді кутовий коефіцієнт прямої *AD* дорівнює $\left(-\frac{3}{5}\right)$.

Кутовий коефіцієнт прямої *AC* дорівнює 0. Отже, $a = 6 \pm 4\sqrt{2}$, $a = -8 \pm 4\sqrt{3}$, $a = -\frac{3}{5}$, $a = 0$.

Таблиця 4

Вказівки до розв'язування завдання для індивідуальної та групової роботи в процесі дослідницького навчання учнів

Правило-орієнтир:

1. Побудувати графік функції $y = x^2 - 2x$.

В рядок формул записати функцію: *y = x^2 – 2*x.*

2. Побудувати графік функції $y = 4 - x^2$.

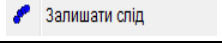
В рядок формул записати функцію: *y = 4 – x^2 .*

3. Створити повзунок для параметра *a*

з інтервалом від –5 до 5 та приростом Δ = 0.01.

4. Побудувати пряму $y = a(x-4)$.

5. Із зміною значення параметра змінюватиметься положення відповідної прямої (*AB, AC, AD, AF*). Досліджуємо кількість розв'язків.

6. Для збереження положення всіх прямих на графіку одночасно треба скористатися функцією *«Залишити слід»* 

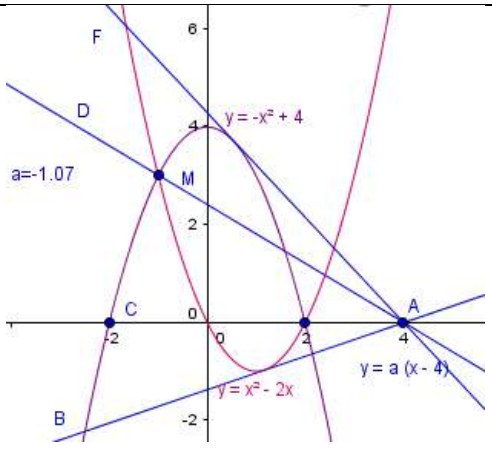


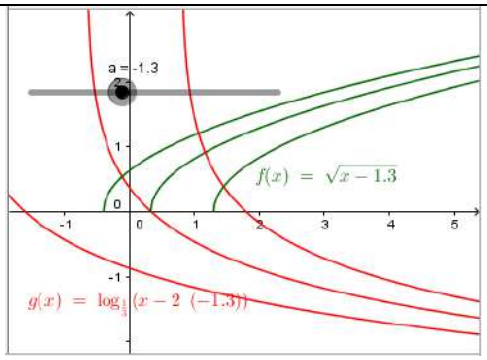
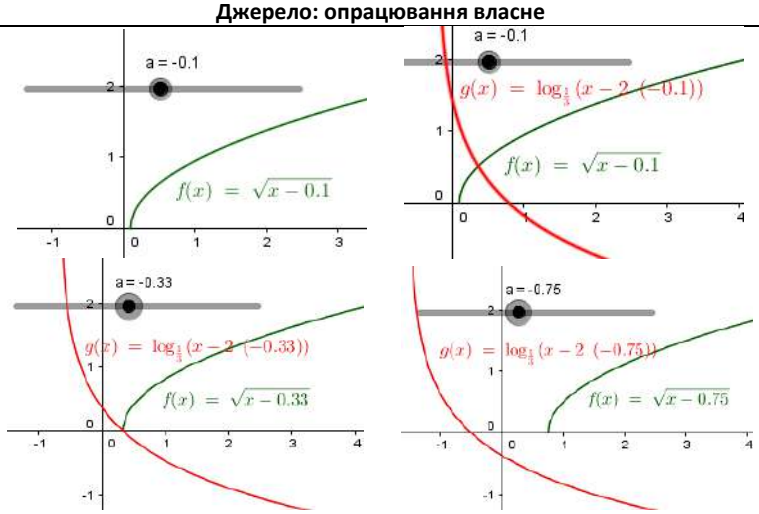
Рис. 1. Графіки функцій. Джерело: опрацювання власне

Приклад 2. Скільки розв'язків залежно від значень параметра *a* має рівняння (див. Рис. 2-3 Таблиці 5).

$$\sqrt{x+a}=\log_{\frac{1}{3}}(x-2a)? \quad (4)$$

Таблиця 5

Вказівки до розв'язування завдання для індивідуальної та групової роботи в процесі дослідницького навчання учнів

Вказівки до розв'язування: Введемо заміну (4): $t=x-2a$, $\sqrt{t+3a}=\log_{\frac{1}{3}} t$ Отже, якщо $a\geq -\frac{1}{3}$, то рівняння має один корінь; якщо $a<-\frac{1}{3}$, то рівняння не має розв'язків (див. рис. 2).	 **Рис. 2. Графічне зображення – залежність від значень параметра *a* Джерело: опрацювання власне**
Правило-орієнтир (див. рис. 3): 1. Створити повзунок для параметра *a* з інтервалом від –5 до 5 та приростом 0.01. 2. Побудувати графік функції $y=\sqrt{x+a}$. В рядок формул записати функцію *y = sqrt(x + a)*. 3. Побудувати графік функції $y=\log_{\frac{1}{3}}(x-2a)$. В рядок формул – функцію *y = log(1/3, x–2a)*. 4. Із зміною значення параметра *a* змінюються відповідні положення значень функцій.	 **Рис. 3. Правило-орієнтир – залежність від значень параметра *a* Джерело: опрацювання власне**

Приклад 3. Знайти всі значення параметра *a,* за яких система рівнянь (5) має розв'язки (Рис. 4-5 Таблиці 6).

$$\begin{cases} y^2-x^2-2x+4y+3=0, \\ x=a+\sqrt{y} \end{cases} \quad (5)$$

Таблиця 6

Вказівки до розв'язування завдання для індивідуальної та групової роботи в процесі дослідницького навчання учнів

Вказівки до розв'язування (5): $y=(x-a)^2$, $x\geq a$.

Залежність представляє собою сімейство напівпарабол, які *«ковзають»* вершинами вздовж осі абсцис, причому розглядається лише права вітка. Розкладання на прості множники:

$$y^2-x^2-2x+4y+3=(y^2+4y+4)-(x^2+2x+1)=(y+x+3)(y-x+1)$$

$y=-x-3$, $y=x-1$.

При яких значеннях параметра *a* сімейство напівпарабол має з однією зі знайдених прямих хоча б одну спільну точку (див. рис.4)? Якщо вершини сімейства напівпарабол знаходяться правіше від точки *A*, але лівіше від точки *B* (положення точки *B* відповідає положенню вершини в момент дотику напівпараболи з прямою $y=x-1$), то розглянуті графіки функцій спільних точок не мають. Якщо вершина розташована в точці *A*, тоді очевидно $a=-3$.

Розглянемо систему:

$$\begin{cases} y=x-1, \\ y=(x-a)^2 \end{cases} \Rightarrow x-1=(x-a)^2.$$

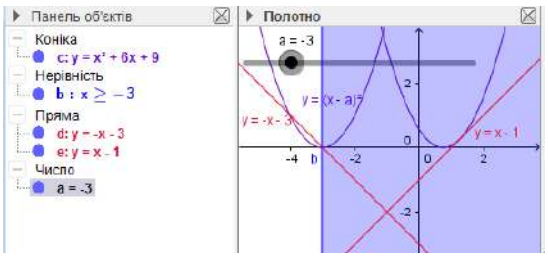


Рис. 4. Графічне зображення – залежність значень від параметра *a*. Джерело: опрацювання власне

Отже, система (5) не має розв'язків за умови, якщо $-3 < a < \frac{3}{4}$ та має розв'язки за умови: $a \le -3$, або $a \ge \frac{3}{4}$ (див. Рис.4).

Правило-орієнтир (див. Рис. 5.1-5.2):

1. Створити повзунок для параметра *a* з інтервалом від –5 до 5 та приростом 0.01.
2. Побудувати графік функції $y = (x-a)^2$ за умови, якщо $x \ge a$. В рядок формул записати функцію: *y = (x-a)^2.*
3. Задати область визначення: $x \ge a$.
4. Будуємо графіки функцій $y = -x - 3$, $y = x - 1$. В рядок формул записати задані функції.
5. Із зміною значення параметра *a* змінюється відповідне положення параболи.

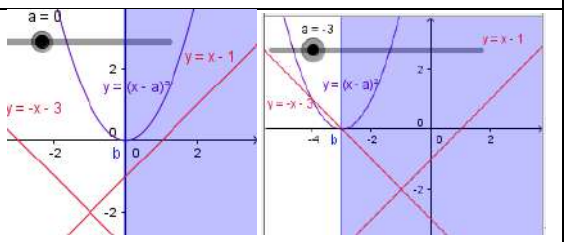


Рис. 5.1

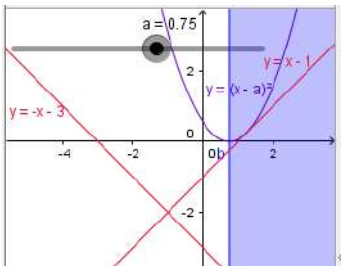


Рис. 5.2. Правило-орієнтир – залежність значень від параметра *a*. Джерело: опрацювання власне

Приклад 4. Знайти найменше значення *c*, за якого система (6) має один розв'язок (див. Рис. 6 Таблиці 7).

$$\begin{cases} \left(x - c\sqrt{3}\right)^2 + y^2 - 2y = 0, \\ \sqrt{3}|x| - y = 4 \end{cases} \quad (6)$$

Таблиця 7

Вказівки до розв'язування завдання для індивідуальної та групової роботи в процесі дослідницького навчання учнів

Вказівки до розв'язування: $(x - c\sqrt{3})^2 + (y-1)^2 = 1$

Побудуємо графік функції $y = \sqrt{3}|x| - 4$ (див. Рис.6).

Оскільки в умові задачі зазначено, що значення *c* повинно бути найменшим, то з чотирьох кіл потрібно вибрати те, абсциса центру якого має найменше значення. Йдеться про коло з центром в точці O_1.

$|c\sqrt{3}| = AP + AO = AP + \frac{4}{\sqrt{3}}$; $|c\sqrt{3}| = \sqrt{3} + \frac{4}{\sqrt{3}}$.

Оскільки положенню центра кола з центром O_1 відповідає $c < 0$, то $c = -\frac{7}{3}$

Правило-орієнтир (див. Рис.6):

1. Створити повзунок для параметра *c* з інтервалом від –20 до 20 та приростом 0.05.
2. Побудувати рівняння кола $(x - c\sqrt{3})^2 + (y-1)^2 = 1$. В рядок формул записати: *(x – c sqrt(3))² + (y – 1)² = 1.*
3. Побудувати графік рівняння $y = \sqrt{3}|x| - 4$. В рядок формул записати функцію: *y = sqrt(3) abs(x) – 4.*
4. Із зміною значення параметра *c* змінюється відповідне положення кола.

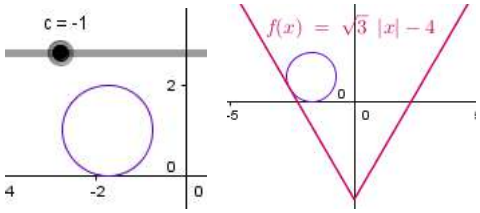


Рис. 6.1. Правило-орієнтир – залежність значень від параметра *c*.

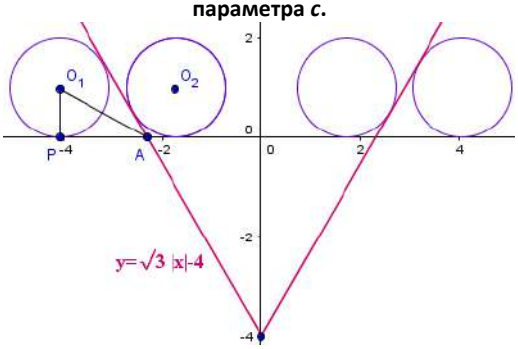


Рис. 6.2. Правило-орієнтир – залежність значень від параметра *c*. Джерело: опрацювання власне

СДМ GeoGebra як засіб навчання математичному моделюванню. Побудову геометричних об'єктів використовують в процесі формулювання *динамічних дослідницьких задач (як мету)*, причому будь-яка *нединамічна задача* може бути динамізована *(як засіб)* (Гриб'юк, 2014). З використанням СДМ *GeoGebra* для здійснення динамізації передбачається два інструменти: інструмент *«Переміщувати»*, з використанням якого можна виконувати переміщення точок відповідного креслення-моделі, що визначають положення і форму зображень геометричної фігури та її компонентів; інструмент *«Повзунок»*, з використанням якого можна змінювати параметри моделі. На даному етапі пропонуються типові запитання і завдання: кути $\angle\alpha$, $\angle\beta$ – суміжні, причому $\beta - \alpha = \lambda$. Необхідно задати три різноманітні значення λ. Виконайте переміщення точки на кресленні та отримаєте відповідно кути $\angle\alpha$, і $\angle\beta$, для яких

$\beta - \alpha = \lambda$. Обчислити градусні міри кутів $\angle\alpha$, і $\angle\beta$. З використанням динамічної моделі необхідно виконати дослідження взаємного розташування бісектрис вертикальних кутів. Зобразити результати у графічній формі.

З використанням інструменту *«Повзунок»* учні виокремлюють інваріантні і варіативні компоненти відповідної моделі. Наприклад, учням пропонується *знайти найменшу кількість променів, проведених через дану точку площини (промені проведені таким чином, щоб усі кути, утворені сусідніми променями, були гострими). Увага – будь-яка точка площини повинна належати гострому куту. Інваріантною компонентою є значення кута (гострий), а варіативною – кількість променів.*

З використанням *GeoGebra* можливе створення технічно складних креслень: проекційних зображень стереометричних фігур, розгорток просторових поверхонь, а також віртуальних лабораторій із врахуванням міжпредметних зв'язків, системи задач із використанням готових креслень, візуалізацій процесу їх вирішення і ін. Такі креслення у вигляді файлів *GeoGebra* або аплетів можна виконати самостійно (див. рис. 1-13), або скористатися колекцією готових моделей (Гриб'юк, 2019а). Нижче розглядаються приклади розрахунково-графічних робіт (РГР) (Таблиця 8).

Таблиця 8

Завдання до розрахунково-графічних робіт (РГР) та зразки їх виконання

Виконати зображення комбінації многогранника з тілом обертання та навести побудови цього зображення:	***Зразок виконання РГР. Тема: Конус, вписаний у правильну чотирикутну піраміду***
1. Правильна шестикутна піраміда, вписана в кулю. 2. Правильна чотирикутна призма, вписана в кулю. 3. Правильна трикутна призма, описана навколо кулі. 4. Правильна шестикутна піраміда, описана навколо кулі. 5. Циліндр, описаний навколо правильної трикутної призми. 6. Циліндр, вписаний у правильну шестикутну призму. 7. Конус, описаний навколо правильної чотирикутної піраміди. 8. Конус, вписаний у правильну трикутну піраміду. 9. Куля, вписана в конус. 10. Куля, вписана в циліндр. 11. Куля, описана навколо конуса. 12. Куля, описана навколо циліндра.	**Правило-орієнтир** 1. Зображаємо конус. 2. Навколо основи конуса описуємо основу піраміди (правильний чотирикутник). 3. Вершини основи призми сполучаємо з вершиною конуса. ***Зразок виконання РГР. Тема: Правильна трикутна піраміда, вписана в кулю*** **Правило-орієнтир** 1. Зображаємо кулю, її верхній полюс *(N)* і нижній переріз. 2. Вписуємо в нижній переріз основу піраміди (правильний трикутник). 3. Сполучаємо верхній полюс кулі з вершинами основи.
Схема розв'язання стереометричних задач **1. Обґрунтувати елементи, що визначають задані фігури:** а) форма і розміщення перерізів; б) положення висот; в) положення медіан; г) положення бісектрис та інше. **2. Обґрунтувати, що позначено правильно:** а) кути в просторі *(кут між прямою і площиною (кут нахилу прямої до площини), лінійні кути двогранних кутів);* б) відстані в просторі *(між прямими, між прямою і площиною, між площинами, між гранями та ін.).* **3. Пояснити:** а) взаємне розміщення елементів фігур, що входять до комбінації фігур і не випливають із відповідних означень; б) додаткові побудови, якщо вони виконувалися; в) положення та елементи фігури обертання. **4. На кожному етапі розв'язування вказувати:** а) із якого саме трикутника визначаються елементи; б) обґрунтувати, який саме трикутник розглядається в процесі дослідження.	

Зразок виконання РГР розглядається нижче. **Задача.** У циліндр вписано паралелепіпед зі стороною основи *a.* Діагональ паралелепіпеда нахилена до площини основи під кутом α, а з бічною гранню, яка проходить через сторону *a*, утворює кут β. Визначити площу бічної поверхні циліндра (Таблиця 9).

Дано: комбінація циліндра і паралелепіпеда $ABCDA_1B_1C_1D_1$, $AD = a$, $\angle B_1DB = \alpha$, $\angle B_1DA_1 = \beta$.

Знайти: $S_{\text{біч.п.}}$

Розв'язання: І спосіб: Вводимо прямокутну систему координат. Позначимо $BB_1 = h$, $DC = y$.

Тоді $\vec{AB_1}(a,o,h)$, $\vec{BD}(a,y,o)$, $\vec{BD_1}(a,y,h)$.

$$\cos\alpha = \frac{a^2 + y^2 + h\cdot 0}{\sqrt{a^2+y^2+h^2}\cdot\sqrt{a^2+y^2+0^2}},\ \cos\beta = \frac{a^2+0\cdot y+h^2}{\sqrt{a^2+0^2+h^2}\cdot\sqrt{a^2+y^2+h^2}},\ \frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = \frac{\sqrt{a^2+y^2}}{\sqrt{a^2+h^2}}.$$

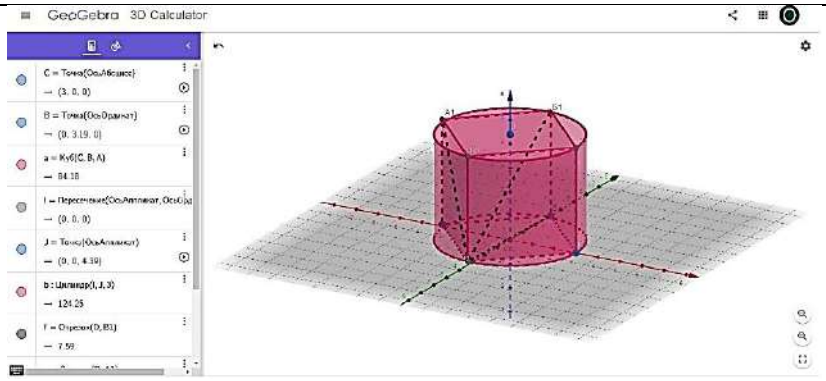
З ΔBDD_1: $h = \left|\vec{BD}\right| tg\alpha$, $\vec{BD}^{\,2} = a^2 + y^2$.

$$\frac{\cos\alpha}{\cos\beta}=\frac{\left|\vec{BD}\right|}{\sqrt{a^2+\left|\vec{BD}\right|^2 tg^2\alpha}}$$

$$\left|\vec{BD}\right|^2=\frac{a^2\cos^2\alpha}{\cos^2\beta-\sin^2\alpha}=\frac{a^2\cos^2\alpha}{\cos(\alpha+\beta)\cos(\alpha-\beta)},\ S_{б.п.ц}=\frac{\pi a^2\sin 2\alpha}{2\cos(\alpha+\beta)\cos(\alpha-\beta)}.$$

Таблиця 9

Зразок завдання для індивідуальної та групової роботи в процесі дослідницького навчання учнів

Правило-орієнтир 1. Зображаємо прямокутний паралелепіпед. 2. Навколо основи паралелепіпеда описуємо основу циліндра. 3. Зображаємо циліндр.	 **Рис. 7. Джерело: опрацювання власне (https://www.geogebra.org/3d/rgtajnae)**

II спосіб:

I. Нехай $\angle B_1DB=\alpha$, $\angle A_1DB_1=\beta$.

B_1D – задана діагональ паралелепіпеда.

$BB_1\perp ABC$ за властивістю прямокутного паралелепіпеда, *DB* – проекція *B_1D* на *ABC.*

Отже, $\angle B_1DB=\alpha$ за умовою і означенням кута між прямою і площиною.

II. $A_1B_1\perp A_1D_1D$ за властивістю прямокутного паралелепіпеда, *A_1D* – проекція *B_1D* на *A_1D_1D.*

Отже, $\angle A_1DB_1=\beta$ за умовою і означенням кута між прямою і площиною.

Площу бічної поверхні визначимо з формули $S_{б.п.ц.}=\pi\cdot BD\cdot B_1B$. Нехай $B_1D=x$.

1. Δ *B_1BD:* $BD=B_1D\cdot\cos\alpha=x\cos\alpha$, $B_1B=B_1D\cdot\sin\alpha=x\sin\alpha$.

2. Δ *B_1A_1D:* $A_1D=B_1D\cdot\cos\beta=x\cos\beta$.

3. Δ *A_1AD:* $A_1D^2=A_1A^2+AD^2$.

$$(x\cos\beta)^2=(x\sin\beta)^2+a^2,\ x^2=\frac{a^2}{\cos(\alpha+\beta)\cos(\alpha-\beta)}.$$

$$BD=\frac{a\cos\alpha}{\sqrt{\cos(\alpha+\beta)\cos(\alpha-\beta)}},\ B_1B=\frac{a\sin\alpha}{\sqrt{\cos(\alpha+\beta)\cos(\alpha-\beta)}},\ S_{б.п.ц}=\frac{\pi a^2\sin 2\alpha}{2\cos(\alpha+\beta)\cos(\alpha-\beta)}.$$

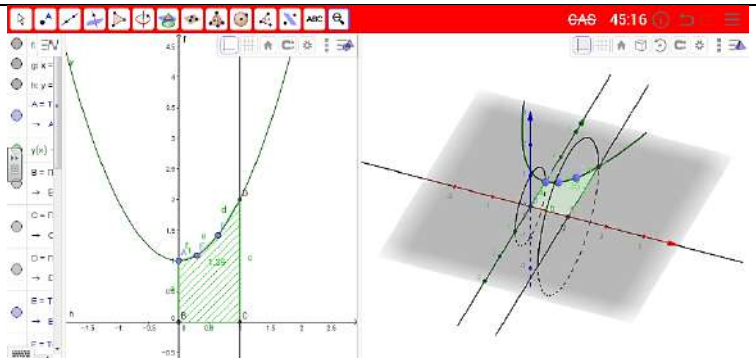
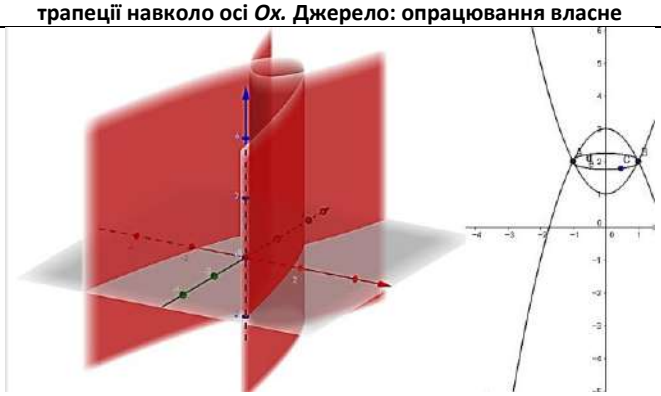
Розвиток в учнів правильного розуміння математики та відображення математичною наукою явищ і процесів реального світу є програмною вимогою в процесі навчання математики, в основу покладено моделювання (математичне і предметне). При навчанні математики визначаємо моделювання, як *узагальнене інтелектуальне вміння учнів, що полягає в заміні математичних об'єктів, їх співвідношень, способів діяльності моделями за допомогою відрізків, числових променів, схем.*

Для моделювання використовують різні математичні абстракції: числові формули, таблиці, формули, функції, рівняння та їх системи, нерівності, системи нерівностей, ряди, геометричні фігури, графосхеми, діаграми Венна, графи тощо. Математичне моделювання використовують при розв'язуванні багатьох прикладних, дослідницьких задач (Гриб'юк, 2010). Рівняння, складене за умовою задачі, є її алгебраїчною моделлю. Моделюванню, особливо алгебраїчному і аналітичному, необхідно приділити в школі належну увагу, оскільки математичні моделі використовуються при розв'язуванні дослідницьких задач (Таблиця 10).

Під час побудови моделі використовуємо порівняння, аналіз через синтез, класифікацію, узагальнення, що сприяють розвитку мислення. Побудова математичної моделі задачі готує учнів до моделювання реальних процесів і явищ (Таблиця 11). В процесі розв'язування дослідницьких задач використовують їх аналітичні моделі. Такою моделлю може бути функція, що описує явище чи процес, рівняння, система рівнянь, нерівність, система нерівностей, система рівнянь і нерівностей та ін. Набір конструктивних інструментів СДМ *GeoGebra* для виконання побудов планіметричних фігур вичерпний з точки зору постановки задачі формування в учнів навичок конструювання динамічних креслень із використанням основних навичок розв'язування задач на побудову за допомогою циркуля та лінійки (інструменти «*Циркуль*» та «*Пряма за двома точками», «Фіксований відрізок», «Кут заданої величини», «Центр або середина», «Серединний перпендикуляр» та ін.*). Безперечно, передбачена можливість вилучення з панелі інструментів зайвих *(на певному етапі розв'язування задачі)* інструментів та доповнити інструментальне полотно самостійно створеними інструментами (Гриб'юк, 2010; Гриб'юк, 2015).

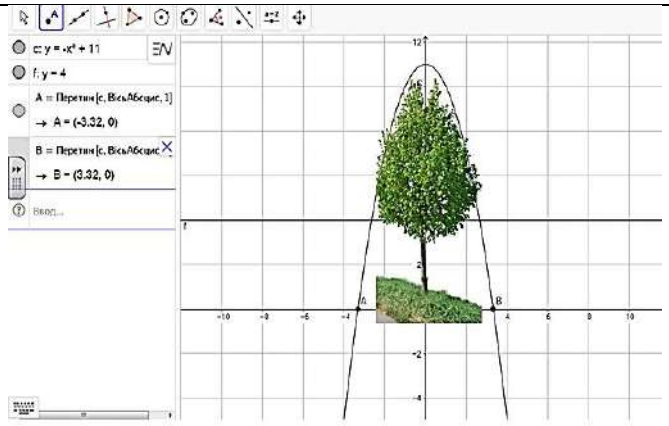
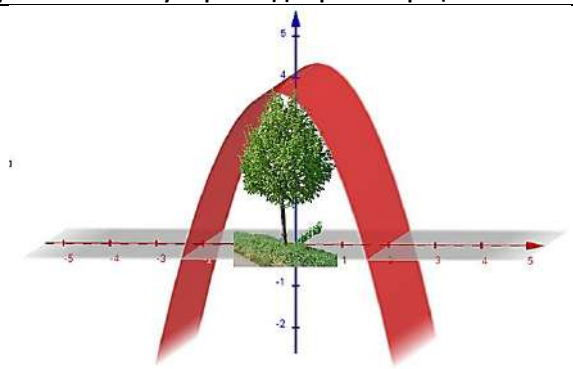
Таблиця 10

Завдання для індивідуальної та групової роботи в процесі дослідницького навчання учнів

 **Рис. 8. Обчислення об'єму тіла, утвореного обертанням криволінійної трапеції навколо осі *Ox*. Джерело: опрацювання власне**	1. Обчислити об'єм тіла, утвореного обертанням криволінійної трапеції, обмеженої лініями $y=1+x^2$, $x=0$, $x=1$, $y=0$, навколо осі *Ox*. 2. Скласти дослідницьку задачу та описати правило-орієнтир для її розв'язування. 3. Продемонструвати утворення тіла обертання для криволінійної трапеції (використати опцію СДМ *«Залишати слід»).*
 **Рис. 9. Обчислення об'єму тіла, утвореного обертанням фігури навколо осі *Oy*. Джерело: опрацювання власне**	1. Обчислити об'єм тіла, утвореного обертанням фігури, обмеженої лініями $y=3-x^2$, $y=x^2+1$, навколо осі *Oy*. 2. Скласти дослідницьку задачу з використанням методу математичного моделювання (МММ) та описати правило-орієнтир для її розв'язування. *Вказівки до розв'язування:* реалізація всіх етапів математичного моделювання в процесі розв'язування дослідницької задачі (див. Рис 9) розглядається на конкретних прикладах, запропонованих у дослідженні (Гриб'юк, 2010).

Таблиця 11

Завдання для індивідуальної та групової роботи в процесі дослідницького навчання учнів

 **Рис. 10. Моделювання параметрів крони дерева у насадженнях в умовах лісостепу України. Джерело: опрацювання власне**	**Матеріали для бесіди**: *Кронам дерев належать важливі екологічні функції (шумопоглинача, оздоровчі, оптимізатора мікроклімату, природничого фільтра). Листя та задерев'янілі пагони є компонентами крони, що формують асиміляційний апарат дерева, який в процесі фотосинтезу нагромаджує органічну масу за рахунок депонування та акумулювання вуглецю, виділяючи кисень в атмосферу. У літній день 1га лісу поглинає 220-275 кг CO_2, створюючи при цьому 120-150 кг нової сухої фітомаси, відповідно виділяє 180-215 кг кисню. Крона дерева становить 20-25% від загальної фітомаси дерева.* **Обчислити об'єм крони дерева.** Скласти дослідницьку задачу та описати правило-орієнтир для її розв'язування.
 **Рис. 11. Вказівки до розв'язування задачі. Моделювання параметрів крони дерева у насадженнях в умовах лісостепу України. Джерело: опрацювання власне**	1. Скласти дослідницьку задачу та описати правило-орієнтир для її розв'язування з використанням: а) методу від супротивного; б) методу аналогії; в) методу варіації; г) методу універсальності; д) методу використання фундаментальних законів природи, фізики, біології, розвитку суспільства. 2. Результати дослідження необхідно продемонструвати з врахуванням методу Сократа.

Процес створення інструментів в СДМ *GeoGebra* легко засвоюється учнями та вчителями. Необхідно попередньо побудувати динамічне креслення об'єкта з бібліотеки (рівнобедрений трикутник, прямокутний трикутник, паралелограм, прямокутник, трапеція та ін.), а потім з використанням функціоналу «Інструменти» обрати функцію «Створити інструмент». В діалоговому вікні виконати три кроки: 1) вказати вихідний об'єкт; 2) вказати характеристичний набір вхідних об'єктів; 3) прописати назву нового інструменту та правило-орієнтир для можливості подальшого його використання (обрати необхідну іконку). В процесі побудови рівностороннього трикутника передбачено використання набору інструментів: *1) Коло з центром і точкою, Переріз об'єктів, Многокутник; 2) Точка, Поворот навколо точки, Многокутник; 3) Коло з центром і радіусом, Дотична, Промінь, Переріз об'єктів, Многокутник* (Гриб'юк, 2014).

Для перевірки результатів розв'язування дослідницької задачі та побудови в *GeoGebra* передбачена можливість виведення на екран монітора протоколу. Додаткові елементи побудови можна вилучити з креслення, або змінити стиль подання моделі. Такі можливості важливі для підтримки розвитку математичного сприймання, з використанням яких учні можуть концентрувати увагу лише на вагомих елементах та видозмінювати набір інструментів та функціоналу в процесі розвитку ідеї задачі та розв'язування дослідницької задачі. Рекомендується акцентувати увагу учнів на довільно заданих елементах креслення (функціональні залежності, надбудови, добудови та ін.) завдяки використанню кольорової візуалізації моделей.

В процесі навчання шкільного курсу геометрії в рамках дослідження (Гриб'юк, 2019а) з використанням комп'ютеризованої геометричної системи виокремлюємо три види моделей: *інтуїтивна модель* – ґрунтується на суб'єктивному досвіду учнів; *теоретична модель* – сформульована і доведена з використанням дедуктивного методу; *динамічна модель* – створена з використанням комп'ютеризованої динамічної математичної системи.

Використання індивідуальних творчих завдань в процесі дослідницького навчання учнів математики.

Із врахуванням розвитку дослідницького мислення учнів ускладнюються ситуації, за яких учні можуть відмовитися від реального експериментування з використанням матеріальних і комп'ютерних моделей математичних об'єктів і перейти до мисленнєвого експериментування (канторівський тип). Рекомендується використовувати систему динамічної математики *GeoGebra*, суміщаючи при цьому введення геометричних понять з їх наочною візуалізацією в процесі засвоєння відповідних операцій під час виконання креслень. Наприклад, в класі учні працюють з використанням локальної версії *GeoGebra*. Кожен школяр виконує індивідуальне творче завдання (див. рис. 13-16 Таблиці 12). Результатами роботи учні обмінюються з використанням дошки *Padlet (*https://padlet.com/dashboard*). Навчальні предмети:* Математика, алгебра, геометрія (планіметрія, стереометрія), креслення, інформатика (основи інформатики). *Багатофункціональність:* використовується в процесі навчання предметів математичного циклу (5-9 класи, 8-11 класи).

Мета: розвиток просторового та образного мислення учня; формування в учнів інтересу до виконання креслень; формування знань основних стандартів виконання креслень; формування вміння охайно виконувати геометричні побудови; ефективно виконувати креслення шляхом добору необхідного і достатньої кількості зображень під час виконання креслень. Приклади завдань наводяться нижче (див. Таблицю 12).

Таблиця 12

Картки для виконання учнями завдань реконструктивного та творчого характеру в процесі дослідницького навчання предметів математичного циклу

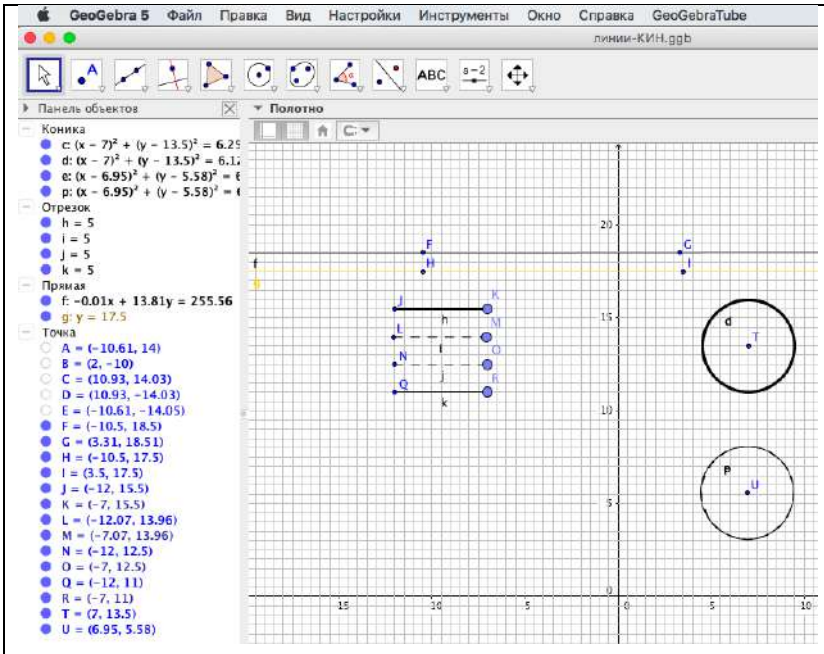


Рис. 13. Правила оформлення креслень. Джерело: опрацювання власне

Тема: Правила оформлення креслень Завдання 1 (рис. 14):

1. Описати правила оформлення геометричних креслень.
2. Виконати геометричні побудови.
3. Описати властивості об'єктів креслення.
4. Перерахувати елементарні графічні операції в СДМ *GeoGebra.*
5. Описати загальні принципи та прийоми побудови комплексного креслення.
6. Описати правило-орієнтир виконання 3D-моделювання.
7. Побудувати переріз. Описати загальні принципи та прийоми виконання завдання.

Вказівки до розв'язування: ґрунтовні приклади виконання розрахунково-графічних робіт розглядаються у дослідженні (Гриб'юк, 2019а).

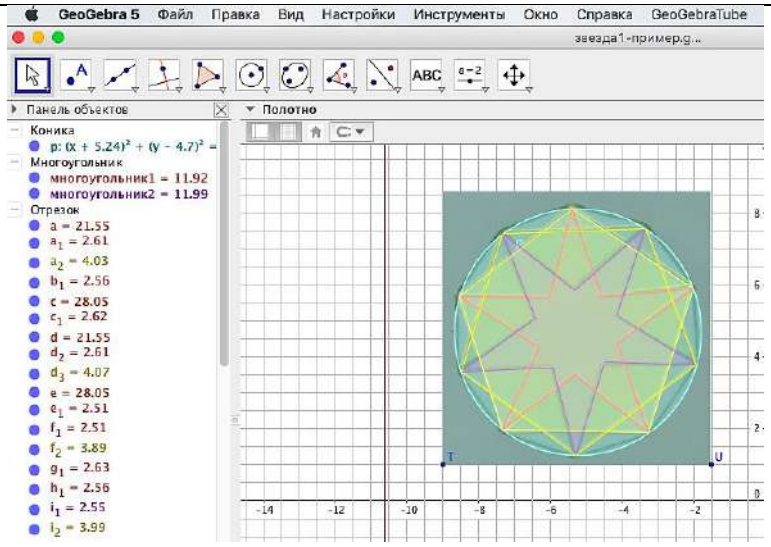


Рис. 14. Многокутники. Властивості ліній і фігур. Джерело: опрацювання власне

Тема: Многокутники. Властивості ліній і фігур.
Завдання 2 (рис.15):
1. Описати правила оформлення геометричних креслень.
2. Виконати геометричні побудови.
3. Описати властивості об'єктів креслення.
4. Перерахувати елементарні графічні операції в СДМ *GeoGebra.*
5. Описати загальні принципи та прийоми побудови комплексного креслення.
6. Описати правило-орієнтир виконання 3D-моделювання.
7. Побудувати переріз. Описати загальні принципи та прийоми виконання.

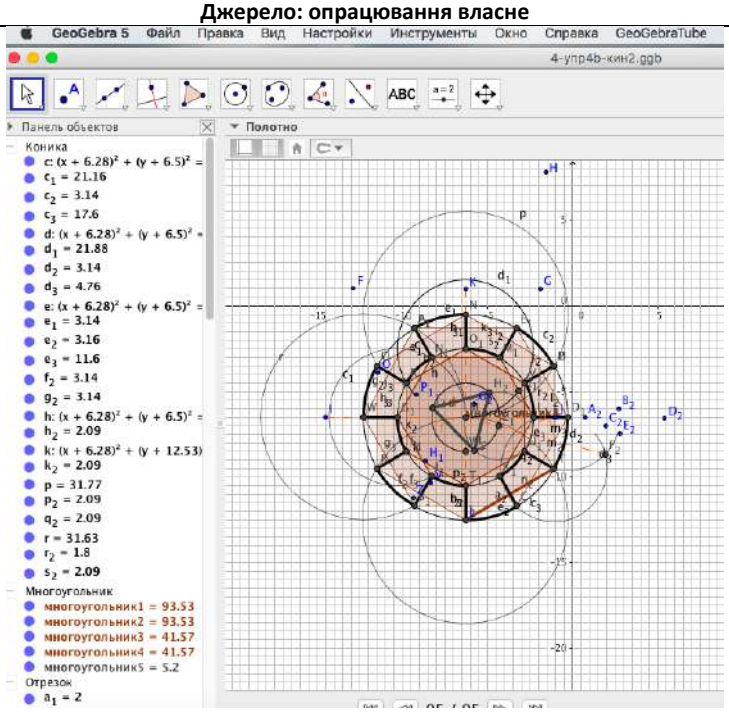


Рис. 15. Креслення плоскої деталі. Поділ кола на частини. Джерело: опрацювання власне

Тема: Креслення плоскої деталі. Поділ кола на частини.
Завдання 3 (рис.16):
1. Описати правила оформлення геометричних креслень.
2. Виконати геометричні побудови.
3. Описати властивості об'єктів креслення.
4. Перерахувати елементарні графічні операції в СДМ *GeoGebra.*
5. Описати загальні принципи та прийоми побудови комплексного креслення.
6. Описати правило-орієнтир виконання 3D-моделювання.
7. Побудувати переріз. Описати загальні принципи та прийоми виконання.

Вказівки до розв'язування: ґрунтовні приклади виконання розрахунково-графічних робіт (в т.ч. із використанням МММ) розглядаються у дослідженні (Гриб'юк, 2019а).

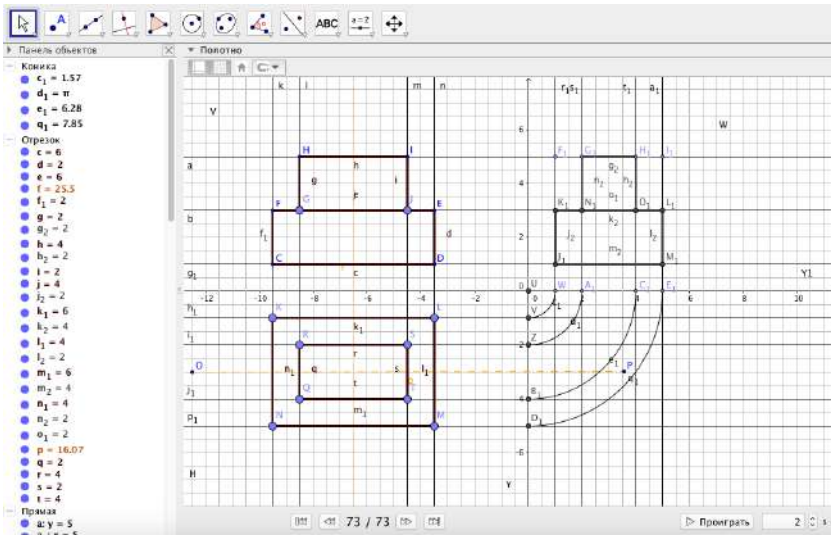


Рис. 16. Комплексне креслення. Джерело: опрацювання власне

Тема: Комплексне креслення.
Завдання 4 (рис. 17):
1. Описати правила оформлення геометричних креслень.
2. Виконати геометричні побудови.
3. Описати властивості об'єктів креслення.
4. Перерахувати елементарні графічні операції в СДМ *GeoGebra.*
5. Описати загальні принципи та прийоми побудови комплексного креслення.
6. Описати правило-орієнтир виконання 3D-моделювання.
7. Побудувати переріз. Описати загальні принципи та прийоми виконання.

Процес створення креслень, який потребує додаткових знань та вмінь, ефективної реалізації міжпредметних зв'язків у навчанні математики, перетворюється на дослідницьку задачу, яка вирішується учнями за наявності експертної підтримки з боку вчителя в позаурочний час (Гриб'юк, 2010). Безперечно, готові креслення потрібно використовувати на уроках в обмеженому об'ємі, оскільки вони підміняють процес дослідницького мислення учнів безпосередніми спостереженнями за поведінкою моделі.

ОБГОВОРЕННЯ

Чи можна уявити хірурга під час оперативного втручання без скальпеля, або стверджувати, що цей інструмент не має значення в ефективній лікарській практиці? Вчителі теж мають професійно, ефективно і результативно, педагогічно виважено і методично вмотивовано використовувати усі можливі інструменти для підвищення інтелектуального рівня і мотивації школярів, покращення рівня дослідницького навчання та математичного виховання учнів. Процес розвитку інтелектуального та гнучкого навчання учнів із використанням СДМ триває досі та їх можливості зростають. Не можна заперечувати актуальність використання традиційних технологій навчання.

Поліаспектність дослідницького навчання учнів з використанням компонентів КОМСДН (в т.ч. комп'ютерного моделювання) поєднує інформаційний, психологічний і дидактичний аспекти. Під *інформаційним аспектом* розуміється: можливість отримання нових відомостей; реалізацію добору навчального матеріалу та інших відомостей; розвиток інформаційної культури учнів.

Психологічний аспект реалізації можливостей використання компонентів КОМСДН (в т.ч. комп'ютерного моделювання) в процесі навчання учнів відображає: особливий характер взаємовідносин учня з навколишнім середовищем із врахуванням добору варіативного підходу щодо побудови учбової діяльності; широку можливості реалізації індивідуального підходу під час навчально-виховного процесу; вплив на пізнавальну обізнаність школярів; психічні особливості сприйняття, пам'яті, мислення, уяви; нові можливості комунікативної організації дослідницького навчання.

Дидактичний аспект щодо використання окремих компонентів КОМСДН (в т.ч. комп'ютерних моделей) в школі полягає в тому, що з'являється можливість: реалізовувати основні дидактичні принципи навчання; використовувати різноманітні форми організації навчально-виховного процесу; розробляти і реалізовувати цілі дослідницького навчання; добирати зміст навчального матеріалу у відповідності з доцільністю та педагогічно виваженим використанням комп'ютерних моделей; отримати нові результати навчання учнів.

Переваги використання комп'ютерного моделювання: вільнопоширюване і доступне у використанні; можливе проектування і створення об'єктів, які в реальних умовах неможливі (не існують); можливе прогнозування результатів експериментів; знаходження оптимальної форми і конструкції без створення пробних деталей; експериментування без ризику для здоров'я людини та навколишнього середовища; можливість огляду об'єкта з різної перспективи. *Недоліки використання комп'ютерного моделювання* полягають у помилковому твердженні про те, що з використанням моделювання можна якісно виявити нові явища, оскільки потрібне підтвердження в реальних умовах і в реальних експериментах. Модельний аналіз зменшує можливі пояснення.

У дослідженні знайдені кореляції між показниками переваги у ставленні учнів до використання окремих інформаційних ресурсів і рівнями інтелектуального розвитку учнів для окремих груп інформаційних ресурсів. Параметри використовуються для здійснення коригування методики дослідницького навчання з метою педагогічно доцільного та методично вмотивованого добору навчальних ресурсів для мінімізації протиріч з врахуванням рівнів інтелектуального розвитку учнів, характерними для конкретної групи учнів (класу) (Гриб'юк. 2020). Результати експериментального дослідження із використанням компонентів КОМСДН в контексті вивчення особистісних параметрів загальних і спеціальних здібностей учнів виявилися значущими на рівні достовірності ($p \leq 0,05$) (Гриб'юк, 2020).

Серед усіх моделей навчання в закладах загальної середньої освіти виокремлюється дослідницьке навчання, що дозволяє використовувати накопичений позитивний досвід здійснення традиційного навчання, доповнюючи його сучасними технологічними інноваціями. Вчителі підтримують відносини з кожним учнем в процесі дослідницького навчання з використанням компонентів КОМСДН, намагаючись уникати асиметрії. Всі учасники навчально-виховного процесу обмінюються ідеями, а вчитель координує автономію учнів. В результаті учні долають труднощі, в тому числі на психологічному рівні (наприклад, невпевненість у собі). Обов'язковою умовою є заохочення відкритості з боку школярів, тому успішність дослідницького навчання вимагає присутності вчителя, інакше співпрацю учнів без наставника не можна називати навчанням (Гриб'юк, 2019с). Психологічне забезпечення такого навчання включає наступні компоненти: обговорення творчої уяви учнів у практичній і творчій діяльності; створення комфортної, доброзичливої атмосфери на заняттях; застосування індивідуальних, групових форм навчання; розвиток комунікативних навичок учнів; розвиток інтелектуального рівня школярів; формування знань учнів на різних психологічних рівнях (Гриб'юк, 2019а).

Аналіз результатів експериментального дослідження дає підстави стверджувати, що в режимі дослідницького навчання (з участю вчителя) моральна, психологічна підтримка важливіша, наприклад для слабких учнів, ніж необхідність пояснення теоретичного матеріалу курсу. Перевагою дослідницького навчання є можливість вчителів взаємодіяти з кожним учнями в ході розв'язування дослідницьких завдань і заохочувати співробітництво між окремими учнями (в разі потреби). Безперечно, експеримент, в тому числі науковий експеримент є важливим засобом наукового пізнання. З використанням КОМСДН за участі вчителя та учнів, в тому числі з педагогічно виваженим використанням компонентів КОМСДН, долається психологічний бар'єр між вчителем і учнем, що підтверджує пріоритетну участь учня в навчанні і ґрунтовне розуміння предметів математичного циклу в теоретичному і практичному аспектах.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

В свідомості учнів виникає так званий *когнітивний дисонанс, своєрідний «експериментально-теоретичний розрив»*. Йдеться про зниження мотивації до дедуктивного доведення, знижується зацікавленість теоретичним пошуком. Безперечно, використання комп'ютерних досліджень та експериментів в процесі навчання математики в школі має бути

педагогічно виваженим та методично вмотивованим. Вчитель повинен формулювати дослідницьку задачу таким чином, щоб *розумова діяльність учня не могла підмінятись комп'ютером*. Відповідно, використання СДМ Geogebra сприяло інтелектуальному розвитку учнів, про що свідчать результати експериментального дослідження (Гриб'юк, 2020).

Існування позитивних і негативних моментів різних форм традиційного навчання, демонстрація тісної інтеграції між різними видами діяльності в класі з використанням КОМСДН доводить необхідність розвитку відносин між школярами (за підтримки вчителя) в класі. Крім того, вчитель виступає в ролі посередника для проведення семінарів, лекцій, уроків із врахування психолого-педагогічних особливостей учнів, стимулює участь учнів в обговореннях, в наукових форумах і конференціях. З метою підтримки різних потреб учнів вчитель використовує дослідницькі завдання, відповідні форми роботи в рамках дослідницького навчання математики. Результати експериментів доводять, що в процесі дослідницького навчання школярі займаються активніше та з більшою цікавістю, в тому числі ефективніше виконують лабораторні практикуми, розв'язують дослідницькі задачі, розрахунково-графічні роботи (Гриб'юк, 2017; Гриб'юк, 2019). Але найскладніші завдання учні вирішують в класі з обов'язковою допомогою вчителя. В процесі дослідницького навчання учнів математики використання СДМ Geogebra і компонентів КОМСДН в навчальному процесі сприяє доповненню дедуктивно-абстрактного аналітичного підходу синтетичним методом пояснення навчального матеріалу, сприяє розвитку збалансованої взаємодії лівої і правої півкуль головного мозку в процесі розв'язування математичних задач.

Планується подальше уточнення окремих компонентів КОМСДН учнів предметів природничо-математичного циклу, що відповідають контексту педагогічних завдань профільної школи, з метою підвищення ефективності процесу навчання предметів природничо-математичного циклу у школі та забезпечення інтелектуального розвитку учнів.

Список використаних джерел

1. Беспалько В.П. *Образование и обучение с участием компьютеров (педагогика третьего тысячелетия).* М.: Изд-во Моск. психол.-социал. ин-та ; Воронеж: МОДЭК, 2002. 352 с.
2. Blomhoj M., Jensen T.H. Developing mathematical modelling competence. *Conceptual clarification and educational planning, Teaching Mathematics and its applications*, 2003. 22 (3). P. 123–139.
3. Гриб'юк О. О. *Дослідницьке навчання учнів предметів природничо-математичного циклу з використанням комп'ютерно орієнтованих методичних систем:* монографія. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова, 2019a.
4. Hrybiuk O. Problems of expert evaluation in terms of the use of variative models of a computer-oriented learning environment of mathematical and natural science disciplines in schools. *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Seria: Organizacja i Zarządzanie, Zeszyt Nr 79,* Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej (WPP), 2019b, 101-119. ISSN 0239-9415.
5. Гриб'юк О.О. Перспективи впровадження варіативних моделей комп'ютерно орієнтованого середовища навчання предметів природничо-математичного циклу у загальноосвітніх навчальних закладах України. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна* / редкол.: П.С. Атаманчук (голова, наук. ред.). Випуск 22: Дидактичні механізми дієвого формування компетентнісних якостей майбутніх фахівців фізико-технологічних спеціальностей, Кам'янець-Подільський. Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2016. С. 184-190.
6. Гриб'юк О.О. *Математичне моделювання при навчанні дисциплін математичного та хіміко-біологічного циклів:* навчально-методичний посібник для учителів. Рівне: РДГУ, 2010. 207 с.
7. Hrybiuk O. Mathematical modeling as a means and method of problem solving in teaching subjects of branches of mathematics, biology and chemistry. *Proceedings of the First International conference on Eurasian scientific development. «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH*. Vienna. 2014. P. 46-53.
8. Гриб'юк О.О. Психолого-педагогічні вимоги до комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики в контексті підвищення якості освіти. *Гуманітарний вісник ДВНЗ «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Григорія Сковороди»*. Додаток 1 до Вип. 31, Том IV (46): Тематичний випуск «Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору». Київ: Гнозис, 2013. С. 110-123.
9. Гриб'юк О.О. Вплив інформаційно-комунікаційних технологій на психофізіологічний розвиток молодого покоління. *"Science", the European Association of pedagogues and psychologists. International scientific-practical conference of teachers and psychologists "Science of future": materials of proceedings of the International Scientific and Practical Congress. Prague (Czech Republic), the 5th of March, 2014.* Publishing Center of the European Association of pedagogues and psychologists "Science", Prague, 2014, Vol.1. 276 p. P. 190-207.
10. Hrybiuk O. *Improvement of the Educational Process by the Creation of Centers for Intellectual Development and Scientific and Technical Creativity:* Hamrol A., Kujawińska A., Barraza M. (eds) Advances in Manufacturing II. MANUFACTURING 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering, 2019c.: 370-382. Springer, Cham Online.
11. Гриб'юк О.О. Педагогічне проектування комп'ютерно орієнтованого середовища навчання дисциплін природничо-математичного циклу. *Наукові записки. Випуск 7. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 3.* Кіровоград.: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. С. 38–50.
12. Гриб'юк О.О. Рівнева модель дослідницького навчання учнів математики з використанням комп'ютерно орієнтованої методичної системи. *Інформаційні технології і засоби навчання,* 2020. Том 77. № 3. С. 39-65.
13. Жалдак М.І. Педагогічний потенціал комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики. *Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. Зб. наук. праць.* К.: НПУ імені М. П. Драгоманова. Вип. 7. 2003. С.3–16.
14. *Экспериментальная математика в школе. Исследовательское обучение:* коллективная монография. М.В. Шабанова, Р.П. Овчинникова, А.В. Ястребов и др. М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2016. 300 с.
15. Takači D., Stankov G. and Milanovic I. Efficiency of learning environment using GeoGebra when calculus contents are learned in collaborative groups. *Comput. Educ.* 82, 2015. P. 421–431.
16. Семеніхіна О. *В.* Використання програми GeoGebra в дослідженні функціональних залежностей (на прикладі розв'язування задач на екстремум). *Комп'ютер у школі та сім'ї,* 2015. Вип. 6. С. 17-24.

17. Ястребов А.В. *Обучение математике в вузе как модель научных исследований:* монография. МОН РФ, ФГБОУ ВО «Ярославский государственный педагогический университет имени К. Д. Ушинского». Ярославль: Ярославский гос. пед. ун-т им. К. Д. Ушинского, 2017. 306 с.

References

1. Bespal'ko, V.P. (2002). *Obrazovanie i obuchenie s uchastiem komp'juterov (pedagogika tret'ego tysjacheletija) [Education and Learning Involving Computers (Pedagogy of the Third Millennium)].* M.: Izd-vo Mosk. psihol.-social. in-ta ; Voronezh: MODJeK [in Russian].
2. Blomhoj, M. & Jensen, T.H. (2003). Developing mathematical modelling competence: Conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and its applications,* 22 (3), 123–139 [in English].
3. Hrybiuk, O. O. (2019a). *Doslidnytske navchannia uchniv predmetiv pryrodnycho-matematychnoho tsyklu z vykorystanniam kompiuterno oriientovanykh metodychnykh system [Research Studying of Students of the Subjects of the Natural and Mathematical Cycle Using Computer-Oriented Methodological Systems]: monohrafiia.* Kyiv: NPU imeni M.P.Drahomanova [in Ukrainian].
4. Hrybiuk, O. (2019b). Problems of expert evaluation in terms of the use of variative models of a computer-oriented learning environment of mathematical and natural science disciplines in schools: *Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej. Seria: Organizacja i Zarządzanie,* Zeszyt Nr 79, pp. 101-119). Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej (WPP). ISSN 0239-9415 [in English].
5. Hrybiuk, O.O. (2016). Perspektyvy vprovadzhennia variatyvnykh modelei kompiuterno oriientovanoho seredovyshcha navchannia predmetiv pryrodnycho-matematychnoho tsyklu u zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladakh Ukrainy [Prospects of Introduction of Variational Models of Computer-Oriented Environment for Teaching Subjects of the Natural and Mathematical Cycle in Secondary Schools of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohiienka. Seriia pedahohichna. 22: Dydaktychni mekhanizmy diievoho formuvannia kompetentnisnykh yakostei maibutnikh fakhivtsiv fizyko-tekhnolohichnykh spetsialnostei, 184-190.* Kamianets-Podilskyi: Kamianets-Podilskyi natsionalnyi universytet imeni Ivana Ohiienka [in Ukrainian].
6. Hrybiuk, O.O. (2010). *Matematychne modeliuvannia pry navchanni dystsyplin matematychnoho ta khimiko-biolohichnoho tsykliv [Mathematical Modeling in the Teaching of the Disciplines of Mathematical and Chemical-Biological Cycles]:* navchalno-metodychnyi posibnyk dlia uchyteliv . Rivne: RDHU [in Ukrainian].
7. Hrybiuk, O. (2014). Mathematical modeling as a means and method of problem solving in teaching subjects of branches of mathematics, biology and chemistry. *Proceedings of the First International conference on Eurasian scientific development. «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education* GmbH. Vienna, 1-2, 46-53. [in English].
8. Hrybiuk, O.O. (2013). Psykholoho-pedahohichni vymohy do kompiuterno-oriientovanykh system navchannia matematyky v konteksti pidvyshchennia yakosti osvity [Psychological and Pedagogical Requirements for Computer-oriented Systems of Teaching Mathematics in the Context of Improving the Quality of Education]. *Humanitarnyi visnyk DVNZ «Pereiaslav-Khmelnytskyi derzhavnyi pedahohichnyi universytet imeni Hryhoriia Skovorody». Dodatok 1 do Vyp.31, Tom IV (46): Tematychnyi vypusk «Vyshcha osvita Ukrainy u konteksti intehratsii do yevropeiskoho osvitnoho prostoru»,* 110-123. Kyiv: Hnozys [in Ukrainian].
9. Hrybiuk, O.O. (2014). Vplyv informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii na psykhofiziolohichnyi rozvytok molodoho pokolinnia [The impact of information and communication technologies on the psychophysiological development of the younger generation]. *"Science", the European Association of pedagogues and psychologists. International scientific-practical conference of teachers and psychologists "Science of future": materials of proceedings of the International Scientific and Practical Congress. Prague (Czech Republic), the 5th of March, 2014.* Prague: Publishing Center of the European Association of pedagogues and psychologists "Science". Vol. 1. 190-207. [in Ukrainian].
10. Hrybiuk, O. (2019c). *Improvement of the Educational Process by the Creation of Centers for Intellectual Development and Scientific and Technical Creativity*: Hamrol A., Kujawińska A., Barraza M. (eds) Advances in Manufacturing II. MANUFACTURING 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering (pp. 370-382). Springer, Cham Online [in English].
11. Hrybiuk, O.O. (2015). Pedahohichne proektuvannia kompiuterno oriientovanoho seredovyshcha navchannia dystsyplin pryrodnycho-matematychnoho tsyklu [Pedagogical design of computer-based learning environment for natural sciences and mathematics]: *Naukovi zapysky. Vypusk 7. Seriia: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity. Chastyna 3.* Kirovohrad: RVV KDPU im. V. Vynnychenka, 38–50 [in Ukrainian].
12. Hrybiuk, O.O. (2020). *The Variativ Model for Research Training for Math Students using Computer-oriented Methodical System.* Information Technologies and Learning Tools. (Vol 77. No 3. pp. 39-65) [in Ukrainian].
13. Zhaldak, M.I. (2003). Pedahohichnyi potentsial kompiuterno-oriientovanykh system navchannia matematyky [Pedagogical potential of computer-oriented systems of teaching mathematics*. Computer-oriented systems of teaching: kompiuterno-oriientovani systemy navchannia: Zb. nauk. prats.* Vyp. 7. Kyiv: NPU imeni M. P. Drahomanova, 3–16 [in Ukrainian].
14. Shabanova, M.V., Ovchinnikova, R.P. & Jastrebov, A.V. (2016). *Jeksperimental'naja matematika v shkole Issledovatel'skoe obuchenie [Experimental mathematics at school. Research training]*: kollektivnaja monografija. M.: Izdatel'skij dom Akademii Estestvoznanija [in Russian].
15. Takači D., Stankov, G. & Milanovic, I. (2015). Efficiency of learning environment using GeoGebra when calculus contents are learned in collaborative groups. *Comput. Educ.,* 82, 421–431 [in English].
16. Semenikhina, O.V. (2015). Vykorystannia prohramy GeoGebra v doslidzhenni funktsionalnykh zalezhnostei (na prykladi rozviazuvannia zadach na ekstremum) [Using GeoGebra in the study of functional dependencies (on the example of solving problems to the extreme)]. *Kompiuter u shkoli ta simi – Computer at school and family*, 6, 17-24 [in Ukrainian].
17. Jastrebov, A. V. (2017). *Obuchenie matematike v vuze kak model' nauchnyh issledovanij [Education in mathematics as a model of research]:* monografija. MON RF, FGBOU VO «Jaroslavskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet imeni K. D. Ushinskogo». Jaroslavl' : Jaroslavskij gos. ped. un-t im. K. D. Ushinskogo [in Russian].

SYSTEM OF DYNAMIC MATHEMATICS OF GEOGEBRA AS A MEANS OF SUPPORTING GENERAL AND SPECIAL ABILITIES OF STUDENTS IN THE PROCESS OF RESEARCH LEARNING: PRACTICAL WORK EXPERIENCE

Olena Hrybiuk

Institute of Information Technologies and Learning Tools of NAES of Ukraine
National Pedagogical Dragomanov University, Ukraine

Abstract.

Formulation of the problem. *Dynamic mathematics GeoGebra is not used only in the process of learning in institutions of higher education, but while teaching school mathematics. The reform of the modern school has set teachers the task of the practical orientation of teaching subjects of the mathematical cycle. To solve this problem it is necessary: to ensure the completeness, consistency, and awareness of the foundations of scientific knowledge, their strength and effectiveness; to acquaint students with the basic methods of knowledge of nature by observation and experiment; to teach them to recognize the physical, chemical, and similar phenomena and patterns in nature and technology; to teach to use knowledge to explain and study the phenomena of nature, to develop research thinking using SDM, innovative teaching technologies.*

Materials and methods. *To achieve the goal of the study, empirical methods were used: observation of the educational process of students during their teaching of mathematics, analysis of the results of students' academic achievements. A set of methods of scientific cognition was effectively used: a comparative analysis to clarify different views on the problem and determine the direction of research; systematization and generalization to formulate conclusions and recommendations; generalization of the author's pedagogical experience and observations in the framework of experimental research. A differential-integration approach was used, taking into account the theoretical and experimental verification of research results, indicators of superiority in the attitude of students to the use of certain information resources, and levels of intellectual development.*

Results. *The study found a correlation between indicators of advantages in students' attitudes to using individual information resources and levels of the intellectual development of students to particular groups of information resources. Parameterization was used to carry out adjustments to the methodology of the research study with the purpose of pedagogically appropriate and methodologically motivated selection of learning resources in the context of minimization of contradictions concerning levels of the intellectual development of pupils, specific groups of students (class). The results of an experimental study using a computer-oriented methodical system of research training in the context of the study of the personal components of General and special abilities of pupils were significant at confidence level. SDM the use of GeoGebra in the study is addressed in several areas: clarification of terminology and mechanisms of the instruments in the context of a system of concepts and statements of a school course of mathematics and mathematical disciplines in institutions of higher education in the context of continuous education; expanding the range of mathematical disciplines and systems research tasks, design graphics tasks in support of the resolution which is used SDM GeoGebra; expansion of possibilities of export and import of educational material in the framework of the research training of students; increasing the availability of GeoGebra at different levels of technical support to students. The advantages and disadvantages regarding the use of the Geogebra are considered in the context of learning and teaching activities, to support which they are intended.*

Conclusions. *Possibilities of using GeoGebra in the process of research training of students of mathematical cycle subjects with pedagogically balanced use of COMSDL components are considered. Assessing the advantages and disadvantages of using GeoGebra is subjective, as the positive aspects and negative consequences of using GeoGebra are determined by the teacher's ability to methodically motivated and pedagogically balanced to use the components of COMSDN in the educational process. The research materials will be useful for teachers of mathematics, teachers, and students of pedagogical universities, students of postgraduate pedagogical education, and anyone interested in mathematical education.*

Keywords: *computer-oriented methodical system of research training, modeling, intellectual development, KOMSRL, pedagogical design, research training, GeoGebra.*

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Друшляк М.Г. Методологічні підходи до формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 52-57.

Drushlyak M. Methodological approaches of formation of visual and information culture future mathematics and computer science teachers in higher education institutions. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 2(24). P. 52-57.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-024-2-007
УДК 378.14: 371.214.46

М.Г. Друшляк
Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Україна
marydru@fizmatsspu.sumy.ua
ORCID: 0000-0002-9648-2248

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ФОРМУВАННЯ ВІЗУАЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. *Інформаційний вибух у сучасному світі (експоненціальне зростання обсягу даних, що породжує світова спільнота) породжує такі наслідки як «когнітивне перенавантаження» та «інформаційну втому» (об'єктивну неспроможність людини осягнути та опрацювати великі обсяги, в тому числі і навчальної інформації), які можна нівелювати за умови використання технологій візуалізації навчального контенту.*

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

Результати. *Методологічний концепт формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики відображає реалізацію основного (загально наукового) методологічного підходу – системного; конкретно-наукових методологічних підходів: культурологічного, акмеологічного, особистісно орієнтованого, компетентнісного; специфічних методологічних підходів: когнітивно-візуального, праксеологічного, BYOD, що забезпечили наукове підґрунтя розробки педагогічної системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти.*

Висновки. *Визначені методологічні підходи застосовуються в процесі професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики в сукупності, взаємозв'язку, взаємовпливі та взаємопоєднанні з метою їх цілісного застосування та скеровують подальше дослідження на досягнення мети та вибір стратегії вирішення проблеми формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *візуально-інформаційна культура, майбутні вчителі математики та інформатики, методологічний підхід, системний підхід, культурологічний підхід, акмеологічний підхід, особистісно орієнтований підхід, компетентнісний підхід, когнітивно-візуальний підхід, праксеологічний підхід, BYOD-підхід.*

ВСТУП

Постановка проблеми. Наразі у суспільстві затребуваними стають вчителі, здатні працювати з інформацією у візуальній формі. Такий запит суспільства є наслідком інформаційного вибуху у сучасному світі, який проявляється у експоненціальному зростанні обсягу даних, що породжує світова спільнота, оскільки зменшити «когнітивне перенавантаження» та «інформаційну втому» (об'єктивну неспроможність людини осягнути та опрацювати великі обсяги, в тому числі і навчальної інформації) можливо за умови візуалізації навчального контенту із використанням інформаційних технологій.

Конкурентноспроможності додають вчителю вміння критично оцінювати інформаційний контент, якісно без втрати змісту стиснути його до наочного образу, бути спроможним знайти, інтерпретувати та узагальнити інформацію, за потреби представляти її суб'єктивний і об'єктивний аналіз, візуально структурувати інформацію, іншими словами, цінним стає вчитель із високим рівнем сформованості візуально-інформаційної культури. Вважатимемо, що вчитель математики та інформатики має високий рівень сформованості візуально-інформаційна культури, якщо він здатний сприймати, інтерпретувати, продукувати інформацію подану візуально, уміє аналізувати, порівнювати, співставляти, інтегрувати, оцінювати, структурувати навчальну інформацію, уміє взаємодіяти з когнітивно-візуальними моделями, йому притаманна

здатність до аналізу, прогнозування, рефлексії власної професійної діяльності, яка забезпечує професійний творчий саморозвиток, самовдосконалення й підвищення фахового рівня.

В той же час необхідність формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики і інформатики суперечить відсутності цілісної обґрунтованої педагогічної системи, яка забезпечує таке формування. Теоретичне обґрунтування педагогічної системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики і інформатики передбачає уточнення методологічних основ такого формування.

Методологію характеризують як систему принципів і методів формування абстрактно-логічного, категоріально-понятійного апарату, вищу форму узагальнення, що розкриває суб'єкт-об'єктну взаємодію у процесі пізнання. Методологія – це сукупність керівних положень, яка описує закономірності процесу пізнання, тобто етапи переходу від простого споглядання (перцептивно-зорового сприймання) об'єктів оточуючої дійсності до формування відповідних уявлень. Таким чином, до основних завдань, які повинні бути розв'язані при побудові педагогічної системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти, відносять, серед іншого, обґрунтування методологічних підходів та принципів.

Методологічне значення підходів до формування візуально-інформаційної культури майбутніх вчителів математики та інформатики у закладах вищої освіти полягає в тому, що їх вивчення та врахування позначається на світогляді автора концепції, на сукупності принципів, що скеровують дослідження на досягнення обраної мети, можливості вибору стратегії вирішення проблеми дослідження.

Методологічні принципи, з дотриманням яких побудована педагогічна система формування візуально-інформаційної культури майбутніх вчителів математики та інформатики у закладах вищої освіти, описано у (Друшляк, 2020). У процесі формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики варто дотримуватись як загальнодидактичних принципів навчання (неперервності, системності та послідовності, науковості, доступності, інтегрованості), так і специфічних принципів (технологічності, орієнтації на інформаційні технології, студентоцентризма, використання доповненої реальності), які підкреслюють специфіку професійної підготовки у контексті дослідження

Метою статті є обґрунтування доцільності вибору методологічних підходів до розробки системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

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

РЕЗУЛЬТАТИ

Підхід – це сукупність елементів концепції, певний орієнтир, певний напрям, який впливає на побудову концепції, тобто на тлумачення суті, змісту, мети та особливостей процесу.

Методологічний концепт формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики відображає реалізацію основного (загально наукового) методологічного підходу – системного; конкретно-наукових методологічних підходів: культурологічного, акмеологічного, особистісно орієнтованого, компетентнісного; специфічних методологічних підходів: когнітивно-візуального, праксеологічного, BYOD, що забезпечили наукове підґрунтя розробки педагогічної системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти.

ОБГОВОРЕННЯ

З метою реалізації авторського задуму формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики відбувається у межах педагогічної системи, спираючись на *системний підхід* як на провідний методологічний підхід нашого дослідження.

Системний підхід розглядає процес вивчення об'єктів і явищ як педагогічну систему з усіма притаманними їй властивостями, особливостями й закономірностями. Відповідно, самостійні компоненти педагогічного процесу (мета, завдання, зміст, форма і методи навчання) розглядаються не ізольовано, а у взаємодії, розвитку та русі, що дає змогу виявляти їх загальні системні властивості та якісні характеристики, які не зводяться до механічної суми їх складових. У результаті взаємодії компонентів і їх об'єднання в більші одиниці з'являються нові властивості, які не притаманні окремим частинам цілого і які не були виявлені на попередньому рівні організації.

З позицій системного підходу педагогічна система формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики розглядалася як відкрита (взаємодіє з іншими системами), динамічна (її змістове та організаційно-технологічне наповнення постійно удосконалюється) система, яка реалізується в єдності загального (формування візуально-інформаційної культури є частиною фахової підготовки майбутніх вчителів математики та інформатики), особливого (притаманні специфічні особливості математичної освіти, інформатичної освіти, наявність спеціалізованого програмного забезпечення), індивідуального (враховуються індивідуальні особливості студентів та особливості освітнього процесу конкретного закладу вищої освіти).

У контексті дослідження системний підхід дозволяє розглядати процес формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики як складний цілісний динамічний процес, який зорієнтований на досягнення певної мети і передбачає системний науково-методичний супровід окремих інформатико-математичних курсів і спецкурсів, цілеспрямоване удосконалення системи неперервної післядипломної освіти педагогічних працівників та тематики кваліфікаційних (бакалаврських, магістерських) робіт.

У контексті дослідження системний підхід дозволяє розглядати педагогічну систему формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики як складну цілісну динамічну систему, яка зорієнтована на досягнення певної мети, що пов'язує у єдине ціле всі взаємодіючі компоненти системи; передбачає системний науково-методичний супровід окремих інформатико-математичних курсів і спецкурсів та удосконалення тематики кваліфікаційних (бакалаврських, магістерських) робіт; забезпечується поетапним впровадженням у освітній процес; спрямована на безперервний розвиток та професійне самовдосконалення учителів математики та інформатики у процесі неперервної післядипломної освіти педагогічних працівників.

Системний підхід дозволив ефективно структурувати послідовність освітніх методів, засобів і форм, застосування яких сприятиме поетапному розвитку основних компонентів візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики.

Культурологічний підхід до педагогічних явищ слід розуміти як сукупність теоретико-методологічних положень та організаційно-педагогічних заходів, спрямованих на створення умов для освоєння й трансляції педагогічних цінностей і технологій, котрі забезпечують творчу самореалізацію особистості вчителя у професійній діяльності (Колмогорова, 2008). Зв'язок такого підходу з культурою забезпечує передусім акцент на професійних цінностях і самореалізації вчителя у професійній діяльності.

Культурологічний підхід обумовлює розгляд візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики як частинного виду культури вчителя у структурному ланцюзі «культура особистості – професійна культура – педагогічна культура – професійно-педагогічна культура – візуально-інформаційна культура». Але у нашому дослідженні культурологічний підхід не є провідним, оскільки в системі «візуально-інформаційний» – «культура» пріоритетною вбачаємо «візуально-інформаційну» лінію і ґрунтуємося переважно на когнітивно-візуальному підході із дотриманням принципу орієнтації на інформаційні технології, а лінія «культура» виконує функцію уточнюючої характеристики.

Акмеологічний підхід (з грецької acme – вища точка, зрілість; logos – вчення, слово) полягає у вивченні особистості як цілісного феномена в єдності її суттєвих сторін (індивід, особистість, індивідуальність); орієнтації людини на постійний саморозвиток і самовдосконалення, мотивації високих досягнень, прагненні високих результатів, життєвих успіхів; організації творчої діяльності особистості на всіх етапах її неперервної освіти, створенні необхідних умов для самореалізації її творчого потенціалу (Чернілевський, 2010).

Примноження особистісно-професійного потенціалу майбутнього вчителя можна охарактеризувати наступними ознаками: постійним розширення кола пізнавальних інтересів, домінування потреб самореалізації, зацікавленість проблемами самоосвіти. Важливим аспектом є те, що розвиток «акме» залежить від здатності майбутнього вчителя оволодівати вміннями удосконалюватися не лише у процесі фахової підготовки, але й підтримувати рівень власних вмінь протягом усього життя.

Особливо актуальними ці положення стають в умовах стрімкої інформатизації та індустріалізації суспільства, коли йде швидке оновлення комп'ютерної техніки та програмного забезпечення і вчитель повинен бути гнучким до використанням комп'ютерних технологій. З іншого боку, з часом змінюються покоління учнів, які мають притаманні тільки своєму поколінню особливості, культуру мислення та сприймання навчального матеріалу, і вчителю потрібно бути в тренді цих змін.

У контексті нашого дослідження акмеологічний підхід потрібно сприймати як основу для прогнозування і рефлексії професійної діяльності та професійного творчого саморозвитку, самовдосконалення.

Під *особистісно орієнтованим підходом* розуміють таку організацію навчання, яка забезпечує розвиток, саморозвиток і продуктивну самореалізацію особистості студента, що здійснюється з опорою на його індивідуальні особливості як суб'єкта пізнання та предметної діяльності. Особистісно орієнтований підхід передбачає врахування мотиваційних і вікових особливостей студентів, стимулювання активності особистості. Реалізація особистісно орієнтованого підходу у контексті нашого дослідження передбачає урахування індивідуальних особливостей сучасних студентів.

Згідно теорії поколінь (В. Штраус і Н. Хоув (Ожиганова, 2015) проміжок часу, в який народилася та чи інша людина формує низку її психофізіологічних особливостей. Представники сучасне покоління Z мають кліпове мислення, тобто сприймають навколишній світ через короткі яскраві образи без урахування зв'язків між ними. Таке мислення характеризується фрагментарністю, алогічністю, повною різнорідністю інформації, що надходить, високою швидкістю, перемиканням між частинами, фрагментами інформації, відсутністю цілісної картини сприймання навколишнього світу. Природно, людина не народжується з таким мисленням, воно формується при тривалому споживанні інформації в мозаїчному вигляді. Як наслідок, людина не може тривалий час зосереджуватися на будь-якій інформації, у неї знижена здатність до аналізу і вибудовування довгих логічних ланцюжків. Представники покоління Z мають переважно візуальний тип сприймання інформації та мислення. Постійне перебування у візуальному середовищі з ранніх років формує навичку симультанного (нелінійного) сприймання, тобто не послідовного звернення уваги до деталей, а моментального сприймання всього образу.

На думку М. Мініган, представники покоління Z з легкістю можуть дешифрувати зміст графічної інформації, символічних виразів навіть за відсутності текстового супроводу (Michael, Ejeng, Udit&Yunus, 2019). Для порівняння, попередні покоління традиційно орієнтуються на текст як на первинне джерело інформації, а візуальні дані сприймають як супровід.

У нашому дослідженні особистісно орієнтований підхід обумовлює сприймання процесу формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики як процесу, в якому вибір методів, засобів і форм організації освітньої діяльності обумовлює індивідуальний підхід до суб'єктів навчання на основі урахування їх психологічних особливостей (переважно візуальний тип сприймання інформації, «кліпове» мислення, селективно-візуальна увага тощо), забезпечує основу для побудови ними власних освітніх траєкторій.

Стратегічними напрямами державної політики в галузі освіти обрано модернізацію структури, змісту та організації освіти на засадах *компетентнісного підходу* (Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року,

2013). Наразі українська освіта переходить від знаннєвої освітньої парадигми до компетентнісної. Визначальною ознакою знаннєвої парадигми є формування знань. Увага приділяється більшою мірою розвитку пам'яті, меншою – вмінню мислити. Критерієм оцінки є теза: «Студент повинен знати». Визначальною ознакою компетентнісної парадигми є формування умінь і навичок. Вітається набуття досвіду і вміння його застосовувати більшою мірою у нестандартних ситуаціях за невизначених початкових умов тощо. Критерієм оцінювання виступає теза: «Студент повинен бути компетентний».

В умовах трансформації вітчизняної системи освіти компетентнісний підхід зумовлює перегляд (оновлення) змісту навчання, спрямованість освітнього процесу на формування ключових компетентностей особистості, необхідних для успішної професійної реалізації фахівця та розв'язання практико-орієнтованих завдань (Пометун, 2004). Поняття компетентності не зводиться тільки до знань і навичок, а належить до сфери складних умінь і якостей особистості. Компетентність включає не тільки знання і особистісні якості суб'єкта навчання, а і готовність їх застосовувати на практиці.

Компетентнісний підхід в українській освіті набирає обертів, у тому числі завдяки психологічним особливостям молодого покоління, що живе в умовах цифрового, комп'ютерно-орієнтованого, віртуального середовища і відрізняється від інших поколінь активним візуальним сприйманням світу. Застосування компетентнісного підходу дало можливість визначити важливі компетентності майбутніх учителів математики та інформатики: математичну, цифрову, ІКТ-компетентність, інформаційну.

У контексті нашого дослідження компетентнісний підхід до формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики є основою забезпечення здатності використовувати графічні та візуальні знання, уміння і навички у професійній діяльності, використовувати засоби комп'ютерної візуалізації для створення візуалізованого контенту (від когнітивної наочності до організації візуалізованого експерименту).

Когнітивно-візуальний підхід інтегровано з двох підходів: когнітивного і візуального. Когнітивний підхід передбачає створення таких навчальних ситуацій, де оптимізується розумова діяльність суб'єктів навчального процесу, стимулюється у них розвиток процесів мислення та інтелектуальних операцій. Іншими словами, акцентується увага на пізнавальних процесах суб'єктів навчання. Візуальний підхід у навчанні передбачає активне використання наочностей для формування уявлень і понять про оточуючий світ та процеси, що відбуваються у ньому. Поєднання таких підходів у когнітивно-візуальний підхід означає, що навчання має будуватися на активному і цілеспрямованому використанні резервів візуального мислення, що передбачає зміщення акцентів з ілюстративної функції наочності на пізнавальну і розвивальну (Манько, 2007; Далингер, 2006).

В рамках використання когнітивно-візуального підходу здійснюється інтенсивний пошук візуальних та графічних засобів передачі знань, які б забезпечували і стимулювали сприймання, запам'ятовування, відтворення на високому рівні абстракцій та активізували процес навчання. Одним із таких засобів є засоби комп'ютерної візуалізації, під якими розуміємо віртуальні середовища, де розробниками передбачено інструменти візуального представлення об'єктів, створення їх моделей, які несуть у собі смислове візуальне навантаження, та можливість їх інтерактивного перетворення для унаочнення певних характеристик, вивчення властивостей, установлення співвідношень тощо.

Праксеологічний підхід. Враховуючи потреби сучасного глобалізованого суспільства, які в умовах надшвидкого розвитку інформаційних засобів і технологій вимагають постійної інтеграції знань, цінностей і досвіду учнів, майбутньому учителеві важливо бути не лише творчою особистістю, яка здатна інноваційно здійснювати дослідницьку, професійно-педагогічну діяльність, а й організатором успішної та продуктивної діяльності, що обумовлює доцільність використання у педагогічній діяльності положень праксеології (грец. praktikos – діяльний і logos – слово, вчення) – науки, яка вивчає досконалу людську діяльність, її стратегію, тактику й системи дій і покликана формувати потребу людини в розвитку власних сутнісних сил, потенцій і здібностей, гуманізації праці, виробляючи в неї раціональну систему внутрішніх мотивів до активної перетворювальної діяльності й засвоєння соціального досвіду (Пщоловский, 1993). Залучення ідей праксеології дозволяє вибудовувати фахову діяльність на засадах доцільності, оптимальності та більшої ефективності, а систему фахової підготовки майбутніх учителів як фахівців «інноваційного типу мислення та культури». У контексті нашого дослідження праксеологічний підхід сприймаємо як основу для формування вміння майбутніх учителів математики та інформатики раціонально обирати засоби комп'ютерної візуалізації для створення та використання візуального супроводу у професійній діяльності.

Вважаємо, що формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики можливе лише в процесі діяльності, причому домінантного значення набуває візуальний аспект педагогічної діяльності: набуття майбутніми вчителями математики та інформатики здатності сприймати візуальні образи, уміння їх розпізнавати, аналізувати, інтерпретувати, оцінювати, співставляти, представляти та створювати власні, а також інструментальний аспект педагогічної діяльності в умовах активного розвитку інформаційних технологій і програмних засобів – опанування і використання майбутніми учителями математики та інформатики засобів комп'ютерної візуалізації у професійній діяльності.

BYOD-підхід. Серед багатьох проблем, з якими стикаються викладачі при використанні інформаційних технологій у професійній діяльності, не останнє місце займають проблеми недостатньої кількості комп'ютерів у державних освітніх установах та обмежений доступ до комп'ютерних класів. Через це залучення інформаційних технологій часто відбувається фрагментарно (лише вчителем/викладачем або реалізується лише під час самостійної роботи). Водночас молодь часто використовує власні мобільні пристрої не лише для спілкування у мережах, а й для підтримки власної освітньої діяльності через організацію пошуку потрібних навчальних матеріалів, створення власних проектів, групове спілкування для вироблення спільних рішень тощо. Тому актуальними наразі є тенденції використання власних мобільних пристроїв (смартфонів, планшетів, нетбуків тощо) в освітньому процесі. Зокрема, виділимо активне впровадження BYOD-підходу (Bring Your Own Device, з англ. «використовуй свій власний пристрій»), що сприяє використанню в освітньому процесі часто більш потужних мобільних пристроїв з передбаченим у них 3G-зв'язком, а ніж ті, що пропонує заклад освіти, а також використання хмарних сервісів предметного спрямування.

У нашому дослідженні BYOD-підхід приймаємо як один із засобів інтенсифікації освітнього процесу та вирішення проблеми постійного доступу до освітніх ресурсів під час підготовки майбутніх учителів математики та інформатики.

ВИСНОВКИ

Необхідність формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики і інформатики через інформаційний вибух у сучасному світі та можливість нівелювання його наслідків із використанням технологій візуалізації навчального контенту на базі інформаційних технологій суперечить відсутності цілісної обґрунтованої педагогічної системи, яка забезпечує таке формування.

Теоретичне обґрунтування педагогічної системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики і інформатики передбачає уточнення методологічних підходів до такого формування. Реалізація системного, культурологічного, акмеологічного, особистісно орієнтованого, компетентнісного, когнітивно-візуального, праксеологічного, BYOD підходів забезпечує наукове підґрунтя розробки педагогічної системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти. Зазначені підходи застосовуються в процесі професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики в сукупності, взаємозв'язку, взаємовпливі та взаємопоєднанні з метою їх цілісного застосування.

Обрані методологічні підходи скеровують дослідження на досягнення мети та вибір стратегії вирішення проблеми формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти.

Список використаних джерел

1. Michael E. A., Ejeng I. E. A., Udit M. A., Yunus M. M. The Use of Plickers for Language Assessment of Reading Comprehension. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 2019, 9(1), 637-645.
2. Далинтер В.А. Теоретические основі когнитивно-визуального похода к обучению математике: монографія. Омск : Изд-во ОмГПУ, 2006. 143с.
3. Друшляк М. Г. Принципи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти. Фізико-математична освіта. 2020, 1(23). С. 36-41.
4. Колмогорова И. В. Культурологический подход к формированию педагогической культуры учителя. *Известия Уральского государственного университета*, 2008, 60. С. 163-167.
5. Манько Н.Н. Когнитивная визуализация – базовый психолого-педагогический механизм дидактического дизайна. Вестник *Учебно-методического объединения по профессионально-педагогическому образованию*, 2007, 2(41). С. 224-234.
6. Методологія наукової діяльності: навч. посіб. / за ред. Д. В. Чернілевського. Вінниця : Вид-во АМСКП, 2010. 484 с.
7. Ожиганова Е. М. Теория поколений Н. Хоува и В. Штрауса. Возможности практического применения. *Бизнес-образование в экономике знаний*, 2015, 1. С. 94-97.
8. Пометун О. І. Дискусія українських педагогів навколо питань запровадження компетентнісного підходу в українській освіті. Компетентнісний підхід у сучасній освіті : світовий досвід та українські перспективи. Київ : «К.І.С.», 2004. 112 с.
9. Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року. Указ Президента України від 25.06.2013. № 344\2013. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/344/2013 (дата звернення 18.08.2019р.
10. Щедровицкий Т. Принципы совершенной деятельности: Введение в праксеологию. Київ : Ин-т праксеологии, 1993. 272 с.

References

1. Michael, E. A., Ejeng, I. E. A., Udit, M. A. & Yunus, M. M. (2019). The Use of Plickers for Language *Assessment of Reading Comprehension. International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 9(1), 637-645. [in English]
2. Dalinger, V.A. (2006). *Teoreticheskie osnovi kognitivno-vizual'nogo pohoda k obucheniju matematike: monografija [Theoretical foundations of the cognitive-visual approach to learning mathematics: monograph]*. Omsk : Izd-vo OmGPU. [in Russian]
3. Drushliak, M. H. (2020). Pryntsypy formuvannia vizualno-informatsiinoi kultury maibutnikh uchyteliv matematyky ta informatyky u zakladakh vyshchoi osvity [Principles of formation of visual and information culture of future mathematics and computer science teachers of in higher education institutions]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and mathematical education*, 1(23), 36-41. [in Ukranian]
4. Kolmogorova, I. V. (2008). Kul'turologicheskij podhod k formirovaniju pedagogicheskoj kul'tury uchitelja [Culturological approach to the formation of the teacher's pedagogical culture.]. *Izvestija Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta – News of the Ural State University*, 60, 163-167. [in Russian]
5. Man'ko, N.N. (2007). Kognitivnaja vizualizacija – bazovyj psihologo-pedagogicheskij mehanizm didakticheskogo dizajna [Cognitive visualization is the basic psychological and pedagogical mechanism of didactic design]. *Vestnik Uchebno-metodicheskogo ob"edinenija po professional'no-pedagogicheskomu obrazovaniju – Bulletin of the Teaching Association for Vocational Education*, 2(41), 224-234. [in Russian]
6. Chernilevskyi, D. V. (Ed.) (2010). *Metodolohiia naukovoi diialnosti: navch. Posib [Methodology of scientific activity: textbook]*. Vinnytsia : Vyd-vo AMSKP. [in Ukranian]
7. Ozhiganova, E. M. (2015). Teorija pokolenij N. Houva i V. Shtrausa. Vozmozhnosti prakticheskogo primenenija [The Generation Theory of N. Howe and V. Strauss. Possibilities of practical application]. *Biznes-obrazovanie v jekonomike znanij – Business education in the knowledge economy*, 1, 94-97. [in Russian]
8. Pometun, O. I. (2004). *Dyskusiia ukrainskykh pedahohiv navkolo pytan zaprovadzhennia kompetentnisnoho pidkhodu v ukrainskii osviti. Kompetentnisnyi pidkhid u suchasnii osviti : svitovyi dosvid ta ukrainski perspektyvy [Discussion of Ukrainian teachers around the introduction of a competency-based approach in Ukrainian education. Competence approach in modern education: world experience and Ukrainian perspectives]*. Kyiv : «K.I.S.». [in Ukranian]

9. Ukaz Prezydenta Ukrainy vid 25.06.2013 № 344\2013. Pro Natsionalnu stratehiiu rozvytku osvity v Ukraini na period do 2021 roku. [Decree of the President of Ukraine 25.06.2013. № 344\2013. On the National Strategy for the Development of Education in Ukraine for the period up to 2021.] Retrieved from https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/344/2013 [in Ukranian]
10. Pshholovskij, T. (1993). Principy sovershennoj dejatel'nosti: Vvedenie v prakseologiju [Principles of Excellence: An Introduction to Praxeology]. Kiïv : In-t prakseologii. [in Russian]

METHODOLOGICAL APPROACHES OF FORMATION OF VISUAL AND INFORMATION CULTURE FUTURE MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE TEACHERS IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

M.G. Drushlyak

Makarenko Sumy State Pedagogical University, Ukraine

Abstract.

Formulation of the problem. *The information explosion in the modern world (exponential growth of data generated by the world community) has such consequences as "cognitive overload" and "information fatigue" (objective inability of a person to comprehend and process large volumes, including educational information), which can be leveled by using the visualization technology of educational content.*

Materials and methods. *The basis of the research was the findings of national and foreign scientists who are engaged in the study of future teacher training, the formation of information, and visual culture. The methods of theoretical level of scientific knowledge were used to achieve the goal: analysis of scientific literature, synthesis, formalization of scientific sources, description, comparison.*

Results. *The methodological concept of formation of visual and information culture of future mathematics and computer science teachers reflects the realization of the general scientific methodological approach – system one; specific scientific methodological approaches: culturological, acmeological, personality-oriented, competence; specific methodological approaches: cognitive and visual, praxeological, BYOD, which provided the scientific basis for the development of a pedagogical system for the formation of visual and information culture of future mathematics and computer science teachers in higher education institutions.*

Conclusions. *The identified methodological approaches are used in the process of professional training of future mathematics and computer science teachers taken together with a relationship, interaction, and interrelation for their holistic application. They direct further research to achieve the goal and choose a strategy for solving the problem of the formation of the visual and information culture of future mathematics and computer science teachers in higher education institutions.*

Keywords: *visual and information culture, future mathematics and computer science teachers, methodological approach, system approach, culturological approach, acmeological approach, personality-oriented approach, competence approach, cognitive and visual approach, praxeological approach, BYOD-approach.*

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Зуб С.С., Яловега І.Г. Розвиток евристичних методів на початку третього етапу розвитку філософії та науки. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 58-65.

Zub S., Yaloveha I. Development of heuristic methods at the beginning of the third stage of the history of philosophy and science. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 2(24). P. 58-65.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-024-2-008
УДК 378.147

С.С. Зуб
Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, Україна
stah@hnpu.edu.ua
ORCID: 0000-0002-5499-0885
І.Г. Яловега
Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, Україна
yalovegaira@gmail.com
ORCID: 0000-0002-2486-1812

РОЗВИТОК ЕВРИСТИЧНИХ МЕТОДІВ НА ПОЧАТКУ ТРЕТЬОГО ЕТАПУ РОЗВИТКУ ФІЛОСОФІЇ ТА НАУКИ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. *Підвищення інноваційної культури громадян неможливе без модернізації освіти, яка на сьогодні повинна включати обов'язкову підготовку майбутніх фахівців до власної інноваційної діяльності, основою якої є евристичні методи. Обізнаність в підходах, закономірностях, методиках, інструментах творчої роботи є необхідною умовою продуктивної інноваційної діяльності. Період кінця XIX – початку XX століть став найбільш насиченим новими підходами щодо розширення методів винахідницької діяльності через стрімкий розвиток інженерних та психологічних наук. Метою статті є дослідження розвитку евристичних методів на початку третього етапу розвитку філософії та науки, визначення основних досягнень та напрямів наступних досліджень.*

Матеріали і методи. *У дослідженні використовувалися такі методи: аналіз і синтез змісту технічних, математичних, фізичних, філософських, психолого-педагогічних, історичних наукових та методичних досліджень щодо проблеми формування й розвитку евристики на початку третього етапу розвитку філософії та науки; порівняльно-історичний, ретроспективний методи; структурно-логічний аналіз.*

Результати. *Серед найважливіших досліджень з питань евристики на початок третього етапу розвитку філософії та науки слід виділити праці Енгельмейєра, Маха, Рібо та Пуанкаре, які намагались систематизувати послідовність етапів, методи і підходи у винахідницькій діяльності. Послідовності етапів винахідницької діяльності, запропоновані Енгельмейєром та Пуанкаре; систематизування Махом і Пуанкаре основних інструментів пізнання; твердження про обов'язкові взаємний обмін результатів досліджень науковцями, сприяння та соціальне об'єднання дослідників; проголошення головної ролі несвідомого Рібо, Махом, Енгельмейєром і Пуанкаре – все це визначило подальші дослідження психологічних, філософських, педагогічних, технічних наук щодо розвитку евристичних методів.*

Висновки. *Зроблений аналіз розвитку евристики в період кінця XIX – початку XX століть надав можливості оцінити ті значні досягнення у визначенні природи творчості та закономірностей винахідницької діяльності, які надали потужний поштовх для наступних напрямів досліджень. Саме в цей період, завдяки активній співпраці науковців з різних галузей та різних країн, вдалося систематизувати евристичні методи, визначити послідовність етапів у винахідницькій діяльності. Визнання вченими провідної ролі несвідомої психічної діяльності в процесі винахідництва вказало важливий напрям досліджень для психологічних наук. Продуктивна інноваційна діяльність неможлива без глибокого розуміння евристичних методів, їх сутності та історії розвитку.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *евристика, евристичні методи, творчість, винахідницька діяльність, інноваційна діяльність.*

ВСТУП

Постановка проблеми. «Стратегія розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року» визначає необхідність активізації створення новацій, що може бути досягнуто за допомогою підвищення інноваційної культури громадян, а це неможливо без модернізації освіти *(Стратегія розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року, 2019)*. Сьогодення вимагає від освіти обов'язкової підготовки учнів до власної інноваційної діяльності, будь-то наукова робота, підприємництво, педагогіка чи інша галузь. Впровадження інновацій в саму систему освіти стає

необхідною умовою якісного розвитку, відповідності сучасному стану науки і техніки. Створення нових матеріальних та духовних цінностей нерозривно пов'язано з винахідництвом, творчістю. Значимість продуктивної, творчої діяльності складно переоцінити: наукові відкриття, будування нових конструкцій, розробка педагогічних новацій, розслідування складного злочину – всюди обов'язковою є творча діяльність. Обізнаність в підходах, закономірностях, методиках, інструментах творчої роботи є необхідною умовою продуктивної інноваційної діяльності.

Евристичні методи є основою інноваційної діяльності людини в будь-якій галузі. Визначення підходів до активізації продуктивної інноваційної діяльності вимагає глибокого аналізу методології науки про відкриття та винахідництво – евристики. Евристика виникла ще у часи античності, починаючи з досліджень Платона (429–437 до н.е.), який запропонував сукупність основних методологічних правил дослідження, та Сократа (469–399 до н. е.) – прабатька методу критичного мислення. І хоча методи винахідництва досліджувались давньогрецькими вченими ще до Паппа Александрійського (приблизно III–II ст. до н. е.), саме йому приписують створення науки евристики. Період Середньовіччя, на жаль, лише засвоював та уточнював досягнення античної науки і на довгий час залишив надбання античності без бажаного розвитку. Лише починаючи з епохи Відродження нарешті сталось істотне розвинення питань винахідництва, – Леонардо да Вінчі (1452–1519), Френсіс Бекон (1561–1626), Рене Декарт (1596–1650), Бенедикт Спіноза (1632–1677), Готфрід Вільгельм Лейбніц (1646–1716), Христіан Вольф (1679–1754), Бернард Больцано (1781–1848) зробили значний внесок в розвиток евристики. На кінець другого етапу розвитку філософії та науки (середину XIX століття), не зважаючи на значні досягнення в розвиненні евристичних методів та збільшення досліджень про природу винахідницької діяльності – розроблених методів було дійсно багато, упорядкування прийомів та визначення методики винахідництва так і не було зроблено, і іноді процес винахідництва включав двадцять, а то й тридцять кроків. Тому найчастіше використовувався метод «проб та помилок» *(Яловега, 2020)*.

Початок третього етапу розвитку філософії та науки став найбільш важливим періодом значних відкриттів в різних галузях наук, поклав початок створення техніки на основі наукових знань. І саме цей період став найбільш насиченим новими підходами щодо розширення методів винахідницької діяльності через стрімкий розвиток інженерних та психологічних наук. Виявлення загальних принципів та закономірностей процесу творчості пов'язало математиків, фізиків, психологів, філологів та інженерів – конференції та симпозіуми з досліджень евристичних методів, відповідні наукові журнали, листування між вченими були на кінець XIX – початок XX століть насиченими та плідними на результати. Аналіз наукових досліджень з природи творчості, встановлення загальних методів та закономірностей винахідницької діяльності, особливо в період стрімкого розвитку інженерних та психологічних наук – початок третього етапу розвитку філософії та науки, допоможе краще зрозуміти основи евристики та визначити найліпші підходи до інноваційної діяльності в залежності від обраного напряму роботи.

Аналіз актуальних досліджень. Визначення закономірностей творчого процесу завжди цікавили науковців, починаючи ще з часів античності. Не зважаючи на такий довгий період становлення науки про творчість – евристики, і на теперішній час залишається багато нерозв'язаних питань, на які намагаються відповісти вчені. Період кінця XIX – початку XX століть став, так би мовити, стрибком у розвитку евристики, надбання цього періоду згодом плідно засвоювалися та розвивались науковцями середини XX століття. Серед відомих науковців того часу, які досліджували питання винахідницької діяльності, можна виділити Ж. Адамара, В. Бехтерева, М. Клайна, В. Асмуса, Г. Полиа, Г. Буша, Г. Альтшулера, С. Бернштейна, Л. Виготського, В. Пушкіна, А. Ейнштейна, Д. Брунера, Д. Пойа, М. Мінського – кожен з них відповідно своєї спеціалізації (математика, фізика, психологія, інженерія, педагогіка, кібернетика) розглядав різні аспекти проблеми *(Адамар, 1970; Альтшуллер, 1979; Асмус, 1965; Бернштейн, 1966; Буш, 1972; Пойа, 1959; Пушкин, 1967)*. Евристичні методи стали фундаментом методології ТРДЗ, системного аналізу, методу проектів, дизайн-мислення.

На теперішній час дослідженнями питань евристики займаються математики, інженери, психологи, педагоги, біологи, біофізики, фізіологи, філософи, програмісти та управлінці *(Chu&Li&Su&Pizlo, 2010; Nur&Vee&Roslina, 1985; Tessaria&Carvalho, 2015; Samuela&Ohler, 2015)*. Відомою науковою школою, яка досліджує педагогічну інноватику, дидактичну евристику та евристичне навчання – є школа російського педагога А. Хуторського *(Хуторской, 2003)*. Педагогічна евристика на сьогодні є одним з актуальних напрямів досліджень – Л. Фрідман, В. Соколов вважають, що адаптація евристичних закономірностей в рамках педагогічної теорії необхідна при формуванні творчого потенціалу учня *(Соколов, 1995; Фридман, 1971)*. Досягнення психологічної науки у дослідженнях творчого мислення глибоко проаналізовано в роботі Є. Ільїна *(Ильин, 2009)*. Серед психологів, які плідно займаються питаннями творчості, необхідно виділити Д. Роджерса, Я. Пономарьова, С. Максимову, Е. Фромма, А. Маслоу *(Пономарев, 1976; Роджерс, 1990)*. На сьогодні існує велика кількість працюючих методик психодіагностики креативності, розроблені тести творчої продуктивності, творчих здатностей, методи організації спільної групової творчої роботи. Евристика тісно пов'язана з методологією та філософією науки, що обумовлює існування багатьох наукових робіт з філософії, в яких досліджуються евристичні методи. Методологія дизайн-мислення, яка на сьогодні широко застосовується при інноваційній діяльності, є узагальненням, об'єднанням евристичних методів, досягнень психологічних, технічних, математичних наук.

Мета статті. Метою статті є дослідження розвитку евристичних методів на початку третього етапу розвитку філософії та науки, визначення основних досягнень та напрямів наступних досліджень.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У дослідженні використовувалися такі методи: аналіз і синтез змісту технічних, математичних, фізичних, філософських, психолого-педагогічних, історичних наукових та методичних досліджень щодо проблеми формування й розвитку евристики на початку третього етапу розвитку філософії та науки; порівняльно-історичний, ретроспективний методи; структурно-логічний аналіз.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Період кінця XIX – початку XX століть охарактеризувався бурхливим розвитком інженерних та психологічних наук. Окрім цього, світове наукове товариство на той час було як ніколи згуртованим та плідним на співпрацю – міжнародні міждисциплінарні конференції, симпозіуми надавали можливості частим зустрічам науковцям та обговоренням найновіших напрямів досліджень. Це стало добрим підґрунтям для розвитку евристичних методів, яких на кінець другого етапу розвитку філософії та науки було досить багато, але структурованості та визначення працюючого алгоритму дій винахідництва все ще не було запропоновано. Серед найважливіших досліджень з питань евристики на початок третього етапу розвитку філософії та науки слід виділити праці російського інженера Петра Енгельмейєра, австрійського фізика Ернста Маха, французького психолога Армана Рібо та французького математика Анрі Пуанкаре, які намагались систематизувати послідовність етапів, методи і підходи у винахідницькій діяльності. Всі ці науковці зазначали головну роль інтуїції, несвідомого в психології творчості, логічне пізнання ними пересувається на друге місце.

Енгельмейєр і Пункаре запропонували послідовність дій при винахідницькій, творчій діяльності, які відрізняються за числом та назвами, але мають багато спільного. Енгельмейєр виділяє три акти винаходу:

– перший – зародження задуму, головним в якому є інтуїтивне мислення, пов'язане з бажанням, стимулом;

– другий – «еврилогичний процес», він відповідає логічному дослідженню, досвіду, де визначається, що може бути реальним із замисленого;

– і третій – впровадження винаходу, доведення задуму до результату, діючої розробки та точне теоретичне формулювання.

Енгельмейєр критикує науковців, які лише розробляють методи винахідницької діяльності, і вважають достатнімі лише теоретичні дослідження. Зневага до конкретного виконання, обмеження лише планом без обов'язкового доведення до кінцевого результату (наприклад, працюючого технічного пристрою) за Енгельмейєром часто притаманні теоретикам-мислителям, особливо психологам. Автор вважає, що кожний план має бути реалізованим та доведеним до впроваждення. Пуанкаре запропонував свою схему творчого процесу, який проходить чотири етапи:

– підготовка;

– інкубація;

– осяяння;

– доведення і перевірка.

Кожний етап процесу за Пуанкаре повинен з'єднуватися з наступними етапами за допомогою результату, який має бути точно вираженим. На останньому етапі – доведенні і перевірці – необхідна свідома, аналітична робота дослідника, Пуанкаре зауважує про можливість обману несвідомого, помилкових ідей, несвідоме ніколи не надає результатів повністю та у завершеному вигляді. Четвертий етап призводить або до успіху, або до повернення у початок дій, тобто до першого етапу. Пуанкаре, як і Енгельмейєр, наголошує про необхідну кропітку свідому роботу, несвідоме є плодом довгої розумової праці над проблемою.

Мах намагався систематизувати методи творчої наукової діяльності (інструменти пізнання), виділяючи абстракцію, фантазію, аналогію, комбінування, фізичний експеримент, розумовий експеримент, метод варіацій, метод припущень, неповну індукцію. Він наголошував на тому, що значний прогрес в дослідженні може бути досягнутий лише при взаємному обміні відомостями, сприянні, соціальному об'єднанні людей. Пуанкаре окремо виділяє серед інструментів творчої роботи аналогію, яка є путівником процесу винахідництва. Це співпадає з поглядами Маха, як і інші інструменти творчості, що наводить Пуанкаре: експеримент, індукція, припущення, гіпотеза, фантазія, комбінування. Мах і Пуанкаре постійно наголошують про головування інтуїції над логікою в творчому процесі, але попереджують про неправильність обмеження лише чимось одним, інтуїція повинна бути підкріплення знаннями, їй передує свідома робота, а логічне пізнання завжди задіяне у встановленні істини або протиріччя.

Французький психолог та педагог Рібо намагався якомога точніше класифікувати психологічні аспекти поняття уяви, виявити закономірності в процесі винахідництва, визначити основні принципи творчого процесу та схожі органічні характеристики відомих винахідників та вчених, намагається визначити закони розвинення творчої уяви, проводить аналіз можливих підходів до розвитку уяви. Досліджуючи технічну творчість, він відмічає необхідну для винахідника наявність вроджених рис, направленість розумової діяльності в практичну сторону. Рібо говорить про схожість технічної та наукової творчості, технічні винаходи за його розумінням лише вимагають більшої послідовності дій. Він говорить про відмінність мистецької творчості від наукової і технічної, залишаючи спільною для всіх лише несвідому діяльність, яку Рібо, як і Енгельмейєр, Мах і Пуанкаре, вважає одним з найважливіших чинників творчості.

Рібо, Мах, Енгельмейєр і Пуанкаре були знайомі з науковими роботи один одного, посилались на них в своїх працях, обговорювали результати на міжнародних конференціях. Початок третього етапу розвитку філософії і науки став насиченим новими досягненнями в дослідженні природи творчої діяльності, її методів. Послідовності етапів винахідницької діяльності, запропоновані Енгельмейєром та Пуанкаре, систематизування Махом і Пуанкаре основних інструментів пізнання, твердження про обов'язкові взаємний обмін результатів досліджень науковцями, сприяння та соціальне об'єднання дослідників, проголошення головної ролі несвідомого Рібо, Махом, Енгельмейєром і Пуанкаре – все це визначило подальші дослідження психологічних, філософських, педагогічних, технічних наук щодо розвитку евристичних методів.

ОБГОВОРЕННЯ

Найбільш використовуваний на кінець другого етапу розвитку філософії та науки у винахідницькій діяльності метод проб і помилок був, так би мовити, «удосконалений» в кінці XIX сторіччя американським винахідником та підприємцем Томасом Алва Едісоном (1847–1931), на рахунку якого було більше тисячі патентів в США та біля трьох тисяч в інших країнах світу. Він вирішив проблему кількістю – в його майстерні працювало до тисячі людей, тому можна було розділити одну

технічну проблему на кілька завдань і по кожній задачі одночасно вести перевірку багатьох варіантів. Але, нажаль, це ніяк не розвинуло методику винахідництва і не сприяло розвиненню евристичних методів. На відміну від Едісона, працюючий в США в той же час відомий винахідник Нікола Тесла (1856 – 1943) намагався виявити закономірності процесу винахідництва, аналізуючи власні дії, почуття, психологічний стан в моменти осяяння, відкриттів. «Я ніколи не зможу забути перші почуття, які я відчув, коли мені в голову прийшла думка, що я виявив щось, що, можливо, може мати незлічені наслідки для людства», – Тесла фіксував кожні незначні зміни в собі для виявлення причин і умов несвідомої роботи мозку, наголошував на велику значимість самоаналізу *(Тесла, 2013).* Виявивши в себе схильність до фантазування, візуалізованих уявлень, Тесла розвивав власний метод матеріалізації творчих концепцій. Він навчився чітко візуалізувати свої відкриття, не потребуючи експериментів та креслень. Тесла використовував уяву перед наступним етапом упорядкованого викладу матеріалу, особливу значимість він приділяв геометричній уяві. Це повністю відрізняло його підхід до винахідництва від Едісона, який не старався прояснити природу творчості, а лише за допомогою багаточисельних експериментів намагався досягнути результату. Тесла ж вважав творчу уяву провісником свідомого акту відкриття. Він розвивав свою уяву, хоча і вважав, що схильність до творчості була в нього вроджена. Аналізуючи свою винахідницьку діяльність, Тесла виокремив фантазію, уяву (особливо геометричну), моделювання, розумовий експеримент, аналогію, варіацію в якості власних інструментів пізнання. Він вважав несвідому психічну діяльність найважливішим етапом творчого процесу.

В Російській імперії питанням евристики глибоко займався інженер та розробник напряму філософії техніки Петро Енгельмейєр (1855–1942). Досліджуючи питання творчості, він по суті займався проблемами винахідницької діяльності. У 1897 році Енгельмейєр публікує керівництво для винахідників «Изобретения и привилегии» (рос. мов.) з додатками, в якому розглядаються не стільки формальні сторони винахідницької діяльності, скільки морально-етичні та соціально-психологічні аспекти цього процесу, а в 1910 році виходить його праця «Теория творчества» (рос. мов.), в якій він досліджує основи «еврилогии» (рос. мов.), аналізує проблеми природи творчого процесу в техніці, науці, релігії та мистецтві *(Энгельмейер, 1900; Энгельмейер, 2010)*. Відповідно до його теорії «еврилогія» (рос. мов.) є загальною теорією творчості, вона поєднує всі прояви – наукове відкриття, мистецьке творення, технічний винахід, а також практичну діяльність. Особливою цінністю даної роботи є зближення автором процесів технічної, наукової та мистецької творчості. Енгельмейєр наголошував на необхідності визначення методів творчої діяльності для винахідництва техніки, зазначаючи ігнорування цього напряму попередніми дослідниками, які частіш за все вивчали природу наукової творчості або творчості в мистецтві. Серед своїх сучасників, які досліджували евристичні методи в науці та мистецтві Енгельмейєр окремо виділяє фізика і філософа Ернста Маха (1838–1916) та філологів Олександра Потебню (1835–1891) і Олександра Веселовського (1838–1906). Відомий мовознавець XIX століття Олександр Потебня та його послідовники досліджували механізми пізнання, сприйняття, розуміння в мовознавстві. Саме Потебнею та Веселовським було засновано російську школу науки про творчість (поетичну, творчість в мистецтві), і головні висновки цієї школи збігались з ідеями Маха, Енгельмейєр же став їх послідовником, об'єднавши ці два напрями і розвинувши їх на творчість в техніці. Важливим фактом є визнання літературознавцем Дмитром Овсянико-Куликовським (послідовником Потебні і Веселовського) та Ернстом Махом результатів наукової праці Енгельмейєра – обидва вчені написали передмову до «Теории творчества», в яких висловили подяку автору за його дослідження *(Энгельмейер, 2010)*. Енгельмейєр, досліджуючи процес винахідництва, виділяє три етапи: перший – зародження задуму, другий – «еврилогичний процес», третій – впровадження винаходу, доведення задуму до результату. Наведемо слова вченого: «Узагальнена формула триакту наступна: людська творчість є сукупна функція трьох дій: бажання, зняння та вміння. Функцію бажання (інтуїції) ми називаємо першим актом, функцію знання (міркування) другим актом, фунцію вміння (рутини) третім актом» *(Энгельмейер, 2010)*. Енгельмейєр наголошує про обов'язкове доведення до кінцевого результату, реалізацію та впровадження кожного плану, він вважає недостатнім лише теоретичні дослідження.

Посилання Енгельмейєра на Маха обумовлено глибокими дослідженнями видатного фізика і філософа питань природи винахідництва *(Энгельмейер, 1897)*. Окремо необхідно виділити працю Ернста Маха «Познание и заблуждение» (в рос. перекладі), в якій було проведено аналіз методології досліджень, психології винахідництва та історії наукових відкриттів. Мах спробував визначити загальні принципи творчого процесу, досліджуючи послідовність дій відомих науковців, особливо випадки важливих відкриттів. Будучи фізиком і математиком, Мах використовував дослідження психологів і біологів для побудови повної картини природи творчості. Ернст Мах виокремлював серед методів творчої наукової роботи (інструментів пізнання) абстракцію, аналогію, комбінування, фізичний експеримент, розумовий експеримент, метод варіацій, метод припущень, неповну індукцію. Керівні ролі в науковому дослідженні Мах надає абстракції і фантазії. Схильність до фантазування є обов'язковою для науковця і винахідника, за Махом фантазії науковця і художника дещо відрізняються – мистецтво залишається переважно чуттєвим, науці необхідні знання, поняття. Науковому відкриттю завжди передує глибока свідома, навмисна робота, дослідження у відповідному напрямку. Можливість швидко перетворювати чуттєві уявлення в поняття та навпаки є важливою якістю науковця-дослідника *(Мах, 2003)*.

Аналізуючи процес дослідження, Мах заперечує вирішальну роль логіки у нових пізнаннях, він вважає джерелом пізнання спостереження, розділяючи «зовнішнє», чуттєве спостереження і «внутрішнє», яке відноситься до уявлення. Обидва ці напрями надають то один, то інший зв'язок елементів. В основі будь-якого пізнання за Махом лежить інтуїція, логічне пізнання задіяне лише у встановленні згод або протиріч, яке неможливе без даних, що почерпнуті зі сприйняття або уяви. Процес наукової творчості точно описують наступні слова Маха: «Дослідник шукає думку, яку саму спочатку не знає, і не знає надійного шляху до неї. Але ось раптом перед його розумовим поглядом відкривається сама мета або шлях до неї, і він спочатку сам здивований цим відкриттям, як людина, яка, блукаючи в лісі, раптом виходить з гущавини, і все стає зрозумілим для нього. Тільки після того як відкрито головне, починається робота методу, робота систематизації та обробки подробиць» *(Мах, 2003)*. Мах наводив твердження інших дослідників, які вважали, що роботі наукового

дослідження навчитись неможливо, і погоджувався з ними лише частково – формальна і індуктивна логіка за його переконанням не приносить багато користі. Але Мах вважав, що приклади важливих винаходів можуть надати рекомендації та вправи у експериментуванні. Він намагався систематизувати методи і підходи у винахідницькій діяльності. Мах наголошував на тому, що значний прогрес в дослідженні може бути досягнутий лише при взаємному обміні відомостями, сприянні, соціальному об'єднанні людей.

Енгельмейєр в своїх роботах також посилається на працю *«Essai sur l'imagination créatrice» (1900 р., в перекладі російською «Творческое воображение»)* Теодюля Арман Рібо (1839–1916) – французького психолога та педагога *(Рибо, 1901)*. Саме з середини XIX століття почали з'являтися серйозні дослідження з психології про природу творчої діяльності. Пік вивчення проблеми творчості настав на початку XX століття. В праці *«Essai sur l'imagination créatrice»* Рібо виділяє органічні умови існування творчої уяви у людини та три фактори: інтелектуальний, емоціональний та несвідомий; при цьому розрізняє декілька типів уяви: пластичну, містичну, розпливчасту та наукову. Рібо проводить аналіз можливих підходів до розвитку уяви, досліджує характерні особливості відомих винахідників, намагається визначити закони розвинення творчої уяви. Цікавим в роботі є і поділ на напрями: уява в торгівлі та уява в «утопії». Рібо намагався якомога точніше класифікувати психологічні аспекти поняття уяви, виявити закономірності в процесі винахідництва, визначити основні принципи творчого процесу та схожі органічні характеристики відомих винахідників та геніїв. Досліджуючи історію видатних винаходів, Рібо наводить повторювану послідовність етапів – спочатку спроби, які не є успішними за причин або передчасності, або недостатньої інформації; потім появи генія з великою творчою уявою, який здійснює великий винахід; і після цього його послідовники, учні доробляють, вдосконалюють та доводять до кінцевого результату. Особливо ці етапи відповідають етапам винахідництва техніки, тому Рібо окремо зупиняється на характерних рисах «механічної уяви» – винахідник повинен мати вроджені якості, напрям розумової діяльності в практичну сторону. Кожний механічний, технічний винахід випливає з потреби поліпшити, вдосконалити існування людини. Рібо говорить про схожість технічної та наукової творчості, технічні винаходи за його розумінням лише вимагають більшої послідовності дій. Рібо розділяє творчість технічну і наукову від мистецької, але при цьому спільною залишається несвідома діяльність, яка завжди є одним з найважливіших чинників творчості *(Рибо, 1901)*.

Підхід до творчості як до раптового осяяння прив'язав це до можливих ситуацій, коли логічні прийоми розв'язування залишаються безрезультатними. Питання інтуїції, несвідомої психічної діяльності стало одним з головних при аналізі винахідництва. Починаючи ще з часів античності вчені говорять про те, що плідна думка перш, ніж народитись, виношується без видимої роботи ума. На важливості несвідомого, чуттєвого сприйняття наголошував і Готфрід Вільгельм Лейбніц. Несвідомі уявлення займають в його ідеалістичній філософії центральне місце. Цікавим є роз'яснення появи самої ідеї видатним філософом Артуром Шопенгауером, погляд якого став вихідною точкою філософії несвідомого. Він описує цей процес як «бродіння у темній глибині души сприйнятого зовні матеріалу, за допомогою якого він перероблюється у думки… продукт цієї переробки ненавмисно проникає у свідомість» *(Шопенгауэр, 1998)*. На початок XX століття центральною ланкою творчого процесу на думку більшості науковців є інтуїція. Енгельмейєр багаторазово підкреслює найважливішу роль несвідомого в психології творчості та зауважує, що класична психологія мало зробила для пояснення творчого процесу, досліджуючи до середини XIX сторіччя лише «свідому частину души» *(Энгельмейер, 2010)*. За Енгельмейєром у якості першого кроку винахідництва визначено задум або ідею, який може включати і свідому, так і несвідому діяльність дослідника (гіпотеза мислителя, задум митця, ідея інженера), у якості другого – міркування, обговорення, після цього за психологічними дослідженнями повинен бути перехід від свідомої діяльності у несвідому, і третім заключним актом повинно стати відпрацювання, перевірка, визначення правильності, доведення до кінцевого продукту винахідництва. «Теория творчества» з усіх робот Енгельмейєра стала найбільш відомою і зробила великий внесок у подальший розвиток філософсько-психологічної думки, у передмові до перекладу на німецьку мову цієї праці Мах написав слова подяки та визнання автору за його глибокі дослідження природи винахідництва.

Неможливо не відмітити значний внесок в науку про творчість і винахідництво видатного французького математика Анрі Пуанкаре (1854–1912), який був активним учасником міжнародних психологічних конгресів, на яких також обговорювались доповіді Енгельмейєра. Пуанкаре, аналізуючи свою творчу роботу, намагався довести існування та першорядне значення несвідомої сфери психічного. Ідеї Пуанкаре були близькі до висновків Рібо, Маха, Енгельмейєра, роль несвідомого в математичних відкриттях він вважав беззаперечною. Пуанкаре подібно Маху міркує про внесок логіки у процес винахідництва, він вважає, що логіка, яка в математиці має також назву аналіз, є лише зброєю доведення, зброєю же винахідництва є інтуїція. При цьому Пуанкаре говорить, що аналітик може бути винахідником, але таких випадків дуже мало, інтуїція же повинна бути обов'язково підкріплена кропіткою аналітичною роботою. Пуанкаре окремо виділяє серед інструментів творчої роботи аналогію, яка є путівником процесу винахідництва. Це співпадає з поглядами Маха, як і інші інструменти творчості, що наводить Пуанкаре: експеримент, індукція, припущення, гіпотеза, фантазія, комбінування. Пуанкаре часто посилається на Маха, погоджуючись з його твердженням, що роль науки складається у створенні економії думки, важливість якого-небудь факту вимірюється його продуктивністю. Цінність результату винаходу вимірюється порядком, який він наводить там, де до того панував хаос. Досліджуючи у більшій мірі механізм математичної творчості, Пуанкаре наголошує, що він суттєво не відрізняється від процесу будь-якої іншої творчості *(Пуанкаре, 1983)*.

У знаменитій доповіді на засіданні Психологічного суспільства в Парижі (1908 р.) Пуанкаре визначив схему творчого процесу, який проходить чотири етапи: підготовка, інкубація, осяяння, доведення і перевірка. Четвертий етап призводить або до успіху, або до поверненню дослідження до першого етапу. Пуанкаре зауважує про можливість обману несвідомого, помилкових ідей, несвідоме ніколи не надає результатів повністю та у завершеному вигляді *(Адамар, 1970)*. Пуанкаре наголошує про необхідну кропітку свідому роботу, несвідоме є плодом довгої розумової праці над проблемою. «Роль несвідомої роботи в математичних відкриттях здається мені беззаперечною. Часто, коли людина працює над яким-небудь складним питанням, вона спочатку, взявшись за роботу, не досягає нічого. Потім вона відпочиває і знову сідає за стіл. Упродовж першої півгодини вона все ще нічого не знаходить, але потім вирішальна ідея відразу приходить їй в

голову… Найбільш ймовірно, що відпочинок був заповнений несвідомою роботою. Вона неможлива або в деяких випадках є неплідною, якщо їй не передував та за нею не йшов період свідомої роботи», – цей вислів Пуанкаре визначає обов'язкові умови плідної творчої роботи дослідника. За прикладами Пуанкаре раптові натхнення виникають лише після свідомих зусиль, тобто зусилля «пускають в хід машину несвідомого, без них вона би не запрацювала і нічого б не зробила» *(Пуанкаре, 1983)*.

Можна сказати, що ідеї несвідомо «проростають» з масиву інформації, отриманих людиною знань. Творчий синтез завжди супроводжується аналізом, нове з'являється шляхом перероблення існуючих знань, і тут чітко прослідковуються відповідність визначенню античними науковцями одного з методів винахідництва, основаного на комбінуванні існуючих елементів з додаванням нових. Вислів філософа Едуарда фон Гартмана (1842–1906) щодо творчого процесу «Все зводиться до роз'єднання відомих уявлень та поєднання частин на інший лад» також повторює цей принцип *(Гартман, 2016)*. Ідеї зароджується не на порожньому місці, лише наявні знання можуть дати поштовх чомусь новому, але поява нового пояснюється несвідомим. За Енгельмейєром інтуїція ближче до істини, ніж розум, але розум дає можливість виразити інтуїцію, зробити ідеї реальністю, впровадити в життя.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Рібо, Енгельмейєр, Мах, Овсянико-Куликовський, Пуанкаре – саме ці науковці на початку третього етапу розвитку філософії і науки зробили вагомий внесок у розвиток науки про творчість, завданням якої є встановлення загальних методів та закономірностей винахідницької діяльності. Представляючи різні країни, різні науки, ці видатні вчені об'єднались заради якомога повного аналізу природи людської творчості. Зустрічаючись на конференціях, вивчаючи дослідження один одного, спілкуючись особисто, вони змогли зробити якісний стрибок у розвитку евристики. Серед важливих досягнень необхідно виділити визначення послідовності дій при винахідництві, основних інструментів творчої діяльності та особливо слід відзначити визнання усіма вченими провідної ролі несвідомої психічної діяльності. Це визначило напрями подальших досліджень для психологічних, філософських, педагогічних, технічних наук щодо розвитку евристичних методів.

Наступний період (XX століття) ознаменувалось становленням технічних наук з власними технічними теоріями – інженерне знання прийняло наукову форму. Почали формуватись професійні суспільства, засновано науково-технічні журнали, створено дослідницькі лабораторії. Технічні системи стають настільки складними, що для їх створення потрібні знання з багатьох наукових дисциплін. Автоматизація виробничої діяльності потребує евристичних підходів, процес розв'язування складних технічних задач як специфічний вид евристичної діяльності потребує від людини спеціальної підготовки, знання методів і закономірностей винахідництва, творчої роботи. Системотехніка, інженерне проектування, системний аналіз, кібернетика прискорювали дослідження закономірностей і процесів творчого мислення людини, методи з винахідницької діяльності розроблялись спеціалістами, які безпосередньо конструювали нові технічні засоби. Одночасно з бурхливим розвитком технічних наук психологія також глибоко занурюється в дослідження несвідомої розумової діяльності людини, розробляючи методи і інструменти стимулювання творчої уяви. XX століття стає розквітом досліджень з евристичних методів. Подальше дослідження має систематизувати досягнення цього періоду для більш глибокого розуміння суті евристичної діяльності, визначити найкращі методи та інструменти в залежності від напряму застосування. Продуктивна інноваційна діяльність неможлива без глибокого розуміння евристичних методів, їх сутності та історії розвитку.

Список використаних джерел

1. Альтшуллер Г. С. *Творчество как точная наука.* М.: Советское радио, 1979. 116 с.
2. Адамар Ж. *Исследование психологи процесса изобретения в области математики. Пер. с франц.* М.: Советское радио, 1970. 152 с.
3. Асмус В. Ф. *Проблема интуиции в философии и математике*. М.: Мысль, 1965. 312 с.
4. Бернштейн С. М. О природе научного творчества (по зарубежным материалам). *Вопросы философии*, 1966. № 6. С. 131-142.
5. Буш Г. *Методы технического творчества.* Рига: Издательство «ЛИЕСМА», 1972. 96 с.
6. Гартман Э. *Сущность мирового процесса, или философия Бессознательного. Метафизика Бессознательного*. М.: Ленанд, 2016. 430 с.
7. Ильин Е. П. *Психология творчества, креативности, одаренности.* СПб.: Питер, 2009. 434 с.
8. Мах Э. *Познание и заблуждение. Очерки по психологии исследования.* М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. 456 с.
9. Пойа Д. *Как решать задачу?* М.: Учпедгиз, 1959. 206 с.
10. Пономарев Я. А. *Психология творчества.* М.: Наука, 1976. 304 с.
11. Пуанкаре А. *О науке: Пер. с франц.* М.: Наука, 1983. 560 с.
12. Пушкин В. Н. *Эвристика – наука о творческом мышлении.* М.: Издательство политической литературы, 1967. 272 с.
13. Рибо Т. *Творческое воображение.* С.-Петербург, 1901. 319 с.
14. Роджерс Н. Творчество как усиление себя. *Вопросы психологии*. 1990. № 1. С. 164-168.
15. Соколов В. Н. *Педагогическая эвристика*. М.: Прогресс, 1995. 320 с.
16. Стратегія розвитку сфери інноваційної діяльності на період до 2030 року URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/526-2019-%D1%80#Text (Дата звернення 25.05.2020).
17. Тесла Н. *Власть над миром*. Алгоритм, 2013. 172 с.
18. Фридман Л. М. Эвристика и педагогика. *Сов. педагогика*. 1971. № 9. С. 138-142.
19. Хуторской А. В. *Дидактическая эвристика: Теория и технология креативного обучения*. М.: Изд-во МГУ, 2003. 416 с.
20. Шопенгауэр А. *Сборник произведений*. *Пер. нем.* Мн.: ООО «Попурри», 1998. 464 с.

21. Энгельмейер П. К. *Изобретения и привилегии: Руководство для изобретателей со вступительным письмом гр. Л. Н. Толстого.* М., 1900. 306 с.
22. Энгельмейер П. К. *Теория творчества.* М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. 208 с.
23. Энгельмейер П. К. Теория познания Эрнста Маха. *Вопросы философии и психологии*. 1897. Кн. 3(38). С. 443-455.
24. Яловега І. Г. Витоки дизайн-мислення: евристика в перший та другий етапи розвитку філософії та науки. *Фізико-математична освіта*. 2019. Випуск 4(22). С. 150-156.
25. Chu, Y.; Li, Z.; Su, Y. & Pizlo, Z. (2010). Heuristics in Problem Solving: The Role of Direction in Controlling Search Space. *The Journal of Problem Solving.* 3 (1). P. 27-51. URL: https://www.researchgate.net/publication/47338654 Heuristics_in_Problem_Solving_The_Role_of_Direction_in_Controlling_Search_Space (Дата звернення 25.05.2020).
26. Nur, Marissa; Vee, Senap & Roslina, Ibrahim (December 1985). Heuristic classification. *Artificial Intelligence.* Volume 27, Issue 3. P. 289-350. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0004370285900165?via%3Dihub (Дата звернення 25.05.2020).
27. Tessaria, Rodolfo K. & De Carvalho, Marco A. (2015). Compilation of heuristics for inventive problem solving. *Procedia Engineering.* 131. P. 50 – 70. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815042319 (Дата звернення 25.05.2020).
28. Samuela, Philip & Ohler, Michael (2015). Classification of TRIZ Techniques Using a CognitionBased Design Framework. *Procedia Engineering.* 131. P. 984 – 992.

References

1. Al'tshuller, G. S. (1979) *Tvorchestvo kak tochnaja nauka [Creativity as an exact science]*. Moskva: Sovetskoe radio [In Russian].
2. Adamar, Zh. (1970) *Issledovanie psihologi processa izobretenija v oblasti matematiki [Psychological study of the invention process in mathematics].* Moskva: Sovetskoe radio [In Russian].
3. Asmus, V. (1965) *Problema intuicii v filosofii i matematike [The problem of intuition in philosophy and mathematics]*. M.: Mysl' [In Russian].
4. Bernshtejn, S. (1966) O prirode nauchnogo tvorchestva (po zarubezhnym materialam) [On the nature of scientific creativity (based on foreign materials)]. *Voprosy filosofii*, 131-142 [In Russian].
5. Bush, G. (1972) *Metody tehnicheskogo tvorchestva [Techniques for technical creativity]*. Riga: Izdatel'stvo «LIESMA» [In Russian].
6. Gartman, Je. (2016) *Sushhnost' mirovogo processa, ili filosofija Bessoznatel'nogo. Metafizika Bessoznatel'nogo [The essence of the world process, or the philosophy of the Unconscious. Metaphysics of the Unconscious.].* M.: Lenand [In Russian].
7. Il'in, E. (2009) *Psihologija tvorchestva, kreativnosti, odarennosti [Psychology of creativity, creativity, giftedness].* SPb.: Piter [In Russian].
8. Mah, Je. (2003) *Poznanie i zabluzhdenie. Ocherki po psihologii issledovanija [Knowledge and delusion. Essays on the Psychology of Research]*. M.: BINOM. Laboratorija znanij [In Russian].
9. Poja, D. (1959) *Kak reshat' zadachu? [How to solve the problem?].* M.: Uchpedgiz [In Russian].
10. Ponomarev, Ja. (1976) A. *Psihologija tvorchestva [Psychology of creativity].* M.: Nauka [In Russian].
11. Puankare, A. (1983) *O nauke [About science].* M.: Nauka [In Russian].
12. Pushkin, V. N. (1967) *Jevristika nauka o tvorcheskom myshlenii [Heuristics – The Science of Creative Thinking].* M.: Izdatel'stvo politicheskoj literatury [In Russian].
13. Ribo, T. (1901) *Tvorcheskoe voobrazhenie [Creative imagination]*. S.-Peterburg [In Russian].
14. Rodzhers, N. (1990) Tvorchestvo kak usilenie sebja [Creativity as strengthening yourself]. *Voprosy psihologii*, 1. 164-168 [In Russian].
15. Sokolov, V. N. (1995) *Pedagogicheskaja jevristika [Pedagogical heuristics]*. M.: Progress [In Russian].
16. Strategija rozvitku sferi innovacijnoї dijal'nosti na period do 2030 roku [Strategy for the development of the sphere of innovation activity for the period until 2030]. (n. d.). zakon.rada.gov.ua. Retrieved from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/526-2019-%D1%80#Text [in Ukrainian].
17. Tesla, N. (2013) *Vlast' nad mirom [Power over the world]*. Algoritm [In Russian].
18. Fridman, L. M. (1971) Jevristika i pedagogika [Heuristics and Pedagogy]. *Sov. Pedagogika*, 9. 138-142 [In Russian].
19. Hutorskoj, A. V. (2003) *Didakticheskaja jevristika: Teorija i tehnologija kreativnogo obuchenija [Didactic Heuristic: Theory and Technology of Creative Learning]*. M.: Izd-vo MGU [In Russian].
20. Shopengaujer, A. (1998) *Sbornik proizvedenij [Collection of works].* Mn.: OOO «Popurri» [In Russian].
21. Jengel'mejer, P. K. (1900) *Izobretenija i privilegii: Rukovodstvo dlja izobretatelej so vstupitel'nym pis'mom gr. L. N. Tolstogo [Inventions and Privileges: A Guide for Inventors with an introductory letter c. L. N. Tolstoy]*. M. [In Russian].
22. Jengel'mejer, P. K. (2010) *Teorija tvorchestva [Creativity theory]*. M.: Knizhnyj dom «LIBROKOM» [In Russian].
23. Jengel'mejer, P. K. (1897) Teorija poznanija Jernsta Maha [Ernst Mach's theory of knowledge]. *Voprosy filosofii i psihologii*, 3(38). 443-455 [In Russian].
24. Yaloveha, I. G. (2019) Vytoky dyzain-myslennia: evrystyka v pershyi ta druhyi etapy rozvytku filosofii ta nauky [Sources Of Design Thinking: Heuristic In The First And Second Stages Of The History Of Philosophy And Science]. *Fizyko-matematychna osvita*, 4(22). 150-156 [in Ukrainian].
25. Chu, Y.; Li, Z.; Su, Y. & Pizlo, Z. (2010). Heuristics in Problem Solving: The Role of Direction in Controlling Search Space. *The Journal of Problem Solving.* 3 (1). P. 27-51. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/47338654 Heuristics_in_Problem_Solving_The_Role_of_Direction_in_Controlling_Search_Space.
26. Nur, Marissa; Vee, Senap & Roslina, Ibrahim (December 1985). Heuristic classification. *Artificial Intelligence.* Volume 27, Issue 3. P. 289-350. Retrieved from: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/ 0004370285900165?via%3Dihub.

27. Tessaria, Rodolfo K. & De Carvalho, Marco A. (2015). Compilation of heuristics for inventive problem solving. *Procedia Engineering.* 131. P. 50 – 70. Retrieved from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/ S1877705815042319.
28. Samuela, Philip & Ohler, Michael (2015). Classification of TRIZ Techniques Using a CognitionBased Design Framework. *Procedia Engineering*. 131. P. 984 – 992.

DEVELOPMENT OF HEURISTIC METHODS AT THE BEGINNING OF THE THIRD STAGE OF THE HISTORY OF PHILOSOPHY AND SCIENCE

Stanislav Zub, Iryna Yaloveha
H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Ukraine

Abstract.

Formulation of the problem. *Improving the innovative culture of citizens is impossible without the modernization of education, which today must include the mandatory training of future professionals for their innovative activities, which are based on heuristic methods. Competency in the approaches, patterns, methods, tools of creative work is a necessary condition for productive innovation. The period of the late XIX – early XX centuries has become the most saturated with new approaches to the expansion of methods of inventive activity through the rapid development of engineering and psychological sciences. The article aims to study the development of heuristic methods at the beginning of the third stage of development of philosophy and science, to determine the main achievements and directions of further research.*

Materials and methods. *The following methods were used in the study: analysis and synthesis of the content of technical, mathematical, physical, philosophical, psychological and pedagogical, historical scientific and methodological research on the problem of formation and development of heuristics at the beginning of the third stage of the history of philosophy and science; comparative-historical, retrospective methods; structural and logical analysis.*

Results. *Among the most important studies on heuristics at the beginning of the third stage of development of philosophy and science are the works of Engelmeier, Mach, Ribot, and Poincaré, who tried to systematize the sequence of stages, methods, and approaches in inventive activity. Sequences of stages of inventive activity proposed by Engelmeier and Poincaré; systematization by Mach and Poincaré of the basic tools of cognition; statements about the obligatory mutual exchange of research results by scientists, assistance and social association of researchers; the proclamation of the main role of the unconscious Ribot, Mach, Engelmeier and Poincaré – all this determined further research in psychological, philosophical, pedagogical, technical sciences on the development of heuristic methods.*

Conclusions. *The analysis of the development of heuristics in the late XIX – early XX centuries provided an opportunity to assess the significant achievements in determining the nature of creativity and patterns of inventive activity, which provided a powerful impetus for further research. It was during this period, thanks to the active cooperation of scientists from different fields and different countries; it was possible to systematize heuristic methods, to determine the sequence of stages in inventive activity. Recognition by scientists of the leading role of unconscious mental activity in the process of the invention indicated an important area of research for the psychological sciences. Productive innovation is impossible without a deep understanding of heuristic methods, their essence, and the history of development.*

Keywords: *heuristics, heuristic methods, creation, inventive activity, innovative activity.*

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

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

Ковальчук М.Б. Алгоритмізація як метод формування понять вищої математики. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 66-73.

Kovalchuk M. Algorithmization as a method of higher mathematics concepts formation. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 2(24). P. 66-73.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-024-2-009
УДК 004: 37

М.Б. Ковальчук
Вінницький національний технічний університет, Україна
maya.kovalchuk@gmail.com
ORCID: 0000-0002-1895-1715

АЛГОРИТМІЗАЦІЯ ЯК МЕТОД ФОРМУВАННЯ ПОНЯТЬ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. *Кожна наука і кожний навчальний предмет оперує певним колом властивих їм понять. Модель вивчення понять впливає на формування знань студентів і рівень їх засвоєння. Вища математика традиційно вважається одним з найважчих предметів у технічних університетах. Зважаючи на сучасні тенденції в інформаційному суспільстві, однією із важливих компонентів успішної професійної діяльності майбутнього інженера є алгоритмічна діяльність. Тому на сьогодні актуальним є формування математичних знань і вмінь на основі алгоритмізації.*

Матеріали і методи дослідження. *Методами дослідження виступили спостереження, аналіз та систематизація накопиченої інформації про доцільність використання алгоритмізації при формуванні понять вищої математики. Також задіяно емпіричний аналіз та метод моделювання для розробки алгоритмів у практиці навчання математики.*

Результати. *Подано основні підходи до алгоритмізації процесу навчання. Здійснено класифікацію алгоритмів залежно від виду навчальної діяльності та диференційованого підходу в навчанні. Обґрунтовано доцільність використання алгоритмічного підходу в теорії та практиці навчання математики.*

Висновки. *Використання алгоритмів та алгоритмічного підходу в навчанні математики сприяє свідомому сприйняттю математичного матеріалу, забезпечує лаконічність, точність і впорядкованість розумових операцій та позитивно впливає на якість засвоєних інформатико-математичних знань.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *алгоритмізація навчання, математичні поняття, інформатизація освіти, методи інформатики, логіко-алгоритмічні знання, алгоритм.*

ВСТУП

Запити інформаційного суспільства, швидкий розвиток технічних засобів та програмного забезпечення вимагають постійного удосконалення вищої технічної освіти. Це стосується не лише оснащення освітніх установ сучасною комп'ютерною технікою, а й значною мірою переосмислення усталених підходів до навчання класичних курсів, зокрема, курсу вищої математики.

Кожна наука і кожна навчальна дисципліна оперує певним колом властивих їй понять. Поняття є однією з головних складових змісту будь-якого предмета, в тому числі і предметів математичного циклу. Термін «поняття» звичайно вживається для позначення розумового образу певного класу об'єктів, процесів об'єктивної реальності або нашої свідомості. Математичні поняття відображають у нашому мисленні просторові форми та кількісні відношення дійсності, абстрагуючись від реальних ситуацій. Повноцінне вивчення математичних понять систематизує знання студентів і сприяє кращому засвоєнню предмета, а першочергова задача викладача математики при вивченні будь-якої теми полягає у формуванні понятєвого апарату теми.

Проблема формування понять давно привертає увагу психологів і педагогів. В методиці навчання математики засвоєння понять розглядалися в дослідженнях О. Г. Євсеєвої, В. Г. Бевз, В. О. Далінгера, П. М. Ерднієва, Ю. М. Колягіна, Г. Л. Луканкіна, А. М. Пишкало, Г. І. Саранцева, С. П. Семенця, О. І. Скафи, З. І. Слепкань, Н. А. Тарасенкова, В. О. Швеця та ін. Формування та засвоєння математичних понять відбувається у процесі розумової (аналітико-синтетичної) діяльності студентів, яка передбачає як загальні (аналіз, синтез, порівняння, зіставлення, абстрагування, узагальнення тощо), так і специфічні розумові дії (дія підведення під поняття і обернена їй дія – виведення наслідків). Через зазначені дії

відбувається керування формуванням понять та здійснюється організація розумової діяльності студентів у процесі навчання.

Одним із ефективних методів організації розумової діяльності, на думку Б. В. Бірюкова, Л. Н. Ланди, Н. Ф. Тализіної, Л. М. Фрідмана та інших, є алгоритмізація навчання. це спрямовує наукові пошуки до визначення шляхів використання алгоритмізації (алгоритмічного підходу) у формуванні математичних понять на заняттях з вищої математики.

Мета статті полягає в обґрунтуванні доцільності використання алгоритмізації як методу формування понять вищої математики.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення мети використано низку теоретичних та емпіричних методів: спостереження і аналіз для систематизації накопиченої інформації про доцільність використання алгоритмізації при формуванні понять вищої математики, аналіз та моделювання - для розробки й використання моделей використання алгоритмізації у теорії та практиці навчання математики.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Результати дослідження показали, що в навчальному процесі найпоширенішими є алгоритми функціонування і управління. У зв'язку з цим доцільно розглядати два підходи до алгоритмізації навчального процесу:

– розв'язування задач за алгоритмічними приписами і складання алгоритмів з метою формування у студентів певних прийомів пізнавальної діяльності,

– організація процесу навчання під керівництвом викладача з метою управління пізнавальною діяльністю студентів.

Найчастіше складання алгоритму допомагає в засвоєнні і розумінні якогось поняття або теореми, а також при встановленні логічного ланцюжка розв'язування задачі, тому нами виділені:

1) алгоритми вивчення понять і доведення теорем (теоретичні алгоритми);

2) алгоритми розв'язування завдань (практичні алгоритми (*Демидович, 1973*).

У науковій літературі висвітлюється два підходи до визначення поняття "алгоритм": математичний і дидактичний. В даному дослідженні алгоритм розглядається як модель системи дій, яка визначає діяльність студентів з вирішення навчально-пізнавальних завдань з функціями: модель дій відповідно до змісту; засіб формування і розвитку знань і вмінь студентів; засіб реалізації методів навчання.

Формування понять базується на використанні двох типів алгоритмів: функціонування і управління. В межах даного дослідження на прикладі вивчення теми «Невизначений інтеграл» ми розглянемо застосування алгоритмів обох типів.

Поняття «невизначеного інтеграла» є одним з основних понять вищої математики, оскільки крім теоретичного має ще й велике прикладне значення. Відповідно до діяльності студентів поняття «невизначений інтеграл» містить теоретичну і практичну складову. Тому ми розглянемо: алгоритми на рівні формування понять; алгоритми на рівні теорій (доведення теорем); алгоритми на рівні формування вмінь (методи інтегрування).

Тепер детальніше розглянемо виділені алгоритми в навчанні на лекціях і практичних заняттях.

Спочатку виконаємо аналіз теоретичного матеріалу (табл. 1).

Таблиця 1

Аналіз формулювань означень понять теми «Невизначений інтеграл»

№	Поняття	Факти	Формулювання означень	Способи діяльності	
1	Первісна	Основна властивість первісної. Теорема про суму первісних. Теорема про первісну від добутку функції і константи. Теорема про первісну від складеної функції.	Функцію $F(x)$ називають первісною для функції $f(x)$ на заданому проміжку, якщо для всіх x із цього проміжку $F'(x)=f(x)$.	Знаходження первісних.	Відпрацювання операцій, які формують спосіб діяльності. Відпрацювання операцій, які входять у спосіб діяльності. Застосування способу діяльності (різні рівні).
2	Невизна-чений інтеграл		Сукупність усіх первісних функції $y=f(x)$ на проміжку I називається невизначеним інтегралом і позначається $\int f(x)dx$.	Знаходження невизначених інтегралів.	

Першим поняттям, з якого починається вивчення теми «Невизначений інтеграл», є первісна. Актуалізацію поняття первісної доцільно почати з взаємно обернених операцій, які вже відомі студентам зі шкільного курсу математики: додавання – віднімання, множення – ділення, піднесення до степеня – добування кореня. Оскільки диференціювання та інтегрування – взаємно обернені операції, то на етапі актуалізації знань необхідно повторити означення похідної та таблицю похідних, щоб потім вміти застосовувати її в оберненій послідовності, а далі на кількох прикладах згадати операцію диференціювання (для функції $f(x)$ знайти її похідну $f'(x)$) і поставити питання про зворотну операцію – знаючи похідну $f'(x)$ відновити функцію $f(x)$, яку диференціювали. Наприклад, похідна від якої функції дорівнює $3x^2$? Неважко здогадатися, що похідну $3x^2$ має функція x^3.Тобто, x^3 – це первісна для функції $3x^2$.

Після розгляду декількох прикладів на відтворення функції, слід ввести означення первісної: функція $F(x)$називається первісною для функції $f(x)$ на заданому проміжку, якщо для всіх x з цього проміжку виконується рівність $F'(x)=f(x)$.

Слід звернути увагу студентів на те, що на відміну від похідної, яка спочатку визначалася в точці, а потім на проміжку, первісна відразу визначається на проміжку. Наступний крок полягає в тому, щоб показати, що операція інтегрування на відміну від операції диференціювання не однозначна, існує безліч первісних для даної функції, що відрізняються одна від одної на сталу величину C. Наприклад, первісною для функції $y=6x$ буде будь-яка функція виду $y=3x2+C$, так як $y=(3x2+C)'=6x$. Розв'язання таких вправ передбачає передусім свідоме відтворення означення поняття первісної для функції на поданому проміжку, а також схеми дій для перевірки того, чи є подана функція первісною для деякої функції на проміжку.

Перед доведенням основної властивості первісної слід розглянути ознаку сталої функції: для того, щоб диференційована на інтервалі функція була сталою, необхідно і достатньо, щоб на цьому інтервалі її похідна дорівнювала нулю.

Основну властивість первісної можна сформулювати так: якщо функція $F(x)$ є первісною функції $f(x)$ на проміжку I та C – довільне число, то функція $y=F(x)+C$ також є первісною функції $f(x)$ на проміжку *I*. З цієї властивості випливає, що графіки будь-яких двох первісних даної функції можна отримати один з одного паралельним перенесенням уздовж осі ординат.

При знаходженні первісних, як і при знаходженні похідних, застосовуються правила: для первісної суми, про сталий множник, первісна для функції $f(kx+b)$, тобто:

1. Якщо $F(x)$ – первісна для $f(x)$, $G(x)$ – первісна для $g(x)$, то $F(x)+G(x)$ – первісна для $f(x)+g(x)$.
2. Якщо $F(x)$ – первісна для $f(x)$ і k – стала, то $k\cdot F(x)$ – первісна для $k\cdot f(x)$.
3. Якщо $F(x)$ – первісна для $f(x)$ і k,b – сталі, то $F(kx+b)$ /$k\cdot$– первісна для $f(kx+b)$.

Особливу увагу звертаємо на третю властивість, оскільки вона трохи складніша у застосуванні. В цьому випадку доцільно виділити *алгоритм* знаходження первісної функції $y=f(kx+b)$.

Алгоритм 1

(алгоритм функціонування)

1) знайти первісну $y=F(x)$ для функції $y=f(x)$;
2) у виразі для функції $y=F(x)$ аргумент x замінити лінійним виразом ($k\cdot x+b$);
3) вираз з пункту 2) помножити на $\frac{1}{k}$.

Розглядати невизначений інтеграл слід з такого означення: невизначений інтеграл – це сукупність первісних для додатної функції $f(x)$ і позначається символом $\int f(x)dx$, де $f(x)$ – підінтегральна функція, $f(x)dx$–підінтегральний вираз.

Для початку потрібно навчитись знаходити інтеграл за допомогою таблиці невизначених інтегралів з перевіркою та на перших етапах навчання.

У процесі роботи студенти проводять операції порівняння, зіставлення, підведення під поняття. Тим самим готується ґрунт для оформлення алгоритму як завершального етапу заняття. При цьому мета складання схеми-алгоритму – систематизувати отриману на лекції інформацію, пов'язати теорію з практикою.

Алгоритм 2

(алгоритм управління)

Алгоритм формування поняття «невизначений інтеграл».

1) опорні знання (означення похідної, таблиця похідних);
2) приклади на відновлення функції за її похідною;
3) поняття первісної: розглядаємо приклади, які підводять під дане поняття; узагальнюючи результати наведених прикладів формулюємо означення первісної та невизначеного інтегралу;
4) прикладах на неоднозначність операції інтегрування на відміну від операції диференціювання;
5) ознака сталої функції;
6) основна властивість первісної;
7) правила інтегрування;
8) табличне інтегрування.

Слід зауважити, що введення понять та їх застосування відбувається не тільки на лекціях, але й на практичних заняттях та в процесі організації самостійної роботи студентів. Аналіз підручників і задачників з курсу вищої математики дозволяє виділити два основні підходи до розв'язування завдань – *формальний*, коли розв'язування ведеться на основі розроблених приписів, та *евристичний*, коли неможливо дати строгий припис, а доводиться обмежуватися лише загальними рекомендаціями, що дозволяють раціонально вести пошук розв'язків.

У процесі вивчення вищої математики практичні завдання відіграють велику роль. Їх розв'язування допомагає глибше зрозуміти теорію: розкрити зміст означень, показати тонкості, які завуальовані в формулюваннях і доведеннях теорем і т. д. До навчання через задачі закликають автори багатьох робіт (*Ткачьова, 1994; Утєєва, 1998; Федорков, 1988; Мумряєва, 2001; Вілєнкін, 1977*). При переході від теорії до практики, тобто при розв'язуванні завдань, існують об'єктивні труднощі. У науково-методичній літературі розглядаються різні підходи до навчання студентів розв'язуванню завдань. Ми зупинимося на одному з них. Основою даного підходу є розв'язування так званих типових завдань. Ідея полягає в тому, що можна відібрати певний мінімум завдань, оволодівши методами розв'язування яких, студент зможе розв'язати будь-яке завдання на рівні програмних вимог з досліджуваної теми. Оскільки, типові завдання передбачається використовувати при роботі з усіма студентами, то це буде комплекс завдань серед яких будуть і ті, алгоритм розв'язання яких відомий.

Хтось може заперечити, що якщо відомий алгоритм розв'язання, то це завдання завжди стандартне, а в літературі неодноразово наголошується, що навчання алгоритмам слабо розвиває мислення студентів. Дійсно, зустрічається така точка зору, але це не так.

По-перше, в цьому твердженні міститься неточність, оскільки загальні методи (стосовно кожної конкретної теми) повинні спиратися на алгоритми розв'язання типових задач (без цього вони не працюють). По-друге, доцільність і важливість знайомства студентів з алгоритмами розв'язування різних завдань визначається тим, що формування в них алгоритмічної культури є одним із завдань вищої школи. Складання ж алгоритмів є творчою діяльністю, тому спільна діяльність викладача і студента на занятті по вибору, обґрунтуванню і систематизації алгоритмів розв'язування безумовно сприяє розумовому розвитку студентів а не гальмує його.

Нарешті, не потрібно забувати, що для розв'язування нестандартних математичних задач важливе значення має особистий досвід студента, який набутий ним в процесі навчання. Використання в подальшому цього досвіду в процесі пошуку методів розв'язування завдань особливо ефективно здійснюється шляхом впізнавання в нових завданнях послідовності ключових завдань (а ця діяльність не зводиться до алгоритмічної та безумовно свідчить про розвиток мислення студентів).

Існують різні методи обчислення невизначених і визначених інтегралів. Деякі з яких успішно лягають в алгоритмічну схему. Однак, будь-які задачі на обчислення інтеграла не можна віднести до типових, хоча для деяких з них скласти алгоритмічні приписи можливо. Далі мова піде про такі завдання.

Здавалося б, методика навчання розв'язуванню типових задач, які є основою для засвоєння вищої математики, має бути представлена в літературі досить добре. Однак аналіз вузівських задачників *(Дубовик, 2011; Васильченко, 1994; Давидов, Коровкін & Нікольський, 1997; Демідович, 1997; Єфімов & Демідович, 1993; Єфімов & Демідович, 1986; Єфімов & Поспєлов, 2002; Кононюк, 2009; Кривуца, Барковський & Барковська, 2005;* Курпа, Кашуба *& Лінник,2009; Курпа, Кирилова & Ліінник*, 2009*)* показує, що це зовсім не так. У кращому випадку автори розбивають конкретні приклади розв'язування задач певного типу, не даючи при цьому загальних рекомендацій і не виділяючи чітко послідовність дій. Що стосується підручників *(Дубовик, 2013; Васильченко, 2014; Васильченко, 1994; Кононюк, 2009; Овчінніков, Яремчук & Михайленко, 2007; Сенчук, 2003; Сенчук, 2006)*, то вони дають вичерпні вказівки тільки до розв'язування окремих типів задач. Наприклад,

$$\int \frac{dx}{\sqrt{x^2+3x+6}}.$$

Після прочитання студенти пробують намітити наступну послідовність дій.

Алгоритм 3

(алгоритм функціонування)

1) в знаменнику дробу виділити повний квадрат двочлена;
2) позначити його (повний квадрат) за нову змінну;
3) перейти в підінтегральному виразі до нової змінної;
4) обчислити інтеграл;
5) у відповіді перейти до старої змінної.

Таким чином студент неявно створює в своїй свідомості алгоритм розв'язування завдань даного типу. Ми пропонуємо для слабких студентів проводити на перших порах повну деталізацію процесу розв'язування, тим самим підвищуючи рівень розвитку мотиваційного компонента.

Алгоритмічні приписи складаються таким чином, щоб кожен блок містив вказівки до виконання однієї елементарної операції. Поняття елементарної операції відносне. Все залежить від того, хто є виконавцем.

Елементарними операціями будемо називати ті математичні дії, які повинні бути на даний момент засвоєні більшістю студентів. Зокрема, це означає, що для основної більшості студентів, що приступають до обчислення інтегралів від найпростіших раціональних дробів, операції доповнення суми ($p^2 + px$) до повного квадрата двочлена, застосування табличних інтегралів і т.д. повинні бути елементарними.

На нашу думку, навчання розв'язуванню типових задач (навіть для слабких студентів) зводиться до двох проблем:

– повне засвоєння студентами виділених елементарних операцій;

– закріплення в свідомості певної їх послідовності, що веде до одержання бажаного результату.

Традиційно, важкими є завдання на заміну змінної інтегрування. Це пов'язано з наявністю елемента евристики, який полягає в тому, що перш ніж розв'язувати задачу, потрібно вибрати відповідну формулу і підвести під неї даний інтеграл.

Аналіз вузівських задачників показує, що обчислення інтегралів методом заміни змінної зводиться, в основному, до використання двох рівностей:

1) $\int f(ax+b)=\frac{1}{a}\int f(t)dt$, де $t=ax+b$;

2) $\int f\left[\varphi(x)\right]\varphi'(x)dx=\int f(t)dt$, де $t=\varphi(x)$

Рівність 1 є окремим випадком рівності 2. Вона виділяється тут лише в дидактичних цілях. Зауважимо, що мова зараз йде про найпростіші випадки заміни змінної. Ми не зачіпаємо ні тригонометричні підстановки, ні підстановки Ейлера, ні ті, які застосовуються у випадку інтегрування ірраціональностей і т. д.

Таким чином, аналіз задачників показує, що на початковому етапі проблема полягає в тому, щоб навчити студентів бачити ситуації, в яких потрібно застосовувати формулу 1 або 2.

Традиційне навчання інтегрування проходить без обов'язкового виділення в явному вигляді послідовності елементарних дій. Однак проведене дослідження показує, що використання елементів алгоритмізації надійніше і скоріше призводить до бажаного результату.

Відповідно до рівневої диференціації студентів в залежності від успішності в навчанні в таблиці 2 запропоновані різні типи алгоритмів.

Таблиця 2

Класифікація алгоритмів залежно від виду навчальної діяльності та диференційованого підходу в навчанні

Рівневі алгоритми **Алгоритми управління навчанням**	**Конкретні**	**Узагальнені**	**Спеціальні**
Лекційні заняття	студентам пропонується алгоритм вирішення конкретного навчального завдання	студентам пропонується алгоритм вирішення класу навчальних задач	студентам пропонується конструювання алгоритму
Практичні заняття	студенти використовують алгоритм вирішення конкретного завдання	студенти використовують алгоритм вирішення класу задач або доведення теорем	студенти за допомогою викладача конструюють алгоритми
Самостійна робота	студенти самостійно використовують алгоритм вирішення конкретного завдання	студенти самостійно використовують алгоритм вирішення класу задач або доведення теорем	Студенти самостійно конструюють алгоритми

Доцільно також залучати самих студентів до побудови алгоритмічних приписів. Це сприяє вирішенню одного з найважливіших завдань процесу навчання - розвитку творчої діяльності студентів. Залучення студентів до самостійної побудови алгоритмічних приписів повинно проводиться не епізодично, а систематично. Так, після знаходження декількох прикладів на знаходження невизначеного інтеграла способом підстановки слід запропонувати студентам скласти припис алгоритмічного типу для знаходження невизначених інтегралів способом підстановки. Після цього розпорядження корегується, і його остаточний вигляд може бути таким.

Алгоритм 4

(алгоритм функціонування)

1) визначити вид табличного інтеграла;
2) визначити вид підінтегрального виразу, який необхідно замінити новою змінною;
3) знайти диференціал обох частин рівності, яка одержана в результаті введення нової змінної;
4) знайти вираз для диференціала попередньої змінної;
5) замінити попередню змінну шуканого інтеграла новою змінною;
6) знайти інтеграл, отриманий в результаті введення нової змінної;
7) в одержаному результаті замінити нову змінну попередньою.

Для закріплення цього алгоритму студентам пропонується розв’язати самостійно декілька прикладів на інтегрування способом підстановки.

Роль алгоритмів в навчанні математики дуже велика. Розв'язування задач за алгоритмом часто швидко і легко приводить до бажаного результату, тоді як незнання алгоритму може привести до численних помилок і великої втрати часу. Студенти, які добре засвоїли алгоритми розв’язування завдань, можуть оперувати згорнутими знаннями при розв’язуванні інших, складніших завдань. Засвоєні алгоритми допомагають звільнити свідомість від зайвої роботи і допомагають успішно розв’язувати завдання різного ступеня складності.

Автоматизувати деякі дії студентів можна через самостійне розв’язування алгоритмічних задач.

При виконанні завдань самостійної роботи алгоритмічного типу студенти здійснюють наступні дії:

– чітко виконують усі зазначені кроки для вирішення поставленої задачі;

– в процесі послідовного виконання всіх цих дій відтворюють необхідні знання і навички, отримані раніше.

Аналіз дій, які здійснюють студенти, дозволяє виділити вимоги до завдань, включених в даний тип самостійної роботи.

1. Проблема в завданні повинна бути сформульована.
2. Необхідно давати завдання з чітким зазначенням послідовності виконання всіх його кроків.
3. У формулюванні алгоритму повинні бути вказані необхідні формули та властивості, або посилання на них.
4. В умові повинно бути зазначено, які завдання або способи виконання слід застосувати.
5. Завдання цього типу містять відомості в межах однієї теми курсу.

Наведемо приклад таких завдань

1 рівень складності

1. Побудувати інтеграл, який можна знайти за допомогою заміни змінної і обчислити його.
2. Довести теорему: «Невизначений інтеграл від алгебраїчної суми двох або декількох функцій дорівнює алгебраїчній сумі їх інтегралів $\int[f_1(x)\pm f_2(x)]dx=\int f_1(x)dx\pm\int f_2(x)dx$ », використовуючи наступний алгоритм:
    1) знайдіть похідну від лівої частини вказаної рівності;

2) знайдіть похідну від правої частини вказаної рівності;

3) використовуйте наступну властивість $\left(\int f(x)dx\right)' = \left(F(x)+c\right)' = f(x)$;

4) зробіть висновок про рівність похідних від лівої і правої частини рівностей;

5) запишіть висновок про доведення запропонованої теореми.

3. Записати алгоритм застосування методу інтегрування частинами (відповідь з використанням відомого алгоритму).

2 рівень складності

Довести теорему: «Невизначений інтеграл від алгебраїчної суми двох або декількох функцій дорівнює алгебраїчній сумі їх інтегралів $\int[f_1(x)\pm f_2(x)]dx=\int f_1(x)dx\pm\int f_2(x)dx$ » на основі рівності похідних від лівої і правої частин рівності.

Знайти інтеграл $\int x^2e^x dx$ методом інтегрування частинами.

3 рівень складності

Із наведених нижче доведень виберіть те, яке буде доведенням наступної теореми: «Невизначений інтеграл від алгебраїчної суми двох або декількох функцій дорівнює алгебраїчній сумі їх інтегралів».

Доведення 1.

Знайдемо похідну від лівої і правої частин, одержимо

$$\left(\int a\ f(x)dx\right)' = a\ f(x);$$

$$\left(\int a\ f(x)dx\right)=a\left(\int f(x)dx\right)' = a\ f(x).$$

Похідна від лівої і правої частин рівні, звідси випливає, що виконується вказана рівність.

Доведення 2.

Знайдемо диференціал добутку UV за формулою $d(UV)=UdV+VdU$. Інтегруючи, одержимо $UV=\int UdV+\int VdU$ або $\int UdV=UV-\int VdU$, що і потрібно було довести (можна замінити U на f_1, V на f_2.

Доведення 3. Наводиться коректне доведення даної теореми.

4 рівень складності

Сформулюйте теорему, проаналізувавши дане доведення.

Доведення.

Знайдемо похідні наступних рівностей

$$\left(\int[f_1(x)+f_2(x)]dx\right)' = f_1(x)+f_2(x)$$

$$\left(\int f_1(x)dx+\int f_2(x)dx\right)' = \left(\int f_1(x)dx\right)' + \left(\int f_2(x)dx\right)' = f_1(x)+f_2(x)$$

Одержані похідні рівні між собою. Ми довели теорему.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Алгоритми мають важливу функціональну властивість бути моделями розумової діяльності. Тому, маючи деякий зразок того, як треба міркувати і діяти в ході розв'язання завдань, студенти мають можливість регулювати процес власних розумових дій.

Формування понять вищої математики базується на використанні алгоритмів двох типів: функціонування та управління. Побудова та використання алгоритмів забезпечує лаконічність, точність і впорядкованість розумових дій студентів.

До напрямів подальших досліджень відносимо перевірку ефективності використання алгоритмів функціонування щодо формування операційних компонентів розумової діяльності студентів.

Список використаних джерел

1. Вища математика. Збірник задач : навч. посіб./ Дубовик В. П. та ін.; Київ: А.С.К., 2011. 480 с.
2. Вища математика: навч. посіб. для студ. вищ. навч. зак./ Дубовик В.П. та ін.; Київ: Ігнатекс-Україна, 2013. 648 с.
3. Вища математика. Основні означення, приклади і задачі: навч. посіб. для студентів природ. ф-тів ун-тів і техн. ВНЗ: у 2 кн. Кн. 1. / за ред. І.П. Васильченко. Київ: Либідь, 1994 . 309 с.
4. Вища математика. Основні означення, приклади і задачі: навч. посіб. для студентів природн. ф-тів ун-тів і техн. ВНЗ: у 2 кн. - Кн. 2 / за ред. І. П. Васильченко. Київ: Либідь, 1994. 277 с.
5. Виленкин Н.Я., Мордовии А.Г. Пределы, непрерывность. Пособие для учителей. Москва: Просвещение, 1977. 78 с.
6. Давыдов Н. А., Коровкин П. П., Никольский В. Н. Сборник задач по математическому анализу: учебное пособие. Москва: Просвещение, 1973. 255 с.
7. Демидович Б. П. Сборник задач и упражнений по математическому анализу: учеб. пособие. – 18-е изд., испр. Москва: Изд-во Моск. Ун-та, ЧеРо, 1997. 624 с.
8. Ефимов А.В., Демидович Б.П. Сборник задач по математике для втузов. В 4-х частях. Часть 1. Линейная алгебра и основы математического анализа. Учеб. пособие для втузов. - 3-е изд., испр. Москва: Наука, 1993. 480 с.

9. Ефимов А.В., Демидович Б.П. Сборник задач по математике для втузов. В 4-х частях. Часть 2. Специальные разделы математического анализа. Учебное пособие.–2-е изд. Москва: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. 368 с.
10. Ефимов А. В., Поспелов А. С. Сборник задач по математике для втузов. В 4 частях. Часть 3. Учеб. пособие для втузов – 4-е изд., перераб. и доп. Москва: Издательство Физико-математической литературы, 2002. 576 с.
11. Кононюк А. Ю. Вища математика (модульна технологія навчання): навч. посіб.: [в 2 кн.]. Кн. 2. Київ: КНТ, 2009. 788 с.
12. Кривуца В. Г., Барковський В. В., Барковська Н. В. Вища математика: практикум: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Київ: Центр навчальної літератури, 2005. 535 с.
13. Курпа Л. В., Кашуба Ж.Б., Лінник Г.Б. Вища математика в прикладах і задачах: у 2 т. Т.1: Аналітична геометрія та лінійна алгебра. Диференціальне та інтегральне числення функцій однієї змінної: навч. посібник / за ред. Л. В. Курпи. Харків: НТУ «ХПІ», 2009. 532с.
14. Курпа Л. В., Кириллова Н. О., Лінник Г. Б. Вища математика в прикладах і задачах: у 2 т. Т.2: Диференціальне числення функцій багатьох змінних. Диференціальні рівняння та ряди: навч. посібник /за ред. Л. В. Курпи. Харків: НТУ «ХПІ», 2009. 432 с.
15. Мумряева С. М. Алгоритмический подход к изучению математического анализа в педвузе в условиях дифференцированного обучения: дис… канд. пед. наук.: 13.00.02. Саранск, 2001. 159 с.
16. Овчинников П. П., Яремчук Ф. П., Михайленко В. М. Вища математика: Підручник. У 2 ч. Ч. 1: Лінійна і векторна алгебра. Аналітична геометрія. Вступ до математичного аналізу. Диференціальне і інтегральне числення /За заг. ред. П.П. Овчинникова; Пер. з рос. П.М. Юрченка. К.: Техніка, 2007. 600 с.
17. Овчинников П.П., Яремчук Ф.П., Михайленко В.М. Вища математика: Підручник. У 2 ч. Ч. 2: Диференціальні рівняння. Операційне числення. Ряди та їх застосування. Стійкість за Ляпуновим. Рівняння математичної фізики. Оптимізація і керування. Теорія ймовірностей. Числові методи**/** За заг. ред. П.П. Овчинникова; Пер. з рос. П.М. Юрченка. К.: Техніка, 2007. 792 с.
18. Сенчук Ю. Ф. Математический анализ для инженеров: учеб. пособие: [в 2 ч.]. Ч. 1. Нац. техн. ун-т "Харьков. политехн. ин-т". Харьков : НТУ "ХПИ", 2003. 408 с.
19. Сенчук Ю. Ф. Математический анализ для инженеров: учеб. пособие: [в 2 ч.]. Ч. 2. Нац. техн. ун-т "Харьков. политехн. ин-т". Харьков: НТУ "ХПИ", 2006. 376 с.
20. Ткачева М. В. Реализация в обучении математике многомерной модели дифференциации образования: автореф. дис...докт. пед. наук: 13.00.02. Москва, 1994. 50 с.
21. Утеева Р. А. Теоретические основы организации учебной деятельности учащихся при дифференцированном обучении математике в средней школе: дис... канд. пед. наук: 13.00.02. Москва, 1998. 363 с.
22. Федорков И. М. Воспитание учебно-познавательной самостоятельности у студентов в процессе изучения естественно-математических наук: автореф. дис... канд. пед.наук: 13.00.01. Минск, 1988. 19 с.

References

1. Dubovyk, V. P. et al (2011). Vyshcha matematyka. Zbirnyk zadach : navch. posib. *[Higher mathematics. Collection of tasks].* Kyiv: A.S.K. [in Ukraine].
2. Dubovyk, V. P. et al (2013). Vyshcha matematyka: navch. posib. dlia stud. vyshch. navch. zak *[Higher mathematics]*. Kyiv : Ihnateks-Ukraina [in Ukraine].
3. Vasylchenko, I. P. (Ed.). (1994). Vyshcha matematyka. Osnovni oznachennia, pryklady i zadachi: navch. posib. dlia studentiv pryrod. f-tiv un-tiv i tekhn. VNZ: u 2 kn. Kn. 1 *[Basic definitions, examples and tasks].* Kyiv : Lybid [in Ukraine].
4. Vasylchenko, I. P. (Ed.). (1994). Vyshcha matematyka. Osnovni oznachennia, pryklady i zadachi: navch. posib. dlia studentiv pryrod. f-tiv un-tiv i tekhn. VNZ: u 2 kn.- Kn. 2 *[Basic definitions, examples and tasks]*. Kyiv : Lybid [in Ukraine].
5. Vilenkin, N.. Ja. & Mordovii, A. G. (1977). Predely, nepreryvnost'. Posobie dlja uchitelej [*Limits, continuity. Teacher's manual*]. Moskva: Prosveshhenie [in Russian].
6. Davydov, N. A., Korovkin, P. P. & Nikol'skij, V. N. (1973). Sbornik zadach po matematicheskomu analizu : uchebnoe posobie *[Collection of problems in mathematical analysis: a textbook]*. Moskva: Prosveshhenie [in Russian].
7. Demidovich, B. P. (1997). Sbornik zadach i uprazhnenij po matematicheskomu analizu: Ucheb. posobie. – 18-e izd., ispr *[Collection of problems and exercises in mathematical analysis: Textbook].* Moskva: Izd-vo Mosk. Un-ta, CheRo [in Russian].
8. Efimov, A.V. & Demidovich, B.P.(1993). Sbornik zadach po matematike dlja vtuzov. V 4-h chastjah. Chast' 1. Linejnaja algebra i osnovy matematicheskogo analiza. Ucheb. posobie dlja vtuzov. - 3-e izd., ispr.*[Collection of problems in mathematics* for universities. In 4 parts. Part 1. Linear algebra and basics of mathematical analysis]. Moskva: Nauka [in Russian].
9. Efimov, A.V. & Demidovich, B.P. (1986). Sbornik zadach po matematike dlja vtuzov. V 4-h chastjah. Chast' 2. Special'nye razdely matematicheskogo analiza. Uchebnoe posobie.–2-e izd [Collection of problems in mathematics for universities. In 4 parts. Part 2. Special sections of mathematical analysis]. Moskva: Nauka. Gl. red. fiz.-mat. lit. [in Russian].
10. Efimov, A. V. & Pospelov, A. S. (2002). Sbornik zadach po matematike dlja vtuzov. V 4 chastjah. Chast' 3. Ucheb. posobie dlja vtuzov –4-e izd., pererab. i dop [Collection of problems in mathematics for universities. In 4 parts. Part 3]. Moskva: Izdatel'stvo Fiziko-matematicheskoj literatury [in Russian].
11. Kononiuk, A. Yu. (2009). Vyshcha matematyka (modulna tekhnolohiia navchannia): navch. posib.: [v 2 kn.]. Kn. 2 [Higher mathematics (modular learning technology)]. Kyiv: KNT [in Ukraine].
12. Kryvutsa, V. H., Barkovskyi, V. V. & Barkovska, N. V.(2005). Vyshcha matematyka: praktykum: navch. posib. dlia stud. vyshch. navch. Zakl [Higher mathematics: practicum]. Kyiv: Tsentr navchalnoi literatur [in Ukraine].
13. Kurpa, L.V., Kashuba, Zh.B. & Linnyk, H.B. (2009). Vyshcha matematyka v prykladakh i zadachakh: u 2 t. T.1: Analitychna heometriia ta liniina alhebra. Dyferentsialne ta intehralne chyslennia funktsii odniiei zminnoi: navch. posibnyk / za red.

L. V. Kurpy [Higher mathematics in examples and problems: in 2 vols. Vol. 1: Analytical geometry and linear algebra. Differential and integral calculus of functions of one variable]. Kharkiv: NTU «KhPI» [in Ukraine].
14. Kurpa, L. V., Kyryllova, N. O. & Linnyk, H. B. (2009). Vyshcha matematyka v prykladakh i zadachakh: u 2 t. T.2: Dyferentsialne chyslennia funktsii bahatokh zminnykh. Dyferentsialni rivniannia ta riady: navch. posibnyk /za red. L. V. Kurpy [Higher mathematics in examples and problems: in 2 vols. Vol.2: Differential calculus of functions of many variables. Differential equations and series]. Kharkiv: NTU «KhPI» [in Ukraine].
15. Mumrjaeva, S. M. (2001). Algoritmicheskij podhod k izucheniju matematicheskogo analiza v pedvuze v uslovijah differencirovannogo obuchenija: dis… kand. ped. nauk.: 13.00.02 *[Algorithmic approach to the study of mathematical analysis in the pedagogical university in the conditions of differentiated learning].* Saransk [in Russian].
16. Ovchynnykov, P. P., Yaremchuk, F. & Mykhailenko, V. M. (Ed.). (2007). Vyshcha matematyka: Pidruchnyk. U 2 ch. Ch. 1: Liniina i vektorna alhebra. Analitychna heometriia. Vstup do matematychnoho analizu. Dyferentsialne i intehralne chyslennia *[Higher Mathematics: Textbook. In 2 parts Part 1: Linear and vector algebra. Analytical geometry. Introduction to mathematical analysis. Differential and integral calculus].* Kyiv: Tekhnika [in Ukraine].
17. Ovchynnykov, P.P., Yaremchuk, F.P. & Mykhailenko, V.M. (Ed.). (2007). Vyshcha matematyka: Pidruchnyk. U 2 ch. Ch. 2: Dyferentsialni rivniannia. Operatsiine chyslennia. Riady ta yikh zastosuvannia. Stiikist za Liapunovym. Rivniannia matematychnoi fizyky. Optymizatsiia i keruvannia. Teoriia ymovirnostei. Chyslovi metody *[Higher Mathematics: Textbook. In 2 parts Part 2: Differential equations. Operating calculus. Series and their application. Stability according to Lyapunov. Equation of mathematical physics. Optimization and management. Probability theory. Numerical methods]*. Kyiv: Tekhnika [in Ukraine].
18. Senchuk, Ju. F. (2003). Matematicheskij analiz dlja inzhenerov: ucheb. posobie: [v 2 ch.]. Ch. 1. Nac. tehn. un-t ". Har'kov. politehn. in-t" *[Mathematical analysis for engineers: textbook. allowance: [at 2 p.m.]. Part 1]*. Har'kov : NTU "HPI" [in Russian].
19. Senchuk, Ju. F. (2006). Matematicheskij analiz dlja inzhenerov: ucheb. posobie: [v 2 ch.]. Ch. 1. Nac. tehn. un-t "Har'kov. politehn. in-t" *[Mathematical analysis for engineers]*. Har'kov : NTU "HPI" [in Russian].
20. Tkacheva, M. V. (1994). Realizacija v obuchenii matematike mnogomernoj modeli differenciacii obrazovanija. Avtoref.diss...dokt. ped. Nauk *[Implementation of a multidimensional model of education differentiation in mathematics teaching]*.Moskva [in Russian].
21. Uteeva, P. A. (1998). Teoreticheskie osnovy organizacii uchebnoj dejatel'nosti uchashhihsja pri differencirovannom obuchenii matematike v srednej shkole *[Theoretical bases of the organization of educational activity of pupils at the differentiated training to mathematics in high school]*. *Candidate's thesis.* Moskva [in Russian].
22. Fedorkov, I. M. (1988). Vospitanie uchebno-poznavatel'noj samostojatel'nosti u studentov v processe izuchenija estestvenno-matematicheskih nauk *[Education of educational and cognitive independence in students in the process of studying natural and mathematical sciences]*. *Extended abstract of candidate's thesis* . Minsk [in Russian].

ALGORITHMIZATION AS A METHOD OF HIGHER MATHEMATICS CONCEPTS FORMATION

M.B. Kovalchuk

Vinnytsia National Technical University, Ukraine

Abstract.

Problem formulation. *Every science and every subject operates with a certain range of concepts inherent in them. The model of studying concepts influences the formation of students' knowledge and the level of their mastering. Higher mathematics is traditionally considered one of the most difficult subjects in technical universities. Taking into account the current trends in the information society, one of the important components of the successful professional activity of the future engineer is algorithmic activity. Therefore, the formation of mathematical knowledge and skills based on algorithmization is relevant today.*

Materials and methods of research. *The research techniques were observation, analysis, and systematization of the accumulated information about the expediency of using algorithmization in the formation of higher mathematics concepts. Empirical analysis and simulation methods for the development of algorithms in the practice of teaching mathematics are also involved.*

Results. *The main approaches to the algorithmization of the learning process are presented. The classification of algorithms depending on the type of educational activity and a differentiated approach to learning is carried out. The expediency of using the algorithmic approach in the theory and practice of teaching mathematics is substantiated.*

Conclusions. *The use of algorithms and algorithmic approach in teaching mathematics contributes to the conscious perception of mathematical material, provides conciseness, accuracy, the orderliness of mental operations, and has a positive effect on the quality of acquired knowledge of computer science and mathematics.*

Keywords: *algorithmization of training, mathematical concepts, informatization of education, methods of computer science, logical-algorithmic knowledge, algorithm.*

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Кузьмич В.І., Кузьмич Л.В. Формування понять точки, відстані та прямолінійного розміщення точок засобами метричної геометрії у 7-9 класах. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 74-79.

Kuz'mich V., Kuzmich L. Formation of concepts of point, distance and straight placements of points by means of metric geometry in 7-9 grades. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 2(24). P. 74-79.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-024-2-010
УДК 372.851

В.І. Кузьмич
Херсонський державний університет, Україна
vikuzmichksu@gmail.com
ORCID: 0000-0002-8150-3456
Л.В. Кузьмич
Херсонський державний університет, Україна
lvkuzmichksu@gmail.com
ORCID: 0000-0002-6727-9064

ФОРМУВАННЯ ПОНЯТЬ ТОЧКИ, ВІДСТАНІ ТА ПРЯМОЛІНІЙНОГО РОЗМІЩЕННЯ ТОЧОК ЗАСОБАМИ МЕТРИЧНОЇ ГЕОМЕТРІЇ У 7-9 КЛАСАХ

АНОТАЦІЯ

У роботі представлено концепцію формування понять точки, відстані між точками та прямолінійного розміщення точок, з використанням елементів метричної геометрії, у здобувачів базової середньої освіти на уроках геометрії та у позакласній роботі з математики.

Формулювання проблеми. *У сучасному шкільному курсі геометрії для базової школи фактично відсутні відомості про елементи неевклідових геометрій. У діючих підручниках з геометрії, навіть з поглибленим вивченням математики, про геометрію Лобачевського згадують лише у історичному аспекті. Зрозуміло, що це пов'язано зі значним рівнем складності та формалізації основ цієї геометрії. У даній роботі пропонується певний підхід до вирішення цього питання на базі використання елементів метричної геометрії, як такої, що найтісніше пов'язана зі шкільним курсом геометрії. Цей підхід дозволяє без особливих складнощів розпочати формування основних геометричних понять неевклідових геометрій (таких як відстань, прямолінійність) ще у сьомому класі базової школи. На наш погляд, таке формування слід проводити у класах з поглибленим вивченням математики, як на уроках геометрії, так і на заняттях гуртків та факультативів з математики. Відповідний матеріал може бути предметом учнівських досліджень та творчих робіт з геометрії.*

Матеріали і методи. *Основні результати роботи отримані з використанням методів метричної геометрії. При формуванні поняття прямолінійності використано поняття прямолінійного розміщення точок, розглянуте В.Ф. Каганом. Результати роботи були апробовані при читанні відповідного спецкурсу для здобувачів освітнього рівня «Магістр», за спеціальністю «014 Середня освіта (Математика)», у Херсонському державному університеті.*

Результати. *У роботі отримані конкретні приклади використання елементів неевклідових геометрій на уроках геометрії у базовій школі. Наведені відповідні формулювання понять відстані та прямолінійного розміщення точок, які демонструють неоднозначність їхнього інтуїтивного сприйняття. Вказані конкретні теми з геометрії, при вивченні яких ці формулювання та приклади можна використовувати, з метою формування поняття точки, відстані між точками, прямолінійності розміщення точок.*

Висновки. *З результатів роботи випливає висновок про те, що формування основних понять неевклідових геометрій можна розпочати з сьомого класу базової школи, використовуючи при цьому елементи метричної геометрії. Це дасть можливість у старших класах, на цій же основі, сформувати поняття плоского розміщення точок. Таким підходом може бути вирішене питання адекватного сприйняття учнями основних положень неевклідових геометрій.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *точка, відстань, пряма лінія, прямолінійне розміщення точок, шкільний курс геометрії.*

ВСТУП

Постановка проблеми. Розглянута у роботі проблема полягає у способах введення у шкільний курс геометрії базової школи, та у різні види неформальної освіти з математики, узагальнених понять точки, відстані між точками та прямолінійності, з метою формування на їхній основі понять про неевклідові геометрії.

Аналіз актуальних досліджень. З другої половини XIX сторіччя розпочинається стрімкий розвиток неевклідових геометрій, спричинений побудовою Миколою Івановичем Лобачевським (1792–1856) нової геометрії, яка базувалась на запереченні п'ятого постулату геометрії Евкліда. У 1906 році французький математик Моріс Рене Фреше (1878–1973) увів у розгляд поняття метричного простору, що базувалось на понятті відстані між двома точками (метрики простору). З цього часу розпочинається розвиток метричної геометрії – геометричних структур та співвідношень між ними, що базуються лише на понятті відстані між точками метричного простору. Таким чином, метрична геометрія у значній мірі носить аналітичний характер, і у меншій мірі пов'язана з інтуїтивним сприйняттям таких основних геометричних понять як точка, пряма, площина, кут і т. п. З іншого боку, метрична геометрія розвивається як узагальнення геометрії Евкліда, і тому основні факти геометрії Евкліда можна отримати як частинні випадки відповідних фактів метричної геометрії. Це дає можливість застосувати метричний підхід до вивчення основних понять геометрії Евкліда, відійшовши від їхнього інтуїтивного сприйняття. У свою чергу, такий підхід дає можливість адекватно сприйняти особливості неевклідових геометрій, не вступаючи у логічні протиріччя з геометрією Евкліда, та інтуїтивним розумінням її основних понять. Слід відзначити достатньо прості аналітичні перетворення при встановленні елементарних фактів метричної геометрії, оскільки вони базуються на зрозумілих аксіомах відстані між точками метричного простору.

Основоположниками метричної геометрії вважають англійського математика Артура Келі (1821–1895) та австрійсько-американського математика Карла Менгера (1903–1985). Значний вклад у розвиток метричної геометрії зробив російський математик О. Д. Александров (1912–1999). Останнім часом метрична геометрія знайшла свої застосування у найрізноманітніших сучасних дослідженнях з біології, астрономії, ядерної фізики, комп'ютерних наук (комбінаторна оптимізація), архітектури та інженерії. До математиків, які внесли значний вклад у розвиток метричної геометрії слід віднести також Веніаміна Федоровича Кагана (1869–1953), який значну частину своєї наукової діяльності провів на фізико-математичному факультеті Одеського університету. У 1902 році В. Ф. Каган, обґрунтовуючи основи геометрії Евкліда, побудував геометричну систему, у якій незалежно від М. Р. Фреше використовував поняття точки, що не означується, та на основі якого означаються інші геометричні образи, що розглядаються як сукупності точок. Він увів поняття «відстані» між точками, що не змінюється при русі у просторі. Це дозволяє побудувати геометрію Евкліда не спираючись на інтуїтивне сприйняття її основних понять (Каган, 1902). В. Ф. Каган побудував вичерпну теорію прямої лінії, встановивши ізоморфізм множини дійсних чисел і точок прямої (Каган, 1956). При побудові теорії В. Ф. Каган використовував поняття «прямолінійної розміщеності» точок (Каган, 1963). Це поняття буде головним при викладенні основного матеріалу даної роботи. За висловленням авторів курсу метричної геометрії «…метрична геометрія залишається, можливо, одним із самих «елементарних» математичних методів» (Burago&Burago &Ivanov, 2001). У сучасній математиці розглядають значну кількість способів метризації просторів, наприклад, ультраметричні, або неархімедові простори з інваріантною метрикою (Savchenko &Zarichnyi, 2010).

У недавніх роботах з метричної геометрії досліджувались питання прямолінійного та плоского розміщення точок метричного простору (Dovgoshei&Dordovskii,2009; Кузьмич&Кузьмич, 2018; Kuz'mich, 2019). Засобами метричної геометрії можна отримати багато метричних співвідношень, які вивчаються у курсі шкільної геометрії (Kuz'mych &Savchenko, 2019). У даній роботі, як застосування цих досліджень, розглядаються приклади використання основних понять метричної геометрії з метою формування в учнів 7-9 класів базової школи узагальнених геометричних понять. Використання засобів метричної геометрії при формуванні у школярів найпростіших понять неевклідової геометрії є, на нашу думку, найбільш доступним для їх розуміння, оскільки спирається лише на поняття відстані між двома точками, і не потребує додаткових складних математичних понять.

Запропонований авторами підхід до формування основних геометричних понять слід розглядати як доповнення до існуючих підходів їх формування. У переважній більшості випадків таке формування слід проводити паралельно діючому, використовуючи різноманітні форми позакласної роботи з математики (математичні гуртки, факультативи, конкурси учнівських робіт і таке інше).

Мета статті. Метою статті є висвітлення підходу до формування у базовій школі понять основних геометричних об'єктів, таких як точка, відстань, прямолінійність засобами метричної геометрії, з метою адекватного сприйняття учнями відомостей про неевклідові геометрії.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В основу даного дослідження були покладені основні поняття і властивості теорії метричних просторів. Зокрема, в роботі використані базові відомості з метричної геометрії, яка узагальнює і розповсюджує на випадок довільного метричного простору основні поняття геометрії Евкліда та геометрії Лобачевського.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У роботі використовується аксіоматичний метод означення метричного простору та аксіоматичне означення відношення «точка z лежить між точками x і y». Для демонстрації цього відношення використовується метод графічної інтерпретації та метод прямокутних координат.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Наведемо основні означення, що стосуються метричних просторів.

Означення 1. *Метричним простором називається сукупність непорожньої множини X елементів якої завгодно природи й однозначної дійсної невід'ємної функції $\rho(x;y)$ означеної для будь-яких елементів x і y з X і яка задовольняє такі умови:*

1) $\rho(x;y)=0$ *тоді й тільки тоді, коли* $x=y$,

2) $\rho(x;y)=\rho(y;x)$ *(аксіома симетрії),*

3) для будь-яких трьох елементів x, y і z виконується нерівність $\rho(x;y) \le \rho(x;z) + \rho(z;y)$ (аксіома трикутника).

При цьому елементи множини X називають точками метричного простору, функцію ρ – метрикою простору X, а числове значення функції $\rho(x;y)$ – відстанню між елементами (точками) x і y. Метричний простір X з метрикою ρ позначають $(X;\rho)$. Умови 1)-3) Означення 1 ще називають аксіомами відстані.

Звернемо увагу на те, що в Означенні 1 елементи множини X можуть мати будь-яку природу. Евклід описував точку наступним чином: «Точка є те, що не має частин» (Начала Евкліда, 1948). Це узгоджується з описом точки у шкільних підручниках: «Точка найпростіша геометрична фігура. Це єдина фігура, яку неможливо розбити на частини» (Мерзляк&Полонський&Якір, 2015). На наш погляд, поняття точки можна було б описати більш детально, вказавши, що точкою можна вважати будь-який об'єкт у тих випадках, коли не використовуються його структура, форма, властивості і т. п. Наприклад, у випадку коли потрібно порахувати кількість будівель на певній території та встановити відстані між ними, не враховуючи при цьому розміри, форму, кількість поверхів та приміщень цих будівель, хоча кожна з будівель має ці характеристики і вони можуть використовуватись надалі. При знайомстві з поняттям множини слід наголосити, що це сукупність об'єктів (елементів) об'єднаних між собою за певною ознакою: множина *учнів одного класу*, множина *парних чисел* і т. п. Усі елементи (точки) множини рівноправні між собою, однак при операціях з ними необхідно перевіряти точки на виконання ознаки, за якою вони належать до множини, а також можна використовувати цю ознаку при операціях з точками множини. Таке поняття точки дещо ширше від поняття точки у геометрії Евкліда, однак воно точніше відображає сучасний погляд на точку, як елемент множини. Запропонований опис точки, на наш погляд, повністю узгоджується з Означенням 1, і готує учнів до узагальненого сприйняття понять точки та відстані між точками у конкретних метричних просторах.

Перше знайомство з поняттям відстані між двома точками на рівні означення відбувається у сьомому класі при знайомстві з основними геометричними поняттями: «Відстанню між точками A і B називають довжину відрізка AB. Якщо точки A і B збігаються, то вважають, що відстань між ними дорівнює нулю» (Мерзляк&Полонський&Якір, 2015). На цьому етапі вивчення математики, на наш погляд, ще рано говорити про інші означення відстані між точками, хоча можна звернути увагу учнів на те, що при русі по місту найменша відстань, яку вони повинні подолати між двома об'єктами, не завжди вимірюється довжиною відрізка що з'єднує ці об'єкти, а може її перевищувати. Ще й більш того, таких шляхів (геодезичних ліній) може бути декілька. Це може стати першим прикладом неоднозначності (відносності) поняття відстані між двома точками, крім того, це допоможе підготувати учнів до сприйняття надалі нерівності трикутника (умова 3 Означення 1). З цією нерівністю учні знайомляться теж у 7 класі: «Кожна сторона трикутника менша від суми двох інших його сторін…» (Мерзляк&Полонський&Якір, 2015).

У зв'язку з нерівністю трикутника, як правило, робиться висновок про характеристичну властивість трьох точок, що належать одній прямій, та вводиться поняття «точка B міститься між точками A і C», що є ознакою «прямолінійного розміщення» (Каган, 1963) точок A, B, C: «якщо для трьох точок A, B і C виконується рівність $AB = AC + CB$, то точка C є внутрішньою точкою відрізка AB» (Мерзляк&Полонський&Якір, 2015). Цілеспрямоване і більш детальне знайомство учнів з елементами метричної геометрії слід розпочати, на наш погляд, у дев'ятому класі. У курсі геометрії дев'ятого класу вивчається такий базовий для елементів метричної геометрії матеріал, як елементи тригонометрії, теорема косинусів, теорема синусів, нерівність трикутника, розв'язування трикутників, декартові координати на площині, скалярний добуток векторів. Крім того, паралельне вивчення у курсі алгебри властивостей функцій дає можливість розпочати вивчення конкретних метричних просторів, наприклад, простору лінійних (або квадратичних) функцій, означених на відрізку.

Тепер перейдемо до фактичного матеріалу, який пропонується для вивчення. Спочатку сформулюємо дещо спрощене, але більш об'ємне, означення метричного простору та відстані між його точками. Це означення використовує поняття множини та її елементів, що сформовані у восьмому класі (Мерзляк&Полонський&Якір, 2016).

Означення 2. *Непорожню множину X елементів якої завгодно природи будемо називати метричним простором, якщо кожній парі $(x;y)$ різних елементів цієї множини за певним правилом ρ поставлене у відповідність єдине додатне число $\rho(x;y)$, що називається відстанню між елементами x і y, і яке задовольняє умовам:*

1) для будь-яких двох різних елементів x і y відстань між елементами x і y дорівнює відстані між елементами y і x, тобто виконується рівність $\rho(x;y) = \rho(y;x)$ (умова симетрії);

2) для будь-яких трьох різних елементів x, y, z відстань між елементами x і y не більша ніж сума відстаней між елементами x і z та між елементами z і y, тобто виконується нерівність $\rho(x;y) \le \rho(x;z) + \rho(z;y)$ (нерівність трикутника).

Означення 2 метричного простору, у такій формі як воно записане, слід подавати у старших класах, а у дев'ятому класі його доцільно подати (як і означення функції) в описовій формі, використовуючи достатню кількість прикладів. При цьому, можна розділити формулювання умов 1) і 2) означення на словесну і аналітичну форми.

Вкажемо декілька найпростіших прикладів метричних просторів, доступних для легкого засвоєння учнями.

Приклад 1. Найпростішим прикладом метричного простору є множина усіх точок числової осі. Такий простір називають одновимірним арифметичним евклідовим простором, і позначають R^1. Як відомо (Мерзляк&Полонський&Якір, 2017), відстань між двома точками x і y числової осі знаходять як абсолютну величину (модуль) різниці відповідних чисел x і y: $\rho(x;y) = |x-y|$.

Виконання усіх умов Означення 2 для простору R^1 перевіряється досить просто. У 9-му класі їх можна перевірити за допомогою властивостей множини дійсних чисел, а у 7-му на інтуїтивному рівні, використовуючи числову пряму.

У дев'ятому класі можна розглянути більш складніший приклад метричного простору – координатну площину, яка детально вивчається у курсі геометрії для дев'ятого класу (Мерзляк&Полонський&Якір, 2017).

Приклад 2. Множина точок координатної площини є метричним простором. Такий простір називають двовимірним арифметичним евклідовим простором, і позначають R^2.

За відстань між двома точками $M_1(x_1;y_1)$ і $M_2(x_2;y_2)$ простору R^2 беруть довжину відрізка M_1M_2, що знаходиться за формулою: $M_1M_2 = \sqrt{(x_1-x_2)^2 + (y_1-y_2)^2}$ (Мерзляк&Полонський&Якір, 2017).

При перевірці виконання умов Означення 2 для простору R^2 деякі труднощі можуть виникнути лише при перевірці умови 2), однак, вони цілком під силу учням 9-го класу.

На координатній площині можна по іншому означити відстань між точками, при цьому отримується інший метричний простір.

Приклад 3. Візьмемо в якості відстані між точками $M_1(x_1; y_1)$ і $M_2(x_2; y_2)$ координатної площини число: $\rho(M_1; M_2) = |x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|$. Цей простір позначають R_1^2.

Легко перевіряється виконання усіх умов Означення 2, отже простір R_1^2 є метричним. Цей простір цікавий тим, що його суть легко пояснити навіть учням сьомого класу. За цією метрикою на координатній площині найменшу відстань між точками M_1 і M_2 можна подолати йдучи паралельно координатним осям (по катетах прямокутного трикутника, для якого відрізок M_1M_2 є гіпотенузою). Подібна ситуація виникає у місті з прямокутним розташуванням вулиць. Це один із прикладів, де поняття відстані між точками не співпадає з класичним, як довжини відрізка, що з'єднує ці точки.

Наведемо ще один простий випадок метричного простору точок координатної площини.

Приклад 4. Візьмемо у якості відстані між точками $M_1(x_1; y_1)$ і $M_2(x_2; y_2)$ координатної площини число: $\rho(M_1; M_2) = max\{|x_1 - x_2|; |y_1 - y_2|\}$.

Перевірити виконання умов Означення 2 для такого простору також не складно, тому розглянутий простір є метричним, його позначають R_0^2. Простір R_0^2 теж може бути прикладом простору, у якому відстань між точками не завжди є довжиною відрізка, що з'єднує ці точки.

Наступний приклад демонструє неоднозначність поняття прямолінійного розміщення точок метричного простору.

Приклад 5. Розглянемо у просторі R_0^2 чотири точки: $M_1(0; 1), M_2(0; -1), M_3(-1; 0), M_4(1; 0)$. Знайдемо за метрикою простору відстані між цими точками: $\rho(M_1; M_2) = 2$, $\rho(M_1; M_3) = 1$, $\rho(M_1; M_4) = 1$, $\rho(M_2; M_3) = 1$, $\rho(M_2; M_4) = 1$, $\rho(M_3; M_4) = 2$.

Слід звернути увагу на рівності, які при цьому виконуються:

$$\rho(M_1; M_2) = \rho(M_1; M_3) + \rho(M_2; M_3) = 1 + 1 = 2;$$
$$\rho(M_1; M_2) = \rho(M_1; M_4) + \rho(M_2; M_4) = 1 + 1 = 2;$$
$$\rho(M_3; M_4) = \rho(M_1; M_3) + \rho(M_1; M_4) = 1 + 1 = 2;$$
$$\rho(M_3; M_4) = \rho(M_2; M_3) + \rho(M_2; M_4) = 1 + 1 = 2.$$

Геометрично, на координатній площині, точки M_1, M_2, M_3, M_4 є вершинами квадрата, довжина сторони якого дорівнює $\sqrt{2}$. У геометрії Евкліда довжина діагоналі квадрата менша за суму довжин двох його сторін, а у цьому прикладі вони виявляються рівними. Більш того, з кожної з отриманих чотирьох рівностей у геометрії Евкліда слідує, що усі три точки, які беруть участь у рівності, повинні лежати на одній прямій.

Цей приклад наочно демонструє відмінність понять відстані між точками однієї й тієї ж множини при різному означенні відстані.

Розглянемо більш детально поняття прямолінійного розміщення точок метричного простору. Воно є частинним випадком Означення 2 у випадку, коли нерівність трикутника перетворюється у рівність.

Означення 3. *Будемо казати, що точки x, y, z метричного простору (X, ρ) розміщені прямолінійно у цьому просторі, якщо виконується рівність $\rho(x; y) = \rho(x; z) + \rho(z; y)$.*

При виконанні рівності у Означенні 3 природно казати, що точка z «лежить між» точками x і y, або називати її «внутрішньою» для точок x, y, z. Одночасно, про точку x (точку y) можна казати, що вона «лежить поза» точками y і z (точками x і z), або називати її «крайньою» для точок x, y, z (Мерзляк&Полонський&Якір, 2015).

На основі Означення 3 можна дати означення прямолінійного розміщення множини точок метричного простору. Для цього слід вимагати прямолінійного розміщення будь-яких трьох точок цієї множини.

Означення 4. *Будемо казати, що множина точок метричного простору прямолінійно розміщена, якщо будь-які три точки цієї множини прямолінійно розміщені.*

Найпростішим прикладом прямолінійно розміщеної множини є простір R^1, оскільки з властивостей множини дійсних (натуральних, цілих, раціональних) чисел слідує, що з трьох різних чисел x, y, z одне з них буде найменшим, друге – найбільшим, а третє – проміжним.

Наведемо більш складний приклад прямолінійно розміщеної множини.

Приклад 7. Розглянемо множину лінійних функцій $y = kx$, означених на відрізку $x \in [0; 1]$. Графіками цих функцій є прямі лінії, що проходять через початок координат. На відрізку $[0; 1]$ графіками будуть відрізки цих прямих.

Уведемо метрику у цій множині, вибравши за відстань між двома різними її елементами $y = k_1x$ і $y = k_2x$ число: $\rho(k_1x; k_2x) = max_{x\in[0;1]}|k_1x - k_2x| = |k_1 - k_2|$. Можна показати, що при такому виборі відстані між елементами усі умови Означення 2 виконуються, тобто, множина функцій $y = kx$ є метричним простором. Прямолінійне розміщення будь-яких трьох точок цього простору слідує з відповідної властивості точок числової осі. З Означення 4 випливає прямолінійне розміщення усієї множини точок простору.

Розглянутий простір є підпростором більш загального метричного простору $C_{[a;b]}$ неперервних на відрізку $[a; b]$ функцій. Однак, простір $C_{[a;b]}$ слід вивчати у старших класах, після знайомства з неперервними функціями, їх властивостями та другою теоремою Вейєрштрасса (Мерзляк&Номіровський&Полонський&Якір, 2011) про існування найбільшого та найменшого значень функції неперервної на відрізку.

Досить ґрунтовно з властивостями функцій учні знайомляться у дев'ятому класі, однак, з окремими елементарними функціями та їх найпростішими властивостями, зокрема з лінійною функцією, знайомство розпочинається ще із сьомого класу.

Прямолінійне розміщення точок може інтуїтивно асоціюватись з прямолінійністю розміщення точок у геометрії Евкліда, однак, це не завжди вірно. Наступний приклад демонструє цю своєрідність прямолінійного розміщення точок у метричному просторі.

Приклад 8. У Прикладі 5 ми встановили, що будь-які три точки, із розглянутих чотирьох M_1, M_2, M_3, M_4, розміщені прямолінійно, а отже, за Означенням 4, усі чотири точки розміщені прямолінійно у просторі R_0^2. Цей результат дещо відрізняється від інтуїтивного сприйняття поняття прямої лінії у геометрії Евкліда, оскільки ці чотири точки на координатній площині є вершинами квадрата.

Ми розглянули декілька основних понять метричної геометрії, та декілька найпростіших метричних просторів, з якими можна познайомити учнів базової школи. Вчитель може на власний розсуд вибрати рівень обґрунтованості результатів – інтуїтивний, графічний або строгий аналітичний. У старших класах можна розглянути більш складні метричні простори, що потребують понять неперервності, диференційованості та інтегрованості функції.

ОБГОВОРЕННЯ

Наведений у роботі матеріал можна вважати першим знайомством з основами метричної геометрії. За наведеними зразками можна створювати і розв'язувати велику кількість різноманітних задач на взаємне розміщення основних елементарних функцій у різних метричних просторах, будувати і досліджувати різні геометричні образи у цих просторах. Цей матеріал використовувався в межах спецкурсу для здобувачів освітнього рівня «Магістр», за спеціальністю «014 Середня освіта (Математика)» у Херсонському державному університеті. Результати опитування студентів 1-го курсу про їх знання суті не Евклідової геометрії (геометрії Лобачевського), та зв'язку з геометрією Евкліда, свідчили про повне її нерозуміння. Це розуміння з'являється лише після вивчення курсів «Проективної геометрії» та «Основ геометрії», на старших курсах. Така ситуація зумовлена відсутністю елементів неевклідових геометрій у шкільному курсі математики. Результати викладання спецкурсу вказують на те, що у студентів значно зростає інтерес до використання елементів метричної геометрії при аналізі матеріалу шкільного курсу геометрії. При цьому, значно розширилось коло задач дослідницького характеру, які можна запропонувати учням базової школи для творчої роботи над відповідними темами з геометрії. Слід зазначити, що наведений у даній роботі матеріал доцільно використовувати у класах з поглибленим вивченням математики. На уроках геометрії слід знайомити учнів лише з узагальненими поняттями точки, відстані між точками, прямолінійності розміщення точок, знайомити з найпростішими прикладами метричних просторів, а також розглядати найпростіші приклади неевклідовості цих понять (неінтуїтивного їх сприйняття). З більш складними прикладами метричних просторів та їх властивостей краще знайомити учнів у межах неформальної освіти, використовуючи при цьому різні її види – математичні гуртки, факультативи з геометрії, дослідницькі групи, конкурси наукових робіт і таке інше.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Отримані у даній роботі результати вказують на те, що формування узагальнених геометричних понять про точку, відстань та прямолінійність можна розпочинати на уроках геометрії вже з 7-го класу базової школи. Знайомство учнів з елементами неевклідових геометрій доцільно проводити при вивченні відповідних тем на уроках геометрії, і, паралельно з цим, за різними видами неформальної освіти.

Подальші дослідження у цьому напрямку повинні забезпечити можливість формування засобами метричної геометрії узагальнених понять кута і плоского розміщення точок. Ці поняття природним чином повинні узагальнювати класичні (Евклідові) поняття кута і площини.

Список використаних джерел

1. Каган В. Ф. Система посылок, определяющих евклидову геометрию. *Зап. матем. отд. О-ва естествознания*. Одесса, 1902. № 20. С. 67-105.
2. Каган В.Ф. *Основания геометрии. Часть 2.* М.-Л.: Гостехиздат, 1956. 344 с.
3. Каган В.Ф. *Очерки по геометрии.* М.: Издательство Московского университета, 1963. 571 с.
4. Burago D., Burago Y., Ivanov S. *A course in metric geometry*. AMS: Providence, Rhode Island. 2001. 415 с.
5. Savchenko A., Zarichnyi M. Metrization of free groups on ultrametric spaces. *Topology and its applications*,2010. 157(4). С. 724–729. DOI: 10.1016/j.topol.2009.08.015
6. Dovgoshei A. A., Dordovskii D. V. Betweenness relation and isometric imbeddings of metric spaces. *Ukrainian Mathematical Journal*, 2009. Vol. 61, No. 10. P. 1556-1567.
7. Кузьмич В. І., Кузьмич Л. В. Вивчення властивостей прямолінійно та плоско розміщених множин точок метричного простору. *Вісник Черкаського університету. Серія «Педагогічні науки»*. Черкаси: Вид-во ЧНУ ім. Богдана Хмельницького, 2018. Випуск № 9. С. 77-89. DOI: 10.31651/2524-2660-2018-9-77-89
8. Kuz'mich V. I. Geometric properties of metric spaces. *Ukrainian Mathematical Journal*, 2019. Vol. 71, No. 3. P. 435-454. DOI: 10.1007/s11253-019-01656-1
9. Kuz'mych, V. I., Savchenko A. G. Geometric relations in an arbitrary metric space. *Matematychni Studii*, 2019. 52(1). С. 86-95. DOI: 10.30970/ms.52.1.76-85
10. *Начала Евклида. Книги I-VI*. / пер.: Д. Мордухай-Болтовский. М.-Л.: Гостехиздат, 1948. 447 с.
11. Мерзляк А. Г., Полонський В. Б., Якір М. С. *Геометрія. Пропедевтика поглибленого вивчення* : навч. посіб. для 7 кл. з поглибленим вивченням математики. Х.: Гімназія, 2015. 192 с.
12. Мерзляк А. Г., Полонський В. Б., Якір М. С. *Алгебра* : підруч. для 8 кл. з поглибленим вивченням математики. Х.: Гімназія, 2016. 384 с.
13. Мерзляк А. Г., Полонський В. Б., Якір М. С. *Геометрія для загальноосвітніх навчальних закладів з поглибленим вивченням математики* : підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закладів. Х.: Гімназія, 2017. 304 с.
14. Мерзляк А. Г., Номіровський Д. А., Полонський В. Б., Якір М. С. *Алгебра. 11 клас* : підруч. для загальноосвіт. навчальн. закладів : академ. рівень, проф. рівень. Х. : Гімназія, 2011. 431 с.

References

1. Kagan, V.F. (1902). *Sistema posylok, opredelyayushchikh yevklidovu geometriyu. [A system of premises defining Euclidean geometry]*. Odessa [in Russian].
2. Kagan, V.F. (1956). *Osnovanija geometrii. Chast' 2. [Geometry bases. Part 2]*. M.-L.: Gostekhizdat [in Russian].
3. Kagan, V.F. (1963) *Ocherki po geometrii. [Geometry essays]*. M.: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta [in Russian].
4. Burago, D., Burago, Y. & Ivanov S. (2001). *A course in metric geometry*. AMS: Providence, Rhode Island [in English].
5. Savchenko A. & Zarichnyi M. (2010). Metrization of free groups on ultrametric spaces. *Topology and its applications*, Volume 157, Issue 4. P. 724–729. DOI: 10.1016/j.topol.2009.08.015 [in English].
6. Dovgoshei, A.A. & Dordovskii, D.V. (2009). Betweenness relation and isometric imbeddings of metric spaces. *Ukrainian Mathematical Journal*. Vol. 61, No. 10. P. 1556-1567 [in English].
7. Kuz'mych, V.I. & Kuz'mych, L.V. (2018). Vyvchennya vlastyvostey pryamoliniyno ta plosko rozmishchenykh mnozhyn tochok metrychnoho prostoru. [Investigation of the properties of the linear and plane-placeable multiples of a point of metric space]. *Visnyk Cherkas'koho universytetu. Seriya «Pedahohichni nauky» – Bulletin of Cherkasy University. Pedagogical Sciences Series*, 9, 77-89. DOI: 10.31651/2524-2660-2018-9-77-89 [in Ukrainian].
8. Kuz'mich, V.I. (2019). Geometric properties of metric spaces. *Ukrainian Mathematical Journal*. Vol. 71, No. 3. P. 435-454. DOI: 10.1007/s11253-019-01656-1 [in English].
9. Kuz'mych, V.I. & Savchenko A.G. (2019). Geometric relations in an arbitrary metric space. *Matematychni Studii*, V.52, No. 1. P. 86-95. DOI: 10.30970/ms.52.1.76-85 [in English].
10. *Nachala Yevklida. Knigi I-VI. [Elements of Euclid. Books I-VI]* (D. Mordukhai-Boltovsky Trans.). M.-L.: Gostekhizdat (1948) [in Russian].
11. Merzlyak, A.H., Polons'kyy, V.B. & Yakir, M.S. (2015). *Heometriya. Propedevtyka pohlyblenoho vyvchennya* : navch. posib. dlya 7 kl. z pohlyblenym vyvchennyam matematyky. [Geometry. Propedeutics of in-depth learning : tutorial tool for 7 grade with in-depth study of mathematics]. Kharkiv: Himnaziya [in Ukrainian].
12. Merzlyak, A.H., Polons'kyy, V.B. & Yakir, M.S. (2016). *Alhebra* : pidruch. dlya 8 kl. z pohlyblenym vyvchennyam matematyky. [*Algebra* : textbook for 8 classes with in-depth study of mathematics]. Kharkiv: Himnaziya [in Ukrainian].
13. Merzlyak, A.H., Polons'kyy, V.B. & Yakir, M.S. (2017). *Heometriya dlya zahal'noosvitnikh navchal'nykh zakladiv z pohlyblenym vyvchennyam matematyky* : pidruch. dlya 9 kl. zahal'noosvit. navch. Zakladiv. [*Geometry for secondary schools with in-depth study of mathematics* : textbook. for 9 classes. general education. textbook institutions]. Kharkiv: Himnaziya [in Ukrainian].
14. Merzlyak, A.H., Nomirovs'kyy, D.A., Polons'kyy, V.B. & Yakir, M.S. (2011). *Alhebra. 11 klas* : pidruch. dlya zahal'noosvit. navchal'n. zakladiv : akadem. riven', prof. riven'. [*Algebra. Grade 11* : textbook for general educational institutioni : academic level, professional level]. Kharkiv: Himnaziya [in Ukrainian].

FORMATION OF CONCEPTS OF POINT, DISTANCE AND STRAIGHT PLACEMENTS OF POINTS BY MEANS OF METRIC GEOMETRY IN 7-9 GRADES

Valerii Kuz'mich, Liudmyla Kuzmich
Kherson State University, Ukraine

Abstract. *The paper presents the concept of forming the concepts of point, the distance between points and rectilinear placement of points, using elements of metric geometry, in middle school pupils in geometry lessons and extracurricular work in mathematics.*

Formulation of the problem. *In the modern school course of geometry for middle school, there is virtually no information about the elements of non-Euclidean geometries. In current textbooks on geometry, even with an in-depth study of mathematics, Lobachevsky's geometry is mentioned only in the historical aspect. This is due to the significant level of complexity and formalization of the basics of this geometry. This paper proposes a certain approach to solving this problem based on the use of elements of metric geometry, as one that is most closely related to the school course of geometry. This approach allows without much difficulty to begin the formation of basic geometric concepts of non-Euclidean geometries (such as point, distance, straightness) in the seventh grade of middle school. In our opinion, such formation should be carried out in classes with an in-depth study of mathematics, both in geometry lessons and in classes and electives in mathematics. Relevant material can be the subject of student research and creative work in geometry.*

Materials and methods. *The main results of the work are obtained using the methods of metric geometry. While forming the concept of straightness authors used the concept of rectilinear placement of points, considered by V.F. Kagan. The results of the work were tested during the reading of the relevant special course for students of the educational level "Master", specialty "014 Secondary Education (Mathematics)", at Kherson State University.*

Results. *The paper provides specific examples of the use of elements of non-Euclidean geometries in geometry lessons in middle school. Appropriate formulations of the concepts of point, distance, and rectilinear placement of points are given, which demonstrate the ambiguity of their intuitive perception. Specific topics in geometry are indicated, in the study of which these formulations and examples can be used to form a concept of a point, the distance between points, the straightness of the location of points.*

Conclusions. *From the results of the work, it follows that the formation of the basic concepts of non-Euclidean geometries can be started from the seventh grade of middle school, using elements of metric geometry. This will allow in the senior classes of junior high school, on the same basis, to form a concept of flat placement of points. This approach can solve the problem of adequate pupils' perception of the basic provisions of non-Euclidean geometries.*

Keywords: *point, distance, straight line, rectilinear placement of points, school course of geometry.*

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Лазурчак Л.В., Вдовичин Т.Я., Жидик В.Б. Використання інтегрованого середовища RAD Studio у процесі підготовки майбутніх вчителів інформатики. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 80-86.

Lazurchak L., Vdovychyn T., Zhydyk V. The use of the RAD Studio integrated environment in the future teachers 'training profession of informatics. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 2(24). P. 80-86.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-024-2-011
УДК 378:004

Л.В. Лазурчак
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, Україна
Homyshak59@gmail.com
ORCID: 0000-0002-1744-3698
Т.Я. Вдовичин
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, Україна
tetianavdovychyn@gmail.com
ORCID: 0000-0002-7605-3833
В.Б. Жидик
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, Україна
zhvb63@gmail.com
ORCID: 0000-0002-9876-0053

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕГРОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА RAD STUDIO У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ

АНОТАЦІЯ

Матеріали статті присвячені вивченню основ програмування майбутніми вчителями інформатики. Зосереджено увагу на застосуванні інтегрованого середовища RAD Studio у навчанні майбутніх вчителів інформатики, що передбачає знання його базових конструкцій та вирішення практичних завдань як у навчальному процесі, так і в майбутній професійній діяльності.

Формулювання проблеми. *У статті досліджено, що освоєння студентами педагогічного університету базових основ програмування відіграє важливу роль у формуванні майбутнього вчителя інформатики. Тому було здійснено обґрунтування вибору середовища програмування у процесі навчання майбутніх вчителів інформатики. Проаналізовано, що програмування з допомогою RAD Studio більш ефективне, ніж на інших платформах швидкої розробки, завдяки використанню сучасних засобів об'єктно-орієнтованого програмування в поєднанні з надійним програмним забезпеченням.*

Матеріали і методи. *Для вирішення поставленої проблеми було застосовано такі методи дослідження: аналіз психолого-педагогічної літератури, систематизація та узагальнення процесу підготовки майбутніх вчителів інформатики; спостереження щодо особливостей вивчення програмування майбутніми вчителями інформатики; узагальнення аспектів вибору середовища програмування RAD Studio у процесі навчання майбутніх вчителів інформатики та для створення користувацьких проектів.*

Результати. *Інтегроване середовище RAD Studio радикально скорочує термін розробки студентських проектів завдяки візуальному середовищу швидкої розробки програмного забезпечення, швидких компіляторів з підтримкою сучасних функцій, високої продуктивності і незначного споживання ресурсів під час виконання, потужних інтерактивних користувацьких інтерфейсів, унікальної можливості підключення до баз даних, відсутності громіздкого середовища виконання. Зокрема, у даному дослідженні продемонстровано реалізацію базових операцій обробки одновимірних масивів, зокрема пошук максимального або мінімального елемента масиву.*

Висновки. *Функціональні можливості RAD Studio мають ряд переваг, що можуть бути застосовані як у процесі навчання майбутніх вчителів інформатики, так і майбутніх фахівців IT-галузі.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *майбутні вчителі інформатики, середовище програмування, RAD Studio.*

ВСТУП

Постановка проблеми. У підготовці майбутніх вчителів інформатики важливе значення має вивчення інформаційних технологій та мов програмування. Нові часи принесли нові тренди в освіту. Вже багато років школи

стараються робити наголос на розвиток таких напрямків як креативність, вміння логічно мислити, вирішення завдань та розвиток взаємодії. Це якраз ті напрямки, які не втратять своєї актуальності із плином часу і дозволять комфортно адаптуватись до нового оточення. Одним із найбільш перспективних інструментів в контексті розвитку вищевказаних напрямків є наука програмування. Саме програмування для майбутнього вчителя інформатики дає змогу націлитись на підготовку ІКТ-компетентного фахівця, здатного навчатися протягом життя, а в результаті – вмотивованого професійного учителя.

Базові навички програмування займають значне місце у процесі підготовки майбутніх вчителів інформатики. Навчатись програмування означає оволодіти системою знань, умінь для формування сучасного рівня технологічної грамотності, вироблення практичних навичок щодо виконання поставлених завдань, а також постійна підтримка інформаційної культури вчителя інформатики. У процесі навчання майбутніх вчителів інформатики, базові фундаментальні поняття програмування та способи їх подальшого застосування пронизують змістові лінії навчальних дисциплін, а також активно використовуються при підготовці індивідуальних завдань, курсових та кваліфікаційних робіт тощо. Все це дозволяє ефективніше виконувати певний обсяг робіт з обробки інформації.

Дискусія щодо вибору мови програмування в шкільному курсі інформатики гаряче обговорюється. Питання вибору навчання мов програмування для майбутніх вчителів інформатики у педагогічному університеті теж є відкритими. Проте, вважаємо, що алгоритмізація в школі повинна в першу чергу формувати в учнів алгоритмічну культуру, а не “пакування” алгоритмів в хорошу оболонку у вигляді веб-сторінок, ігрових програм чи мобільних додатків.

Середовищем реалізації алгоритмів для навчання майбутніх вчителів інформатики обрано Rad Studio. За оцінками експертів, дане середовище не є найбільш вживаним для професійного програмування, враховуючи те, що стандартним шкільним середовищем програмування є LAZARUS, який максимально близький за ідеологією до професійного середовища Rad Studio.

Використання Rad Studio і мови програмування C++ зумовлене декількома факторами. Зокрема, мова C++ вважається найбільш стандартизованою мовою (ISO/ANSI), а практика опису алгоритмів сприяє формуванню в майбутніх вчителів інформатики навиків правильного написання коду. Мова C++ є хорошою базою для вивчення більш спеціалізованих мов програмування.

У процесі навчання студентів спеціальності Середня освіта (Інформатика), дисципліна “Програмування” включає вивчення мови програмування C++ , а “Об’єктно-орієнтоване програмування” – Delphi. Середовище RAD Studio пропонує розробникам вибір між двома мовами програмування – Delphi та C++. Тому актуальним для майбутніх вчителів інформатики є ознайомлення з середовищем Rad Studio, що може бути надійно і ефективно використано для створення власних проектів, при вивченні інших навчальних дисциплін, а в майбутньому – у професійній діяльності.

Інтегроване середовище розробки RAD Studio має ряд переваг, зокрема, дозволяє писати і редагувати код швидко і раціонально, завдяки використанню сучасних засобів об'єктно-орієнтованого програмування в поєднанні з надійним програмним забезпеченням. У ньому передбачено автоматичне доповнення коду на основі бібліотек, що використовуються.

Аналіз актуальних досліджень. Основні базові конструкції різноманітних середовищ програмування висвітлено у працях Загребельного С., Костікова А., Мірінського В. (Загребельний&Костіков&Мірінський, 2010), Сопронюка Т. (Сопронюк, 2009), Павловської Т., Дудзяного І. (Дудзяний, 2013), Щупака Ю., Грицюка Ю., Рака Т. (Грицюк&Рак, 2011), Вайсфельда М. (Вайсфельд, 2005), Гилберта С., Маккарти Б., Холингворт Д., Густавсона П.

З можливостями інтегрованого середовища RAD Studio та основами роботи в ньому можна ознайомитися, аналізуючи різноманітні інтернет-ресурси. Зокрема, на сайті американської компанії Embarcadero Technologies, що займається розробкою програмного забезпечення для створення баз даних і засобів управління ними.

Проблеми підготовки майбутніх вчителів інформатики досліджували українські науковці, зокрема, Жалдак М., Биков В. (Биков В.Ю.,2007), Спірін О. (Спірін, 2013), Вакалюк Т. (Спірін&Вакалюк, 2017), Морзе Н. (Морзе&Кочарян, 2014), Кривонос О. (Кривонос, 2011), Нікольський С., Сирчина С. (Нікольський&Сирчина, 2019), Олексюк В. (Олексюк, 2013; 2015), Вдовичин Т. (2017) тощо. Особливості процесу підготовки майбутніх вчителів інформатики висвітлено у працях закордонних дослідників, зокрема, з Польщі (Є. Мазинська, Г. Кєдровіч тощо), США (А. Томпсон, Р. Бредлі тощо), Франції (Ж.Арсак), Росії (В.В. Давидов, А.П. Єршов, К.К. Колін, М.П. Лапчик тощо).

Метою статті є розглянути аспекти використання інтегрованого середовища Rad Studio у процесі навчання майбутніх вчителів інформатики.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення мети і реалізації завдань дослідження застосовувався комплекс методів: аналіз педагогічного досвіду щодо процесу підготовки майбутніх вчителів інформатики у закладах вищої освіти; спостереження – для виявлення особливостей навчання програмування майбутніх вчителів інформатики; аналіз можливостей середовища програмування для практичної підготовки майбутніх вчителів інформатики щодо створення різноманітних користувацьких проектів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Можливості RAD Studio є досить різноманітними, зокрема дозволяють прискорити навігацію при роботі з громіськими блоками коду. В RAD Studio вбудовані засоби реструктуризації вхідного коду, а саме, перейменування ідентифікаторів, оголошення нових змінних і полів, перейменування класів і полів в базі вхідного коду, перетягування коду в новий метод, синхронізація описів і інтерфейсів. Середовище RAD Studio містить інтерактивні шаблони Live Templates – оператори скелета кода для багаторазового використання, що дозволяють розробнику швидко створювати код для повторюваних структур.

Нова версія RAD Studio дозволяє підтримку гетерогенних баз даних без додаткових витрат, що розширює розробку багаторівневих застосунків, наповнює середовище потужною інтегрованою інструментальною підтримкою, інтегрує хмарні обчислення, сприяє вищій продуктивності та покращенню керування кодом, автоматизації і підсилення процесу компіляції.

Бібліотека візуальних компонент (VCL) RAD Studio інкапсулює потужні готові функції у зручні компоненти багаторазового застосування. Вона повністю інтегрована в середовище розробки. Це значно полегшує керування компонентами через програмний код і у візуальному режимі. При розробці додатків з допомогою бібліотеки VCL користувач пише, відлагоджує і тестує значно менше програмних стрічок, зберігаючи при цьому продуктивність і функціональні можливості. Додатки створені з використанням бібліотеки VCL є високоякісні, зручні для роботи і можуть модифікуватися.

Технологія візуального проектування і подієвого програмування, що є основою середовища RAD Studio, бере на себе більшу частину рутинної роботи, участь студента – конструювання діалогових вікон і написання функцій обробки подій.

Середовище RAD Studio радикально скорочує термін розробки студентських проектів завдяки:

- візуальному середовищу швидкої розробки програмного забезпечення;
- бібліотеки візуальних компонентів;
- швидких компіляторів з підтримкою сучасних функцій, включаючи узагальнення, анонімні методи та атрибути;
- високої продуктивності і незначного споживання ресурсів під час виконання;
- потужних інтерактивних користувацьких інтерфейсів;
- унікальної можливості підключення до баз даних;
- відсутності громіздкого середовища виконання.

Можливості інтегрованого середовища RAD Studio для майбутніх вчителів інформатики можна продемонструвати на прикладі опрацювання одновимірних масивів. На фізичному рівні, тобто у пам'яті комп'ютера, елементи масиву розміщені послідовно один за одним, кожне значення елемента масиву займає у пам'яті однакову кількість байтів (усі елементи мають однаковий тим), нумерація елементів масиву розпочинається з 0. Логічний рівень масиву – це його опис та використання у програмі. На цьому рівні масив – це послідовність даних, які мають спільну назву та спільний тип (Дудзяний, 2013).

До базових операцій обробки одновимірних масивів відносять уведення-виведення масиву, його ініціалізацію, пошук максимального або мінімального елемента масиву, обчислення узагальнюючих характеристик (сум елементів, їх добутків тощо), пошук заданого елемента, перестановку елементів або обмін значеннями між елементами масиву, вставку та видалення елемента масиву, сортування масиву тощо (Сопронюк, 2009).

В середовищі RAD Studio легко реалізувати вище наведені операції обробки одновимірних масивів. Варто детально проаналізувати роботу з одновимірними масивами на прикладі відшукання максимального та мінімального елементів масиву і перестановки їх місць.

Масив можна утворити за допомогою генератора випадкових чисел. Функція random(n), яка описана у модулі stdlib.h, генерує ціле випадкове число з діапазону від 0 до n. Використання функції randomize() дозволяє отримувати різні значення елементів масиву під час багаторазового виконання програми. Програмний код створення одновимірного масиву в середовищі RAD Studio подано на рис. 1.

```
void __fastcall TForm2::Button1Click(TObject *Sender)
{   cbb1->Clear();
randomize();
for (i = 0; i < n; i++)
 {
 mas[i]=random(40);
 cbb1->Items->Add(IntToStr(mas[i]));
 }

}
```

Рис. 1. Створення одновимірного масиву генератором випадкових чисел

Для роботи з одномірними масивами в середовищі RAD Studio можна використати компонент ComboBox – випадаючий список елементів, розміщений на вкладці Standard (рис. 2), що володіє певним набором властивостей (табл. 1).

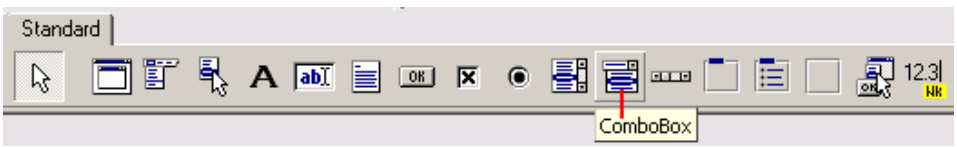


Рис. 2. Розміщення компонента ComboBox в RAD Studio

Таблиця 1

Властивості компонента ComboBox (Биков, 2007)

Властивості	Опис
Name	ім'я компоненту, що використовується для доступу до властивостей компоненту
Text	текст, що знаходиться в полі введення/редагування
Items	елементи списку — масив рядків
Count	кількість елементів списку
ItemIndex	номер елементу, вибраного в списку; якщо жоден з елементів списку не був вибраний, то значення властивості рівне -1 (мінус один)
Sorted	ознака необхідності автоматичного сортування (true) списку після додавання чергового елементу
Dropdowncount	кількість елементів, що є в розкритому списку; якщо кількість елементів списку більша, ніж Dropdowncount, то з'являється вертикальна смуга прокрутки

Форма, що зображена на рис. 3, містить такі компоненти:

- lbl1 — текстове поле « СТВОРИТИ МАСИВ»;
- lbl2 — текстове поле «РЕЗУЛЬТАТ РОБОТИ ПРОГРАМИ»;
- lbl3 — текстове поле для відображення максимального елемента масиву та його місцезнаходження;
- lbl4 — текстове поле для відображення мінімального елемента масиву та його місцезнаходження;;
- cbb1 — випадаючий список, що містить елементи створеного масиву;
- cbb2 — випадаючий список, що містить результати роботи програми – масив, де максимальне та мінімальне значення поміняно місцями;
- Button1 — кнопка реалізації події «СТВОРИТИ МАСИВ»;
- Button2 — кнопка реалізації події «ЗНАЙТИ MAX MIN»;
- Button3 — кнопка реалізації події «ЗАВЕРШИТИ РОБОТУ».

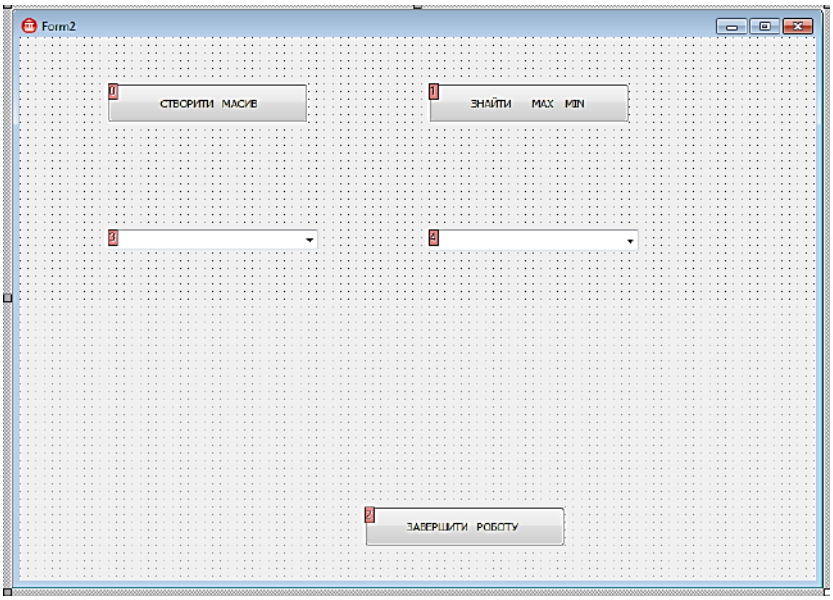


Рис. 3. Початкова форма для опрацювання одновимірного масиву

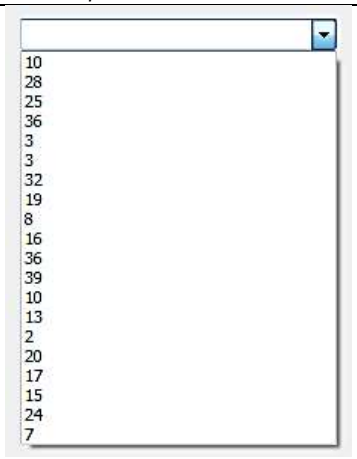
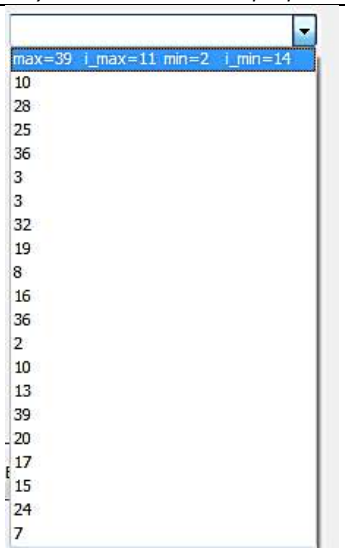
Розмістивши на формі всі потрібні компоненти та натиснувши на кнопку «СТВОРИТИ МАСИВ», за допомогою генератора випадкових чисел, можна отримати вхідний масив. Легко відшукати максимальний та мінімальний елементи заданого масиву та їх позиції, а згодом переставити ці елементи місцями. Згенерований вхідний масив та результат виконання програми подано в таблиці 2.

Фрагмент програмного коду, що реалізує пошук максимального та мінімального елементів масиву , а також перестановка їх місць продемонстровано на рис. 4.

Потужні функціональні можливості інтегрованого середовища RAD Studio дозволяють легко, швидко та ефективно розв’язувати стандартні задачі обробки одновимірних масивів. В даному дослідженні продемонстровано пошук максимального та мінімального елементів масиву, який утворено за допомогою генератора випадкових чисел.

Таблиця 2

Робота з одновимірними масивами

Згенерований вхідний масив	*Результат виконання програми*
	


```
void __fastcall TForm2::Button2Click(TObject *Sender)
{
  int max,min,r,i_max,i_min;
  cbb2->Clear();
  max=mas[0];min=mas[0];
for (i = 0; i < n; i++)
 {
 if (mas[i]>max){max=mas[i];i_max=i;}
 if (mas[i]<min){min=mas[i];i_min=i;}
 }
 r=mas[i_max];mas[i_max]=mas[i_min];mas[i_min]=r;
 cbb2->Items->Text="max="+IntToStr(max)+"   i_max="+IntToStr(i_max)
 +"  min="+IntToStr(min)+"    i_min="+IntToStr(i_min);

 for (i = 0; i < n; i++)
 cbb2->Items->Add(IntToStr(mas[i]));
 }
```

Рис. 4. Програмний код вводу масиву

ОБГОВОРЕННЯ

Як бачимо, у процесі навчання основ програмування майбутніми вчителями інформатики, середовище RAD Studio характеризується певними позитивними особливостями, зокрема: швидкий термін розробки користувацьких проектів, потужні інтерактивні інтерфейси, сприятливе середовище з можливістю підключення до баз даних, незначне споживання ресурсів. Варто зосередити увагу на завданнях професійно-практичного профілю, які можна запропонувати студентам для вивчення як під час аудиторних занять, так і для самостійного опрацювання.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Широкий набір можливостей розв'язування прикладних задач у середовищі RAD Studio дають змогу для застосування у професійній діяльності майбутніх вчителів інформатики. Це сприятиме формуванню базових навичок програмування, що можуть бути застосовані у різноманітних сферах (від реалізації найпростіших користувацьких алгоритмів до створення роботів, які самостійно приймають рішення, машин з автопілотом, онлайн-перекладачів в реальному часі тощо).

Студент, що обрав свою майбутню професію вчитель інформатики та оволодів навиками програмування, завжди буде в тренді сучасного стрімкого розвитку ІКТ, зможе продемонструвати набуті вміння при вирішенні різноманітних прикладних задач у майбутній професійній діяльності.

Список використаних джерел

1. Embarcadero RAD Studio: веб-сайт. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Embarcadero_RAD_Studio (дата звернення: 22.04.2020).
2. Биков В.Ю. Ключові чинники та сучасні інструменти розвитку системи освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2007. Том 2, №1.
3. Вайсфельд М. *Обьектно-ориентированный подход: Java, .Net, C++.* Москва: КУДИЦА-ОБРАЗ, 2005.

4. Грицюк Ю.І., Рак Т.Є. *Об'єктно-орієнтоване програмування мовою С++* : навч. посіб. Львів: Вид-во Львівського ДУ БЖД, 2011.
5. Дудзяний І.М. *Програмування мовою С++. Частина 1 : Парадигма процедурного програмування*: навч. посіб. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2013.
6. Загребельний С.Л., Костіков А.А., Мірінський В.Е. *Основи візуального програмування в середовищі Visual Studio 2010* : навч. посіб. Краматорск : ДГМА, 2012.
7. Кривонос О. М., Мануйлова О.Д. Використання сучасних інформаційних технологій при розробці електронних посібників з програмування. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2011. № 4 (24).
8. Нікольський С.Б., Сирчина С.В. Особливості використання цифрових засобів навчання при викладанні майбутнім учителям інформатики дисципліни «мови програмування». *Наукові записки кафедри педагогіки*. 2019. 1(45). С. 21-28.
9. Морзе Н. В., Кочарян А.Б. Модель стандарту ІКТ-компетентності викладачів університету в контексті підвищення якості освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2014. Том 43, №5. С. 27-39.
10. Олексюк В. П. Застосування віртуальних хмарних лабораторій у процесі підготовки майбутніх учителів інформатики. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова*. *Серія 2 : Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2015. 15 (22). С. 76-81.
11. Олексюк В. П. Досвід інтеграції хмарних сервісів Google Apps у інформаційно-освітній простір вищого навчального закладу. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2013. №3(35). С. 64-73.
12. Vdovychyn T. Ya. Formation of bachelors of informatics competence in the use of open systems network technologies. Information Technologies and Learning Tools. 2017. Vol 62, №6.
13. Сопронюк Т.М. Технології візуального й узагальненого програмування в С++Builder: Навчальний посібник. Чернівці: ЧНУ, 2009.
14. Спірін О. М. Критерії і показники якості інформаційно-комунікаційних технологій навчання. *Інформаційні технології і засоби навчання.* 2013. № 1 (33).
15. Спірін О. М., Вакалюк Т.А. Критерії добору відкритих Web-орієнтованих технологій навчання основ програмування майбутніх учителів інформатики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2017. № 4 (60). С. 275-287.

References

1. Embarcadero RAD Studio: Website. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Embarcadero_RAD_Studio (Date of appeal: 22.04.2020).
2. Bykov, V.Y. (2007). Key factors and modern instruments of system of education development. *Information Technologies and Learning Tools*, Vol. 2, No. 1 [in Ukraine].
3. Weisfeld, M. (2005). *Object-Oriented Approach: Java, .Net, C ++.* Moskva: KUDYTSA-SIRABOR [in Russian].
4. Gry`cyuk, Yu.I. & Rak, T.Ye. (2011). *Ob'yektno-oriyentovane programuvannya movoyu S++* : navch. posib. L`viv: Vy`d-vo L`vivs`kogo DU BZhD [in Ukraine].
5. Dudzhany, I.M. (2013). *Programming in C ++. Part 1: Paradigm of procedural programming*: tutorial. L`viv: Ivan Franko LNU [in Ukraine].
6. Zagrebelny, S.L. & Kostikov, A.A. & Mirinsky, V.E. (2012). *Fundamentals of visual programming in Visual Studio 2010 environment*: tutorial. Kramatorsk: DHSA [in Ukraine].
7. Kryvonos, O.M & Manuylova, O.D. (2011). The use of modern information technologies while working out electronic education supplies in programming. *Information Technologies and Learning Tools*,4 (24) [in Ukraine].
8. Nikolsky, S. B. & Syrchyna, S. V. (2019). Peculiarities of digital learning means usage in training future computer science teachers of «programming languages» course. *Scientific Notes of the Pedagogical Department*, 1(45), 21-28. https://doi.org/10.26565/2074-8167-2019-45-03 [in Ukraine].
9. Morze, N.V. & Kocharian, A. B. (2014). ICT competence standards for higher educators and quality assurance in education. *Information Technologies and Learning Tools*, Vol. 43, No. 5 [in Ukraine].
10. Oleksyuk, V. P. (2015). The application of virtual cloud laboratories in the process of future computer science teachers training. *Scientific journal of NPU named after M. P. Drahomanov. Series 2. Computer-oriented educational systems*, 1, 76-81 [in Ukraine].
11. Oleksyuk, V. P. (2013). Experience of Google Apps Services integration into the information and education environment of higher educational institutions. *Information Technologies and Learning Tools*, Vol. 35, No. 3, C. 64-73 [in Ukraine].
12. Vdovychyn T. Ya. (2017). Formation of bachelors of informatics competence in the use of open systems network technologies. *Information Technologies and Learning Tools,* Vol 62, №6 [in English].
13. Sopronyuk, T.M. (2009). Visual and generalized programming technologies in C ++ Builder: Tutorial. Chernivtsi: ChNU [in Ukraine].
14. Spirin, O.M. (2013). Quality criteria and indicators of information and communication technologies. *Information Technologies and Learning Tools*, No. 1 (33) [in Ukraine].
15. Spirin, O.M. & Vakaliuk, T.A. (2017). Criteria of open web-operated technologies of teaching the fundamentals of programs of future teachers of informatics. *Information technologies and learning tools*,4 (60), 275-287 [in Ukraine].

THE USE OF THE RAD STUDIO INTEGRATED ENVIRONMENT IN THE FUTURE TEACHERS 'TRAINING PROFESSION OF INFORMATICS

Lubov Lazurchak, Tatyana Vdovychyn, Vladimir Zhydyk
Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University, Ukraine

Abstract. *The materials of the article are devoted to the study of the basics of programming by future teachers of computer science. The focus is on the application of the integrated environment RAD Studio in the training of future teachers of computer science, which involves knowledge of its basic structures and solving practical problems both in the educational process and in future professional activities.*

Formulation of the problem. *The article investigates that the development of the basic basics of programming by students of the pedagogical university plays an important role in the formation of the future teacher of computer science. Therefore, the choice of programming environment in the process of training future teachers of computer science was substantiated. It is analyzed that programming with RAD Studio is more efficient than on other platforms of rapid development, due to the use of modern means of object-oriented programming in combination with reliable software.*

Materials and methods. *To solve this problem, the following research methods were used: analysis of psychological and pedagogical literature, systematization and generalization of the process of training future teachers of computer science; observation of the peculiarities of the study of programming by future teachers of computer science; generalization of aspects of choosing the RAD Studio programming environment in the process of training future computer science teachers and for creating custom projects.*

Results. *The RAD Studio integrated environment drastically reduces the development time of student projects due to the visual environment of fast software development, fast compilers with support for modern functions, high performance, and low resource consumption during execution, powerful interactive user interfaces, unique ability to connect to clusters, lack of environment implementation. This study demonstrates the implementation of basic operations of processing one-dimensional arrays, in particular the search for the maximum or minimum element of the array.*

Conclusions. *The functionality of RAD Studio has several advantages that can be applied both in the process of training future computer science teachers and future IT professionals.*

Keywords: *future teachers of computer science, programming environment, RAD Studio.*

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Мар'єнко М.В. Моделювання хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 87-93.

Marienko M. Modeling of cloud-oriented methodological system of teacher training of natural and mathematical subjects for work in the scientific lyceum. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 2(24). P. 87-93.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-024-2-012
УДК 378.(4:6):377.8]+372.851]:004

М.В. Мар'єнко
Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, Україна
popelmaya@gmail.com
ORCID: 0000-0002-8087-962X

МОДЕЛЮВАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНОЇ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ПРЕДМЕТІВ ДО РОБОТИ В НАУКОВОМУ ЛІЦЕЇ

АНОТАЦІЯ

В статті розглянуто концептуальні засади проектування хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. В роботі розглянуті інноваційні моделі формування хмаро орієнтованої системи та проаналізовано український та зарубіжний досвід моделювання хмаро орієнтованих систем. Розглянуто наявні класифікації електронних освітніх ресурсів, зокрема хмаро орієнтованої системи.

Формулювання проблеми. *З появою нових видів закладів спеціалізованої освіти, до вчителів висуваються додаткові вимоги до роботи в цих закладах. Також, у зв'язку із затвердженням Положення про науковий ліцей та науковий ліцей-інтернат від 22 травня 2019 р. постає питання щодо підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Це зумовлюється тим, що існує певна специфіка організації освітньої діяльності наукового ліцею. Тому підготовку вчителів до роботи в закладі спеціалізованої освіти доречно організувати з використанням хмаро орієнтованої системи.*

Матеріали і методи. *Використані теоретичні методи дослідження: аналіз, узагальнення, систематизація наукових та науково-методичних джерел з проблеми дослідження, аналіз сучасних інноваційних моделей формування хмаро орієнтованої системи з метою визначення теоретичних засад, обґрунтування структури хмаро орієнтованої методичної системи.*

Результати. *Проведено класифікацію електронних освітніх ресурсів (ЕОР) хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. На основі проведеного дослідження розроблено та описано модель взаємодії суб'єктів хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї.*

Висновки. *В результаті дослідження було виявлено, що майже кожен вид ЕОР можна використати принаймні в двох видах діяльності. Зазначений перелік ЕОР в подальшому буде покладено в основу моделі хмаро орієнтованої методичної системи.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *хмаро орієнтована система, вчителі природничо-математичних предметів, наукові ліцеї, методична система підготовки вчителів, проектування хмаро орієнтованої системи.*

ВСТУП

У Національній стратегії розвитку освіти в Україні на період до 2021 року, одним з основних завдань, зазначено: «…забезпечення випереджувального характеру підвищення кваліфікації педагогічних, науково-педагогічних і керівних кадрів відповідно до потреб реформування системи освіти, викликів сучасного суспільного розвитку» (Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року). Також, у зв'язку із затвердженням Положення про науковий ліцей та науковий ліцей-інтернат від 22 травня 2019 р. (Положення про науковий ліцей та науковий ліцей-інтернат) постає питання щодо підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї.

Передбачено, що науковий ліцей, виконуватиме підготовку майбутніх вчених, починаючи з 5-го класу. Окрім здобуття базової загальної середньої освіти та повної загальної середньої освіти має забезпечуватись освіта наукового спрямування та підготовка майбутнього вченого. Окрім поглибленого вивчення профільних предметів, також передбачено організацію науково-дослідницької діяльності. Тому, удосконалення змісту і складників курсів

перекваліфікації вчителів постають одними з ключових питань підвищення якості підготовки фахівців педагогічної галузі. Значні дидактичні можливості у реалізації принципу науковості виникають у процесі перепідготовки вчителів завдяки використанню хмаро орієнтованих систем. Це забезпечить більш гнучкий і широкий доступ до якісних ЕОР, формування хмаро орієнтованого середовища безперервного навчання. Також, це призведе до створення професійної соціальної спільноти з можливістю взаємодії з використанням хмарних сервісів у реальному часі. Тому, підготовку вчителів до роботи в закладі спеціалізованої освіти доречно організувати з використанням хмаро орієнтованої системи. Для формування подібної системи, доречним є вивчення вже існуючих моделей, що на практиці підтвердили свою ефективність та виконати добір ЕОР в якості складників хмаро орієнтованої методичної системи.

Аналіз актуальних досліджень. М. П. Шишкіна в своїй роботі (Шишкіна, 2015) розглянула низку інноваційних моделей формування хмаро орієнтованого середовища: модель хмаро орієнтованого навчального середовища, концептуальна модель організації хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища, модель групування компонентів хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища.

В зв'язку з цим, у дослідженні С. Г. Литвинової обґрунтована модель взаємодії суб'єктів навчання (Литвинова, 2016). Проте, окрім цього С. Г. Литвинова наводить ще дві моделі: модель навчального середовища учня та модель навчального середовища вчителя. Усі ці моделі поєднані в хмаро орієнтованому навчальному середовищі.

Т. А. Вакалюк наводить опис структурної моделі хмаро орієнтованого навчального середовища підготовки бакалаврів інформатики (Вакалюк, 2019). Науковець вважає, що в основу даної моделі слід закласти саме процес підготовки бакалаврів інформатики.

Групою науковців В. Ю. Биков, D. Mikulowski, O. Moravcik, S. Svetsky та М. П. Шишкіна в дослідженнях було обґрунтовано модель хмаро орієнтованого відкритого освітньо-наукового середовища для підтримування спільної діяльності, однак попередньо в роботі (Bykov, Mikulowski, Moravcik, Svetsky&Shyshkina, 2020) розглянуто способи відбору інструментів та описано перспективи їх використання в освітніх системах вищої освіти.

Науково-методологічні засади формування й розвитку хмаро орієнтованого навчально-наукового середовища в контексті пріоритетів відкритої науки та формування Європейського дослідницького простору було розглянуто В. Ю. Биковим та М. П. Шишкіною (Биков&Шишкіна, 2018). Науковці проаналізували не лише методологічні принципи проектування та розвитку середовища (принципи відкритої освіти, відкритої науки), але й специфічні принципи, властиві хмаро орієнтованим системам.

Сучасні стратегічні підходи до використання цифрових засобів у навчально-виховному процесі та професійній діяльності вчителів, що підтримують новий рівень спілкування та взаємодії всіх учасників навчально-виховного процесу, а також у розвитку цифрової компетентності самого вчителя розглянула в своєму дослідженні О. В. Овчарук (Овчарук, 2020).

Науковці H. M. S. Bakeer та S. S. Abu-Naser дослідили архітектуру інтелектуальної системи навчання, яка в свою чергу містить лише чотири складники: модель домену, модель студента (слухача), навчальний модуль та інтерфейс користувача (їх можна розглядати як окремі моделі) (Bakeer&Abu-Naser, 2018).

Модель системи управління декількома організаціями, в основу якої закладена хмарна модель спільноти запропонована в роботі K. Dubey, M. Y. Shams, S. C. Sharma, A. Alarifi, M. Amoon та A. A. Nasr (Dubey, Shams, Sharma, Alarifi, Amoon&Nasr, 2019).

Науковцями в достатній мірі розглянуто різноманітні моделі організації навчального процесу з використанням інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). Крім того, науковці в своїх роботах розробили моделі хмаро орієнтованого середовища, зокрема для підготовки фахівців відповідних профілів. Проте, проблема проектування хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї залишається недостатньо дослідженою.

Мета статті. Обґрунтувати засади проектування хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У статті наведені результати дослідження, одержані в ході виконання науково-дослідної роботи Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України «Адаптивна хмаро орієнтована система навчання та професійного розвитку вчителів закладів загальної середньої освіти» (ДР № 0118U003161, 2018-2020), одним з виконавців яких є автор (відповідальний виконавець). Також були використані теоретичні методи дослідження, зокрема аналіз, узагальнення, систематизація наукових та науково-методичних джерел з проблеми дослідження, аналіз сучасних інноваційних моделей формування хмаро орієнтованої системи з метою визначення теоретичних засад, обґрунтування структури хмаро орієнтованої методичної системи, ресурсів Інтернет, аналіз наявних класифікацій ЕОР з метою виконання добору ЕОР для створення моделі хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для вирішення окресленої проблеми та побудови хмаро орієнтованого середовища знадобиться попередньо розробити його модель задля його подальшого проектування та дослідження. Представлені моделі хмаро орієнтованих середовищ не відповідають поставленим завданням, щодо підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. А отже, за основу можна взяти вже розроблені принципи, чи загальну структуру побудови подібних моделей.

Інноваційні моделі формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї

Проблема планування роботи з використанням моделі спільноти є найбільш складною моделлю хмарних обчислень. Численні дослідження, проведені щодо планування робіт виявили, що багато евристичних та метаевристичних алгоритмів пропонують відповідне рішення. У роботі (Dubey, Shams, Sharma, Alarifi, Amoon&Nasr, 2019) науковці K. Dubey, M. Y. Shams, S. C. Sharma, A. Alarifi, M. Amoon та A. A. Nasr запропонували нову систему управління декількома організаціями за хмарною моделлю спільноти. Система складається з трьох алгоритмів: алгоритм для розподілу ресурсів; ідеальний підхід до розподілу; ендоритмічний алгоритм на основі вдосконаленого ідеального розподілу. Вказані алгоритми пропонують розробити можливий та оптимальний графік виконання роботи, щоб мінімізувати простір і вартість при розгляді терміну виконання завдань. Другий алгоритм дуже ефективний для економії часу та дотримання заздалегідь сформульованих умов. В результаті можна помітити, що нова система допоможе організовувати роботу між різними організаціями. Крім того, запропонований алгоритм для розподілу ресурсів досягає кращих рішень та зменшує обчислювальні витрати.

Науковці H. M. S. Bakeer та S. S. Abu-Naser розглядають модель інтелектуальної системи навчання, блоки якої це (Bakeer&Abu-Naser, 2018): модель домену, модель студента (слухача), навчальний модуль, інтерфейс користувача. При цьому, до моделі домену відносять змістове наповнення кожної навчальної теми та власне їх структурування і організацію. Модель студента є досить обмеженою та містить незначну кількість параметрів для навчального моделювання. Навчальний модуль є одним з найголовніших компонентів інтелектуальної системи навчання. Основне завдання цього модуля – організувати послідовність навчальних дій, які слід здійснити під час навчального процесу. Ці дії та їх послідовність повинні відповідати здібностям, вимогам та цілям студента (слухача). Інтерфейс користувача налаштований на два класи користувачів: викладачів та студентів (слухачів). При цьому дані класи мають взаємодіяти як один з одним так і індивідуально з самою системою. Інтерфейс користувача напряму пов’язаний з навчальним модулем, який в свою чергу взаємопов’язує між собою модель домену та модель студента (слухача).

Модель навчального процесу з використанням технологій доповненої реальності (Ahmad, Zainuddin&Yusoff, 2018), представленої H. Ahmad, N. M. M. Zainuddin, R. C. M. Yusoff може передбачати п'ять фаз: аналіз, підготовка, створення, використання та оцінювання.

Модель формування хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища, запропонована М. П. Шишкіною (Шишкіна, 2015) містить наступні компоненти: цільовий, методологічний, змістово-операційний, технолого-проектувальний, методично-організаційний та результативний. При цьому змістово-операційний компонент за своїми функціями дещо нагадує компонент обчислювальні ресурси в архітектурі, що використовується для планування робочих місць у хмарних системах спільноти (Dubey, Shams, Sharma, Alarifi, Amoon&Nasr, 2019). При цьому, цільовий компонент має бути напряму узгоджений з результативним. Цільовий компонент, на думку М. П. Шишкіної містить в собі мету та завдання, які висуваються до даної моделі. Зрозуміло, що результат має відповідати поставленій меті. Методологічний компонент це – принципи і підходи до проектування хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища вищого навчального закладу. Цікаво, що науковець розглядає моделі обслуговування хмарних технологій як методики використання компонентів (технологічно-проектувальний компонент).

С. Г. Литвинова описуючи модель хмаро орієнтованого навчального середовища територіально-адміністративної одиниці (Литвинова, 2016) не об'єднує усі складники даної моделі в окремі компоненти (блоки), як це представлено у роботі М. П. Шишкіної. Проте, науковець чітко визначає мету створення даної моделі, завдання, функції та зміст. Дослідивши дану модель, можна помітити, що науковець чітко виокремлює два основні блоки в моделі, це: управляння та навчання. При цьому управляння охоплює основні типи діяльності, а умовний блок «навчання» окреслює більш детально змістове наповнення моделі хмаро орієнтованого навчального середовища. Але, як окремим компонентом виступає інструментарій хмаро орієнтованого навчального середовища.

Т. А. Вакалюк в моделі хмаро орієнтованого навчального середовища підготовки бакалаврів інформатики виокремлює наступні компоненти (Вакалюк, 2019): цільовий, управлінський, організаційний, змістово-методичний, комунікаційний та результативний. Можна помітити схожу структуру в моделі М. П. Шишкіної. Проте, в основу моделі Т. А. Вакалюк було покладено саме процес підготовки бакалаврів інформатики. З огляду даної моделі стає зрозуміло, чому науковець окремо виокремлює модель взаємодії студентів та викладачів у хмаро орієнтованому навчальному середовищі. На цільовий компонент безпосередньо впливають суб’єкти навчально-виховного процесу. Цікавим фактом постає те, що функції хмаро орієнтованого навчального середовища виокремлюються Т. А. Вакалюк в окремий блок, оскільки лише за рахунок виконання даних функцій будуть досягнуті цілі навчання. До речі, суб’єкти навчально-виховного процесу безпосередньо впливають і на функції хмаро орієнтованого навчального середовища.

Отже, як показує аналіз інноваційних моделей, в основу моделі формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї може бути покладено:

1. Одна з моделей обслуговування хмарних технологій.
2. Архітектура хмаро орієнтованої системи (програмна складова).
3. Типи діяльності користувачів.
4. Типи інструментарію, який представлений в хмаро орієнтованій системі.
5. Одна з моделей розгортання хмарних технологій.

Звичайно, можна зустріти специфічні моделі, які базуються на інших принципах, проте це скоріше стосується підготовки фахівців вузьких галузей.

Тобто задля формування хмаро орієнтованої системи слід визначитись з метою побудови подібної системи та кінцевим результатом. Окрім цього, слід спланувати, які компоненти будуть входити до даної системи. Це напряму залежить від того, що буде покладено в основу моделі формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів

природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Тому, знадобиться порівняльний аналіз видів діяльності та окреслення тих, що будуть відібрані для розробки такої моделі.

Класифікація ЕОР хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї

Види діяльності, в широкому розумінні, – це окремі процеси чи процедури, що здійснюються фахівцем в ході виконання професійних робіт, з використанням потрібних ресурсів (Нікшич, 2007). Якщо розглянути види діяльності науковця та вчителя, то можна помітити спільні види діяльності та певні відмінності. Оскільки, вчителі наукових ліцеїв, мають забезпечити наукову підготовку учнів, тому в першу чергу слід звернути увагу на ті види діяльності, що є спільними як для науковця так і для вчителя. Основні види діяльності вчителя також заслуговують уваги, оскільки дані види реалізуються в будь-якому закладі середньої освіти (ЗСО), в тому числі і в науковому ліцеї. Проте, специфічними, на які слід зосередити увагу, це саме спільні види діяльності науковця та вчителя. Вони скоріше за все виступають одним зі специфічних факторів під час підготовки вчителів до роботи в науковому ліцеї. Окремим питанням постає визначення класифікаційної ознаки. В залежності від цього буде виконано добір ЕОР хмаро орієнтованої системи. Проте, для початку треба було б розглянути, які існують підходи до класифікації ЕОР.

В Проекті положення про електронні освітні ресурси, розробленим колективом авторів В. Ю. Биков, М. П. Шишкіна, Г. П. Лаврентьєва, В. М. Дем'яненко, В. В. Лапінський, Ю. Г. Запорожченко та М. В. Пірко зазначено, що класифікацію ЕОР можна здійснювати за: галуззю призначення, змістовно-процесуальним застосуванням, мережною орієнтацією, обмеженням користувацького простору, масштабом користувацької доступності, складовою в організації процесу навчання, рівнем групування (Биков, Шишкіна, Лаврентьєва, Дем'яненко, Лапінський, Запорожченко&Пірко, 2013).

Г. М. Кравцов виокремлює наступні ЕОР (Кравцов, 2013): навчально-методичні; методичні; навчальні; контролюючі; допоміжні. Дана класифікація занадто загальна. Її не можна взяти за основу, так само як не можна сказати які з даних видів ЕОР, згідно представленої класифікації будуть переважати в хмаро орієнтованій системі.

Якщо розглянути детально кожні окрему класифікацію запропоновану в (Биков, Шишкіна, Лаврентьєва, Дем'яненко, Лапінський, Запорожченко&Пірко, 2013), то можна зробити висновок, що для досягнення поставленої цілі, ЕОР хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї будуть: мережні, загальнодоступні, як персональними так і корпоративними, як навчальні так і забезпечувальні. М. П. Шишкіна як приклад наводить класифікацію електронних ресурсів навчального призначення (програми) (Шишкіна, 2015), при цьому використовуючи наступні класифікаційні ознаки: тип застосування, тип засобу, рівень групування. А. М. Гуржій та В. В. Лапінський (Гуржій&Лапінський, 2014). розглянули наступні підходи до класифікації ЕОР: за формою подання навчального матеріалу, за розташуванням і формою зберігання, за способом відтворення, за організаційними формами навчання, за структурою програмного забезпечення та за охопленням змісту навчання. Так, Г. М. Кравцов зазначає наступні основні види ЕОР (Кравцов, 2013): електронні видання; електронні документи; електронні демонстраційні матеріали; інформаційно-аналітичні системи; репозитарій електронних ресурсів; електронні тести; електронні словники; електронні довідники; бібліотеки цифрових об'єктів; електронні посібники; електронні підручники; електронні методичні матеріали; дистанційні курси; віртуальні лабораторії. Серед розглянутих класифікацій ЕОР не виявлено такої, щоб в якості класифікуючої ознаки виступали основні види діяльності. Навіть, якщо б подібна класифікація існувала, вона б потребувала в уточненні. Оскільки для даного дослідження важливі не всі основні види діяльності особистості, а лише ті, що одночасно притаманні науковцю та вчителю.

Останній перелік основних видів ЕОР, представлений Г. М. Кравцовим можна взяти за основний, оскільки кожен складник співставляється з основним видом діяльності, що є спільним як для науковця, так і для вчителя (табл. 1).

Таблиця 1

Добір основних видів ЕОР в залежності від виду діяльності

Спільні види діяльності	Відповідний вид ЕОР
Підготовка рукописів статей, тез доповідей	Електронні видання; електронні документи; репозитарій електронних ресурсів; електронні довідники.
Участь у масових науково-практичних заходах	Інформаційно-аналітичні системи; віртуальні лабораторії.
Впровадження методик	Електронні демонстраційні матеріали; інформаційно-аналітичні системи; електронні тести; електронні словники; електронні довідники; бібліотеки цифрових об'єктів; електронні посібники; електронні підручники; електронні методичні матеріали; дистанційні курси; віртуальні лабораторії.
Науково-інформаційна діяльність	Інформаційно-аналітичні системи; репозитарій електронних ресурсів.
Підвищення кваліфікації	Інформаційно-аналітичні системи; дистанційні курси; віртуальні лабораторії.

Можна помітити з (табл. 1), що окремі види ЕОР можуть бути застосовані для декількох видів діяльності: інформаційно-аналітичні системи, репозитарій електронних ресурсів, електронні довідники та віртуальні лабораторії. Тобто майже кожен вид ЕОР можна використати щонайменше в двох видах діяльності.

Враховуючи проведений аналіз основних типів діяльності та проведену, згідно цього, класифікацію ЕОР можна створити Модель взаємодії суб'єктів хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї (рис. 1).

Дана модель базується на основних видах діяльності вчителя (однак показані не лише спільні види діяльності з науковцем). Кожен окремий вид діяльності реалізується через застосування відповідного виду ЕОР (табл. 1). Оскільки, попередньо було виконано класифікацію ЕОР та основною метою було проілюструвати як через окремі види діяльності реалізується взаємодія вчителя з усіма суб'єктами навчального процесу, в моделі види ЕОР не відображені. Проте, чітко

проілюстровані зв'язки вчителя з окремим учнем, з групою учнів, колективом науковців та колективом педагогічних працівників. Оскільки цільова аудиторія дослідження це вчителі природничо-математичних предметів, то в моделі показані лише ті види діяльності науковця, які є спільними і для вчителя. Усіма іншими видами діяльності науковця можна знехтувати. На моделі проілюстровано, що вчитель взаємодіє з окремим учнем безпосередньо через наступні види діяльності: допомога в підготовці роботи МАН, підготовка учнів до участі в конкурсах різних рівнів, проведення уроків, індивідуальних занять та впровадження методик (рис. 1). Види діяльності, завдяки яким вчитель взаємодіє з групою учнів (дуже схожий перелік з окремим учнем), це: організація та проведення масових виховних заходів, підготовка учнів до участі в конкурсах різних рівнів, проведення уроків, індивідуальних занять та впровадження методик. Мабуть, найбільше видів діяльності пов'язує вчителя та колектив педагогічних працівників: організація та проведення масових виховних заходів, впровадження методик, науково-інформаційна діяльність, підвищення кваліфікації та обласне педагогічне співробітництво. Під обласним педагогічним співробітництвом розуміють скоріше регіональне співробітництво, обмін досвідом з іншими закладами загальної середньої освіти. Як не дивно, виявилось, що вчитель взаємодіє і з колективом науковців завдяки: участі у масових науково-практичних заходах та обласному педагогічному співробітництву.

ОБГОВОРЕННЯ

Розглянувши Модель взаємодії суб'єктів хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї можна виділити групу видів діяльності, які є ключовими у взаємодії суб'єктів хмаро орієнтованої методичної системи, проте для них не виконано добору відповідних видів ЕОР (рис. 1). Це обласне педагогічне співробітництво, складання конспекту, допомога в підготовці роботи МАН, підготовка учнів до участі в конкурсах різних рівнів, проведення уроків, індивідуальних занять та організація та проведення масових виховних заходів. Оскільки кожен з цих видів діяльності передбачає безпосередню взаємодію декількох осіб або групи осіб, то одними з основних видів ЕОР будуть: інформаційно-аналітичні системи, дистанційні курси та віртуальні лабораторії. Звичайно, в подальшому можна врахувати специфіку кожного окремого виду діяльності розширивши види ЕОР.

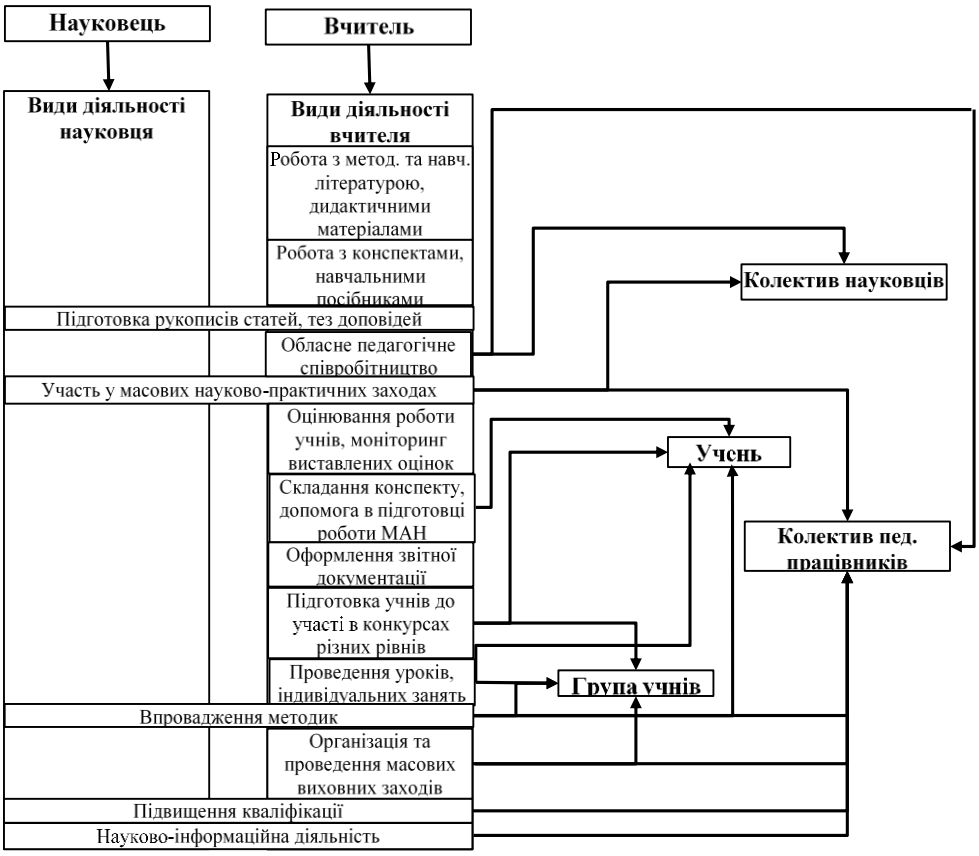


Рис. 1. Модель взаємодії суб'єктів хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Для розробки моделі формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї за основу доречно взяти основні види діяльності науковця та вчителя. В результаті аналізу основних видів діяльності науковця та вчителя були визначені спільні, серед яких: підготовка рукописів статей, тез доповідей; участь у масових науково-практичних заходах; впровадження методик; науково-інформаційна діяльність та підвищення кваліфікації.

Універсальної класифікації ЕОР не існує. Аналіз існуючих класифікацій ЕОР, показав що кожна з них залежить від

класифікуючої ознаки. Якщо охарактеризувати ЕОР, що входитимуть до складу хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї, то згідно Проекту положення про електронні освітні ресурси (Биков, Шишкіна, Лаврентьєва, Дем'яненко, Лапінський, Запорожченко&Пірко, 2013) вони будуть мережні, загалонодоступні, як персональними так і корпоративними, як навчальні так і забезпечувальні. Огляд найрозповсюдженіших класифікацій ЕОР допоміг виконати добір згідно з окреслених видів діяльності та розробити власну класифікацію, що відповідала б поставленим цілям. Базуючись на розроблену класифікацію була розроблена модель взаємодії суб'єктів хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Модель ілюструє зв'язки між: вчителем, окремим учнем, групою учнів, колективом науковців та колективом педагогічних працівників. Дані зв'язки реалізуються завдяки основним видам діяльності вчителя. Хоча, на моделі цього не показано, проте, враховуючи попереднє дослідження стає зрозуміло використання того чи іншого виду ЕОР у окремих взаємодіях суб'єктів.

На основі виконаної класифікації ЕОР та прикладів структур інноваційних моделей формування хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів планується створення моделі групування компонентів хмаро орієнтованої системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Можливо при розробці даної моделі буде використана модель взаємодії суб'єктів хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї.

Список використаних джерел

1. Вакалюк Т. А. Теоретико-методичні засади проектування і використання хмаро орієнтованого навчального середовища у підготовці бакалаврів інформатики : дис. ... д-ра пед. Наук : 13.00.10 / Ін-т інформ. технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2019. 614 с.
2. Гуржій А. М., Лапінський В. В. Електронні освітні ресурси – від теорії до практики. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*, 2014. № 38. С. 3-11.
3. Кравцов Г. М. Роль стандартів в управлінні якістю електронних освітніх ресурсів. *Інформаційні технології в освіті*, 2013. № 14. С. 71-79.
4. Литвинова С. Г. *Проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу* : монографія. Київ : ЦК «Компринт», 2016. 354 с.
5. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року. URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/344/2013#n10 (Дата звернення 19.06.2020).
6. Нікшич С. М. Об'єкти логістичних витрат промислових підприємств. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка",* 2007. № 594. С. 477-483.
7. Положення про науковий ліцей та науковий ліцей-інтернат. URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/438-2019-%D0%BF?lang=uk#Text (Дата звернення 19.06.2020).
8. Проект положення про електронні освітні ресурси / Биков В. Ю. та ін. 2013. URL : https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/1041 (Дата звернення 28.05.2020).
9. Шишкіна М. П. *Формування і розвиток хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища вищого навчального закладу* : монографія. Київ : УкрІНТЕІ, 2015. 256 с.
10. Ahmad H., Zainuddin N. M. M., Yusoff R. C. M. Augmented Reality Operational Framework to Aid Al-Quran Memorization for Hearing Impaired Students. *Open International Journal of Informatics (OIJI),* 2018. № 6 (2). P. 22-32.
11. Bakeer H. M. S, Abu-Naser S. S. An Intelligent Tutoring System for Learning TOEFL. *International Journal of Academic Pedagogical Research (IJAPR),* 2018. № 2 (12). P. 9-15.
12. Bykov V., Mikulowski D., Moravcik O., Svetsky S., Shyshkina M. The use of the cloud-based open learning and research platform for collaboration in virtual teams. *Information Technologies and Learning Tools*. 2020. Vol. 76 (2). P. 304-320. URL : https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/3706 (Дата звернення 19.06.2020).
13. Bykov V., Shyshkina M. The Conceptual Basis of the University Cloud-based Learning and Research Environment Formation and Development in View of the Open Science Priorities. *Information Technologies and Learning Tools*. 2018. Vol. 68 (6). P. 1-19. URL : https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2609/1409 (Дата звернення 19.06.2020).
14. Dubey K. et al. A Management System for Servicing Multi-Organizations on Community Cloud Model in Secure Cloud Environment. *IEEE Access*, 2019. № 7. P. 159535-159546.
15. Ovcharuk O. V. Current approaches to the development of digital competence of human and digital citizenship in European countries. *Information Technologies and Learning Tools*. 2020. Vol. 76 (2). P. 1-13. URL : https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/3526 (Дата звернення 19.06.2020).

References

1. Vakaliuk, T. A. (2019). Teoretyko-metodychni zasady proektuvannia i vykorystannia khmaro oriientovanoho navchalnoho seredovyshcha u pidhotovtsi bakalavriv informatyky [Theoretical and methodical principles of the cloud-based learning environment design and use in the training of bachelors in computer science]. Doctor's thesis. Kyiv : Institute of Information Technologies and Learning Tools of NAES of Ukraine [in Ukrainian].
2. Gurzhii, A. M. & Lapins'kij, V. V. (2014). Elektronni osvitni resursy – vid teorii do praktyky [Electronic educational resources – from theory to practice]. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia u pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy – Modern information technologies and innovative teaching methods in the training of specialists: methodology, theory, experience, problems*, 38, 3-11 [in Ukrainian].

3. Kravcov, G. M. (2013). Rol standartiv v upravlinni yakistiu elektronnykh osvitnikh resursiv [Role of standards in quality management of electronic educational resources]. *Informatsiini tekhnolohii v osviti – Information Technologies in Education*, 14, 71-79 [in Ukrainian].
4. Litvinova, S. G. (2016). *Proektuvannia khmaro oriientovanoho navchalnoho seredovyshcha zahalnoosvitnoho navchalnoho zakladu [Design of cloud-oriented educational environment of a comprehensive educational institution].* Kyiv : CK «Komprint» [in Ukrainian].
5. Natsionalna stratehiia rozvytku osvity v Ukraini na period do 2021 roku [National strategy for the development of education in Ukraine until 2021]. (n.d.). *zakon.rada.gov.ua.* Retrieved from https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/344/2013#n10 [in Ukrainian].
6. Nikshych, S. M. (2007). Obiekty lohistychnykh vytrat promyslovykh pidpryiemstv [Objects of logistical expenses of industrial enterprises]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnika" – Bulletin of Lviv Polytechnic National University,* 594, 477-483 [in Ukrainian].
7. Polozhennia pro naukovyi litsei ta naukovyi litsei-internat [Regulations on scientific lyceum and scientific boarding lyceum]. (n.d.). *zakon.rada.gov.ua.* Retrieved from https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/438-2019-%D0%BF?lang=uk#Text [in Ukrainian].
8. Bikov, V. Ju. et al. (2013). Proekt polozhennia pro elektronni osvitni resursy [Draft regulation on electronic educational resources]. Retrieved from http://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/1041 [in Ukrainian].
9. Shyshkina, M. P. (2015). *Formuvannia i rozvytok khmaro oriientovanoho osvitno-naukovoho seredovyshcha vyshchoho navchalnoho zakladu [Formation and development of the cloud-based learning and research environment of higher education institution].* Kyiv : UkrISTEI [in Ukrainian].
10. Ahmad, H., Zainuddin, N. M. M. & Yusoff, R. C. M. (2018). Augmented Reality Operational Framework to Aid Al-Quran Memorization for Hearing Impaired Students. *Open International Journal of Informatics (OIJI),* 6 (2), 22-32.
11. Bakeer, H. M. S & Abu-Naser, S. S. (2018). An Intelligent Tutoring System for Learning TOEFL. *International Journal of Academic Pedagogical Research (IJAPR),* 2 (12), 9-15.
12. Bykov, V., Mikulowski, D., Moravcik, O., Svetsky, S. & Shyshkina, M. (2020). The use of the cloud-based open learning and research platform for collaboration in virtual teams. *Information Technologies and Learning Tools*. 76 (2), 304-320. Retrieved from : https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/3706
13. Bykov, V. & Shyshkina, M. (2018). The Conceptual Basis of the University Cloud-based Learning and Research Environment Formation and Development in View of the Open Science Priorities. *Information Technologies and Learning Tools*. 68 (6), 1-19. Retrieved from : https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2609/1409
14. Dubey K. et al. (2019). A Management System for Servicing Multi-Organizations on Community Cloud Model in Secure Cloud Environment. *IEEE Access,* 7, 159535-159546.
15. Ovcharuk, O. V. (2020) Current approaches to the development of digital competence of human and digital citizenship in European countries. *Information Technologies and Learning Tools*. 76 (2), 1-13. Retrieved from : https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/3526

MODELING OF CLOUD-ORIENTED METHODOLOGICAL SYSTEM OF TEACHER TRAINING OF NATURAL AND MATHEMATICAL SUBJECTS FOR WORK IN THE SCIENTIFIC LYCEUM

Maiia Marienko

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

Abstract. *The article considers the conceptual principles of designing a cloud-oriented methodological system of training teachers of natural sciences and mathematics to work in a scientific lyceum. Innovative models of cloud-oriented system formation are considered in the work and Ukrainian and foreign experience of cloud-oriented systems modeling is analyzed. The existing classifications of electronic educational resources (EER), in particular the cloud-oriented system, are considered.*

Formulation of the problem. *With the emergence of new types of specialized education institutions, teachers are subject to additional requirements for work in these institutions. Also, in connection with the approval of the Regulations on the scientific lyceum and scientific boarding lyceum, the question arises about the preparation of teachers of natural sciences and mathematics to work in the scientific lyceum. Therefore, the training of teachers to work in a specialized education institution should be organized using a cloud-based system.*

Materials and methods. *Theoretical research methods are used: analysis, generalization, systematization of scientific and scientific-methodical sources on the research problem, analysis of modern innovative models of cloud-oriented system formation to determine theoretical bases, substantiation of cloud-oriented methodical system structure.*

Results. *The classification of EER of the cloud-oriented system of preparation of teachers of natural and mathematical subjects for work in the scientific lyceum is carried out. Based on the conducted research the model of interaction of subjects of the cloud-oriented methodical system of preparation of teachers of natural and mathematical subjects for work in scientific lyceum is developed and described.*

Conclusions. *The study found that almost every type of EER can be used in at least two activities. This list of EER in the future will be the basis of the model of the cloud-based methodological system.*

Keywords: *cloud-oriented system, teachers of natural and mathematical subjects, scientific lyceums, methodical system of teacher training, design of the cloud-oriented system.*

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Мельник О.М. Узагальнена функціональна модель інформаційно-освітнього середовища закладу загальної середньої освіти. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 94-99.

Melnyk O. Generalized functional model of information and educational environment of general secondary education institution. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 2(24). P. 94-99.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-024-2-013
УДК (373.1+377)+[37.018.43:004]+373.51+004.5+[373.018.43:004.9](045)

О.М. Мельник
ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», Україна
Ok_melnyk@ukr.net
ORCID: 0000-0002-2193-2072

УЗАГАЛЬНЕНА ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАКЛАДУ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

АНОТАЦІЯ

У статті обґрунтовано та наведено узагальнену функціональну модель інформаційно-освітнього середовища закладу загальної середньої освіти.

Формулювання проблеми. *В умовах пандемії, спричиненої коронавірусом COVID-2019, у зв'язку з переходом всіх закладів освіти одразу на дистанційну форму навчання, як ніколи нагальним стало питання створення інформаційно-освітнього середовища закладу загальної середньої освіти (ІОС). З огляду на це постала необхідність внесення коректив в моделювання такого середовища з використанням комп'ютерних та хмарних технологій, яке дозволить організувати навчання за дистанційною та змішаною формами належним чином, вести облік навчальних досягнень учнів, будувати освітню траєкторію кожного. Таке моделювання сприятиме належному функціонуванню ІОС з метою забезпечення якісного освітнього процесу.*

Матеріали і методи. *Дослідження виконане в рамках науково-дослідної роботи «Розвиток інформаційного освітнього середовища сучасного навчального закладу України» (№ держреєстрації 0117U006234). Для досягнення мети були використанні загальнонаукові методи, такі як аналіз наукових та науково-педагогічних джерел, у тому числі дисертаційних досліджень, синтез, узагальнення, порівняння, індукція, дедукція, опис, зіставлення, теоретичне моделювання.*

Результати. *Запропонована узагальнена функціональна модель багаторівневої ІОС закладів загальної середньої освіти, яка є основою для розроблення технічними фахівцями усіх необхідних алгоритмів та відповідних програмних кодів, а також її належного інформаційного наповнення за участю педагогічних працівників.*

Висновки. *Під ІОС закладу освіти розуміємо цілісну багаторівневу цифрову систему, яка поєднує підсистеми забезпечення управлінської, навчальної та наукової діяльності з відповідним змістовим і методичним інформаційним забезпеченням на єдиній програмно-апаратній основі (платформі). Розроблення функціональної моделі ІОС дозволить реалізувати бачення працівників освіти на організацію, методичне забезпечення та змістове наповнення такого середовища.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *електронний освітній ресурс, заклад загальної середньої освіти, інтерфейс, інформаційне-освітнє середовище, функціональна модель, дистанційне навчання, змішане навчання.*

ВСТУП

Постановка проблеми. Розвиток науки та модернізація освіти обумовили перехід до використання цифрових технологій в освітніх цілях не лише на уроках інформатики, а для вивчення інших шкільних предметів. Сучасні умови життя та перехід до дистанційної форми навчання призвели до необхідності формування ІОС закладу освіти, як життєво-необхідної складової освітнього процесу в цілому. Таке середовище сприяє забезпеченню рівного доступу до освіти кожного здобувача, реалізації сучасного навчання, що відповідає вимогам цифрового суспільства, впровадженню дистанційної форми навчання, налагодженню ефективної взаємодії вчителів з учнями, адміністрацією, батьками. Однак, якщо для закладів вищої освіти дистанційна форма навчання є знайомим та звичним явищем, яке почали використовувати на початку XXI століття, для закладів загальної середньої освіти така форма навчання стала новим викликом часу.

Значну роль у забезпеченні якісного освітнього процесу, в тому числі з використанням інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), відіграє його належне моделювання.

У наукових дискурсах зустрічаються різні моделі певних освітніх середовищ, розроблені науковцями: процедурна модель використання мережевих технологій відкритого середовища (Вдовчин, 2016), структурна модель ХОНС підготовки бакалаврів інформатики (Вакалюк, 2019), модель гібридного ХОНС підготовки майбутніх фахівців з інформаційних технологій (Волошина, 2018) тощо.

В той же час, технології постійно вдосконалюються та знаходять все більше застосування в освітньому процесі закладів загальної середньої освіти. Сучасний стан розвитку ІОС закладу загальної середньої освіти у зв'язку з переходом до дистанційної форми навчання в умовах пандемії, спричиненої коронавірусом COVID-2019, характеризується підвищенням вимог не лише до підготовки педагогічних працівників та учнів до такої форми навчання, якості електронних освітніх ресурсів (ЕОР), а й до розроблення та розвитку персоніфікованих, більш гнучких, відкритих багаторівневих цифрових організаційних систем, що використовують комп'ютерні та хмарні технології.

Постає проблема моделювання ІОС закладу загальної середньої освіти, що відповідає сучасним вимогам, створює умови для індивідуалізації навчання, автоматизації обліку навчальних досягнень учнів, використання сучасних ЕОР навчального, управлінського та наукового призначення тощо. Усі вищезгадані автори в своїх дослідженнях приділяли увагу питанням педагогічного проєктування, змістового наповнення та методичним аспектам використання цифрових технологій і ЕОР в освітньому процесі. Однак розробникам ЕОР і технічним розробникам ІОС необхідно надати конкретну функціональну модель ІОС, яка б дозволила їм скласти відповідні алгоритми та розробити належне програмно-апаратне забезпечення. До такої роботи мають бути залучені як фахівці з ІКТ, так і педагогічні працівники, оскільки перші можуть технічно реалізувати бачення других, а найбільш ефективний результат може бути досягнутий лише в їхній плідній співпраці.

Недостатній рівень дослідження проблеми моделювання ІОС закладу загальної середньої освіти та сучасний стан упровадження дистанційної форми навчання в школах спонукав до подальшого вивчення зазначеного питання.

Метою даного дослідження є розроблення функціональної моделі такого ІОС закладу загальної середньої освіти, яке б дозволяло реалізувати бачення працівників системи освіти на його організацію, методичне забезпечення та змістове наповнення.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідженню різних аспектів комп'ютерно орієнтованого середовища закладу освіти присвячена низка наукових робіт (В.Ю. Биков, О.О. Грибюк, М.І. Жалдак, Ю.О. Жук, І.В. Іванюк, В.В. Лапінський, Н.В. Морзе, Н.В. Сороко та ін.).

Хмаро орієнтовані навчальні середовища (ХОНС) були предметом дослідження науковців Т.В. Волошиної, С.Г. Литвинової, Ю.Г. Носенко, В.П. Олексюк, Л.Ф. Панченко, М.В. Попель, М.П. Шишкіної та ін.

О. Г. Глазунова досліджувала теоретико-методичні засади проєктування та застосування системи електронного навчання майбутніх фахівців з інформаційних технологій в університетах аграрного профілю (Глазунова, 2015).

Праці К.Р. Колос присвячені теоретико-методичним засадам проєктування і використання комп'ютерно орієнтованого навчального середовища закладу післядипломної педагогічної освіти (Колос, 2017).

Т.А. Вакалюк обґрунтувала теоретико-методичні засади проєктування і використання ХОНС у підготовці бакалаврів інформатики (Вакалюк, 2019).

Теоретико-методичні основи проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу були предметом дослідження С.Г. Литвинової (Литвинова, 2016).

Вивченням питання створення інформаційного середовища, що відповідає сучасним вимогам організації освітнього процесу закладу вищої освіти в умовах її інформатизації, займалася Т.Я. Вдовчин, основні компоненти та особливості проектування навчально-інформаційного порталу для студентів визначили І.А. Сліпухіна, В.В. Ольховик, О.О. Курчев, В.Д. Капранов (Сліпухіна&Ольховик&Курчев&Капранов, 2018), компоненти науково-освітнього середовища сучасного університету розглянуто О.Г. Кузьмінською (Кузьмінська, 2015), перспективи створення ІОС закладів загальної середньої освіти досліджувала І.П. Воротникова, відкрите ІКТ-середовище закладу загальної середньої освіти було темою наукових праць І.В. Пліш (Пліш, 2012), компоненти ІОС закладу загальної середньої освіти виокремлено О.М. Мельник, орієнтовані структурні складові ІОС закладу дошкільної освіти досліджено Л.Л. Фамільярською (Фамільярська, 2014).

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження виконане в рамках науково-дослідної роботи «Розвиток інформаційного освітнього середовища сучасного навчального закладу України» **(**№ держреєстрації 0117U006234). Для досягнення мети роботи були використані такі загальнонаукові методи дослідження, як системний, порівняльний аналіз наукових та науково-педагогічних джерел, у тому числі дисертаційних досліджень, синтез, узагальнення, порівняння, індукція, дедукція, опис, зіставлення, теоретичне моделювання функціональної моделі ІОС закладу загальної середньої освіти.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Створення ІОС закладу освіти обумовлено сучасним розвитком ІКТ з одного боку та потребами освіти – з іншого. В період цифрового розвитку суспільства таке середовище має стати невід'ємною складовою навчання. Метою його створення є підвищення ефективності освітнього процесу за рахунок стимулювання пізнавальної діяльності учнів, автоматизації процесу контролю їх навчальних досягнень, розподілу навчального часу тощо.

Досліджуючи інформаційне середовище, що відповідає сучасним вимогам організації навчального процесу закладу вищої освіти в умовах інформатизації освіти, Т.Я. Вдовчин вказує, що основою такого середовища є наявність технічної складової та доступу до мережі інтернет (Вдовчин, 2016).

Однак крім зазначених складових, ІОС включає інформаційне та програмне забезпечення, від якості яких залежить ефективність такого середовища.

На думку О.Г. Кузьмінської, створення електронного освітнього середовища та його ефективне використання можливе за наявності: нормативно-правової бази, системи підвищення кваліфікації та електронного інформаційного середовища, до складу якого входять електронні освітні ресурси, навчально-інформаційний портал, репозитарій, електронна бібліотека, система електронного документообігу, відкрита онтологія, відкритий портал для організації взаємодії (Кузьмінська, 2015).

Під час визначення та моделювання ІОС закладу загальної середньої освіти будемо спиратися на виокремлені та детально описані О.М. Мельник основні складові такого середовища, які можна поділити на три групи, зокрема:

- ✓програмне забезпечення;
- ✓інформаційне забезпечення;
- ✓апаратне забезпечення (Мельник, 2019).

З огляду на зазначене вище, представимо узагальнену структуру ІОС закладу загальної середньої освіти у вигляді рис. 1.

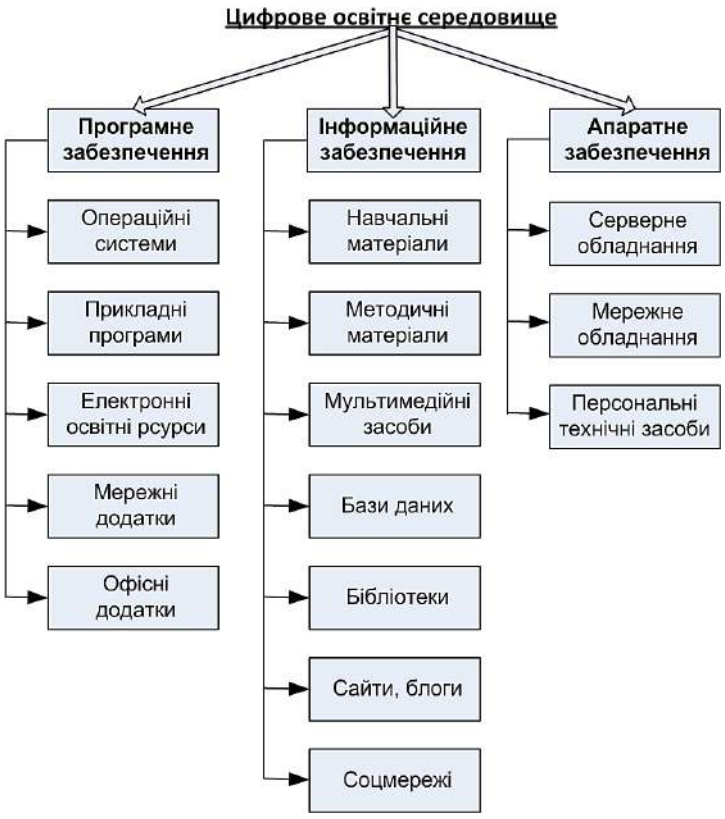


Рис. 1. Узагальнена структура ІОС

Представлена цифрова система дозволяє організувати навчання за дистанційною та змішаною формами, вести облік навчальних досягнень кожного учня, будувати індивідуальні освітні траєкторії кожного. Це, в свою чергу, дасть можливість спрогнозувати відповідні траєкторії навчання учнів та реалізувати особистісно-орієнтований підхід в освітньому процесі. Тому для повноцінного функціонування ІОС одного закладу освіти сумісно з відповідною системою інших закладів освіти та управління освітою, необхідне використання інтегрованих мережних засобів та технологій – тобто таких, які на базі операційних систем разом з прикладним програмним та апаратним забезпеченням дають можливість усім учасникам освітнього процесу користуватися ЕОР, базами даних та мультимедійними засобами будь-де та будь-коли.

Процес функціонування ІОС закладу загальної середньої освіти можна відобразити за допомогою функціональної моделі (рис. 2), яка технічно розподіляється на рівні та підсистеми. На першому рівні моделі відображено категорію персоналу, який користується ІОС, тобто користувачів: адміністрація закладу освіти, вчителі, учні, батьки, а також будь-які інші зацікавлені відвідувачі цього середовища. Детальне відображення користувачів необхідне для складання алгоритмів та відповідних програмних кодів технічними фахівцями – розробниками ІОС. Для реалізації вказаного множинного доступу повинен використовуватись принцип мультиплексування, який полягає у наступному. Запит будь-якого користувача через системні інтерфейси обробляється та адресується в ІОС відповідно до категорії користувача та виду запиту, наприклад учень шукає навчальний матеріал, або директорові треба працювати з даними про навчальні досягнення учнів, чи вчитель разом з учнями шукає ЕОР та ін. Програмно-апаратні засоби розподілення та обробки запитів множинного доступу називаються системними інтерфейсами.

Далі адресований запит спрямовується системним програмним забезпеченням (підсистемою другого рівня) згідно типу звернення до електронних документів, навчального матеріалу, інших ЕОР тощо. У свою чергу прикладне програмне забезпечення здійснює відповідні команди та дії. Результати виконання команд та дій обробляються та через зворотній

зв'язок (підсистему третього рівня) відображуються користувачеві системою інтерфейсів, що показано лівою нижньою гілкою даної функціональної моделі.

Крім того, до ІОС закладу освіти можуть надходити запити для виходу в зовнішні мережі, де містяться електронні бібліотеки, ЕОР, бази даних тощо. Тому після оброблення результатів таких запитів у ІОС передбачається можливість виходу до зовнішніх мереж, ЕОР, електронних бібліотек, баз даних, та хмарних сервісів, що відображено правою нижньою гілкою даної функціональної моделі (підсистема четвертого рівня).

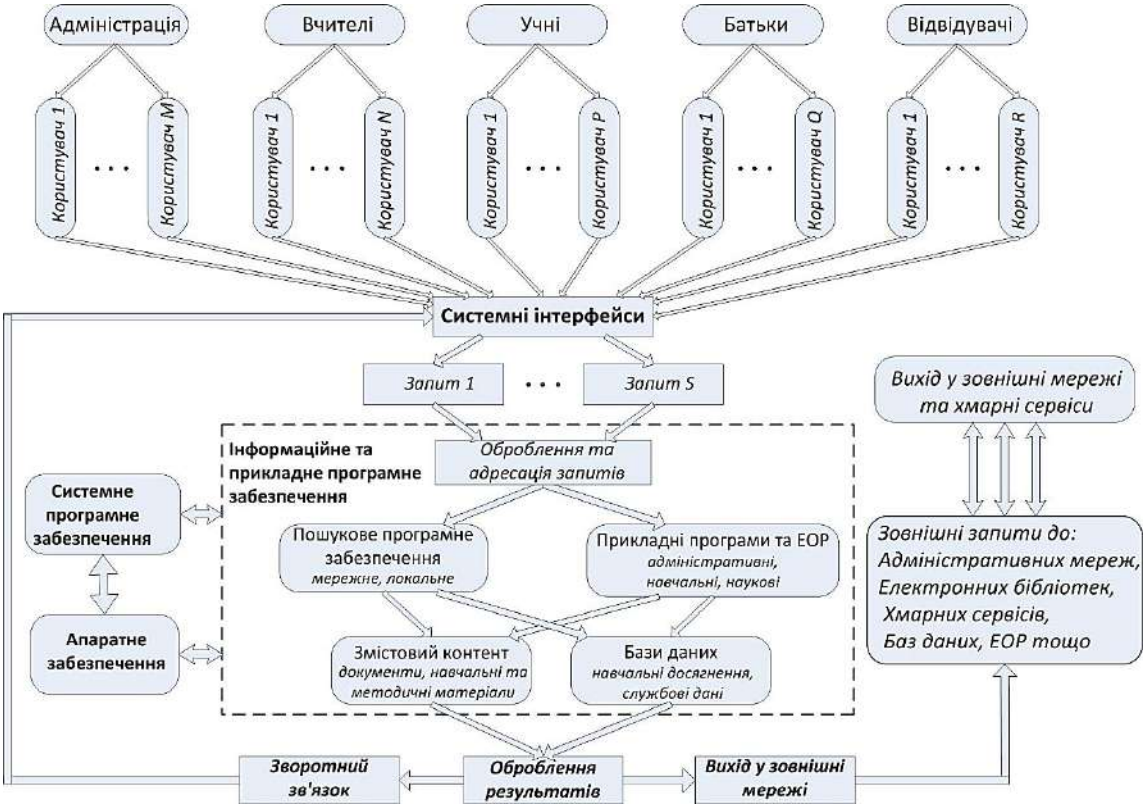


Рис. 2. Узагальнена функціональна модель ІОС

ОБГОВОРЕННЯ

Проведене дослідження свідчить, що досі немає єдиного загальноприйнятого визначення ІОС закладу загальної середньої освіти, так само як і узагальненої функціональної моделі такого середовища.

Г.О. Проценко визначає інформаційний простір закладу загальної середньої освіти, як «структуровану сукупність ресурсів та технологій, що базуються на єдиних освітніх і технологічних стандартах, та дозволяє забезпечувати вільний доступ учнів, вчителів, освітніх керівників, батьків, представників громади до інформаційних ресурсів, які використовуються для розв'язування освітніх завдань (Проценко, 2012)». Далі вона виокремлює такі компоненти зазначеного простору, як змістовий, організаційний та технологічний та наголошує, що такий простір виступає системою, що включає систему управління, наявні ресурси та навколишнє середовище. Однак відповідно до системотехніки будь-яка складна система, якою є в тому числі ІОС, складається з певних підсистем. Крім того, «простір» – це дуже широке поняття (на кшталт, Інтернет-простір), яке не зовсім коректно застосувати до інформаційного простору закладу освіти.

Л.Л. Фамілярська, досліджуючи інформаційно-освітнє середовище дошкільного закладу, розглядає його як програмно-телекомунікаційне середовище з певними орієнтованими структурними складовими, а саме: навчально-виховною, методично-технологічною, діяльнісно-практичною, комунікативною, управлінською (Фамілярська, 2014).

З огляду на запити сучасної освіти та розроблену функціональну модель ІОС закладу загальної середньої освіти можна стверджувати, що ІОС закладу загальної середньої освіти – це складна багаторівнева цифрова система, яка поєднує підсистеми забезпечення управлінської, навчальної та наукової діяльності з відповідним змістовим і методичним інформаційним забезпеченням на єдиній програмно-апаратній основі (платформі).

«Функціонування ІОС в освітньому процесі допоможе забезпечити доступ до документів та ПЗ, необхідних для закладів освіти, органів управління освітою, освітніх округів, наукових та творчих об'єднань тощо. Наприклад, під час проведення семестрового контролю або шкільного туру предметних олімпіад завдання та результати їх виконання учнями повинні бути доступними для районного управління освіти, наукове об'єднання одного закладу освіти матиме можливість обмінюватись результатами досліджень з науковими об'єднаннями інших закладів освіти. Для забезпечення подібного обміну інформацією необхідне мережне обладнання та нові технології. Завдяки тому, що продуктивність технічних засобів навчання та програмного забезпечення, швидкість обміну даними постійно зростають, з'являється можливість підвищити рівень автоматизації освітнього процесу та управлінської діяльності. На сьогодні є цілком можливим здійснення місцевими органами управління освітою автоматичного обліку рівнів навчальних досягнень учнів через використання відповідних мережних технологій та прикладного програмного забезпечення. Для цього необхідно об'єднати локальні

мережі шкіл району в спільну мережу та створити об'єднану автоматизовану систему управління базами даних. Така система дозволить вести облік результатів поточних, тематичних та семестрових контрольних робіт кожного учня з будь-якого предмета, будувати індивідуальні траєкторії навчання кожного учня, класу, школи, шкіл району, прогнозувати траєкторії навчання учнів та реалізувати в освітньому процесі особистісно орієнтований підхід до навчання» (Мельник, 2019).

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

В ході дослідження було розроблено узагальнену функціональну модель ІОС закладу загальної середньої освіти, яка демонструє зв'язок окремих її підсистем та компонентів. Запропоновано функціональну модель ІОС закладу загальної середньої освіти, що містить усі необхідні компоненти з указаними маршрутами передачі команд і даних, яку можна вважати основою для розроблення технічними фахівцями усіх необхідних алгоритмів та відповідних програмних кодів, а також її належного інформаційного наповнення за участю педагогічних працівників.

Предметом подальших досліджень може бути коригування даної моделі під потреби системи конкретних закладів освіти та освітнього процесу, а також детальне розроблення кожної ланки представленої на рис. 2 функціональної моделі. Крім того, подальших досліджень потребує розроблення моделі організації освітнього процесу з використанням ІОС, а також розвиток інформаційно-комунікаційної компетентності педагогічних працівників, як необхідної умови підвищення ефективності освітнього процесу.

Список використаних джерел

1. Slipukhina, I. A., Olkhovyk,V. V. , Kurchev O. O. , Kapranov V. D. (2018) Development of education and information portal of physics Academic course: web design features. *Інформаційні технології і засоби навчання*. – [Електронне наукове фахове видання].– Т. 64. № 2. 221-233. URL: https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1781
2. Вакалюк Т.А. Теоретико-методичні засади проектування і використання хмаро орієнтованого навчального середовища у підготовці бакалаврів інформатики: автореф. дис. … д-ра пед. наук. 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. Київ, 2019. 44 с.
3. Вдовчин Т.Я. Використання мережних технологій відкритих систем у навчанні майбутніх бакалаврів інформатики: дис. … канд. пед. наук: 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. Київ, 2016. 290 с.
4. Волошина Т.В. Використання гібридного хмаро орієнтованого навчального середовища для формування самоосвітньої компетентності майбутніх фахівців з інформаційних технологій : дис. … канд. пед. наук: 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. Київ, 2018. 291 с.
5. Глазунова О.Г. Теоретико-методичні засади проектування та застосування системи електронного навчання майбутніх фахівців з інформаційних технологій в університетах аграрного профілю: дис. … д-ра пед. наук. 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. Київ, 2015. 546 с
6. Колос К. Р. Теоретико-методичні засади проектування і використання комп'ютерно орієнтованого навчального середовища закладу післядипломної педагогічної освіти: дис. … д-ра пед. наук. 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. Київ, 2017. 453 с.
7. Кузьмінська О.Г. Науково-освітнє середовище сучасного університету.[Електронний ресурс]. 2015. *URL: http://virtkafedra. ucoz. ua/el_gurnal/pages/vyp7/konf4/kuzminska. pdf*.
8. Литвинова С.Г. Теоретико-методичні основи проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу : дис. … д-ра пед. наук. 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. Київ, 2016. 602 с.
9. Мельник О.М. Сучасне інформаційно-освітнє середовище закладу освіти. *Збірник матеріалів першого всеукраїнського відкритого науково-практичного форуму «Інноваційні трансформації в сучасній освіті: виклики, реалії, стратегії*». 2019. С. 139-141.
10. Пліш І.В. Використання інформаційно-комунікаційних технологій управління якістю освіти в загальноосвітніх навчальних закладах: автореф. дис. … канд. пед. наук. 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. Київ, 2012. 20 с.
11. Проценко Г.О. Проектування інформаційного простору загальноосвітнього навчального закладу: дис. … канд. пед. наук. 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання. Київ, 2012. 268 с.
12. Фамільярська Л. Л Інформаційно-освітнє середовище дошкільного навчально-виховного закладу. *Електронні інформаційні ресурси: створення, використання, доступ: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції.* 2014.

References

1. Slipukhina, I.A., & Olkhovyk, V.V., & Kurchev, O.O., & Kapranov, V.D. (2018) Development of education and information portal of physics Academic course: web design features. Information Technologies and Learning Tools, 64(2), https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1781 [in English].
2. Vakaliuk, T.A. (2019) Teoretyko-metodychni zasady proektuvannia i vykorystannia khmaro oriientovanoho navchalnoho seredovyshcha u pidhotovtsi bakalavriv informatyky [Theoretical and methodological principles of design and use of cloud-based learning environment in the preparation of bachelors of computer science]. *Extended abstract of Doctor's thesis*. Kyiv: Institute of Information Technologies and Learning Tools [in Ukrainian].
3. Vdovchyn, T.Ia. (2016) Vykorystannia merezhnykh tekhnolohii vidkrytykh system u navchanni maibutnikh bakalavriv informatyky [The use of network technologies of open systems in the training of future bachelors of computer science]. *Candidate's thesis.* Kyiv: Institute of Information Technologies and Learning Tools [in Ukrainian].

4. Voloshyna, T.V. (2018) Vykorystannia hibrydnoho khmaro oriientovanoho navchalnoho seredovyshcha dlia formuvannia samoosvitnoi kompetentnosti maibutnikh fakhivtsiv z informatsiinykh tekhnolohii [The use of a hybrid cloud-based learning environment for the formation of self-educational competence of future information technology professionals]. *Candidate's thesis.* Kyiv: Institute of Information Technologies and Learning Tools [in Ukrainian].
5. Hlazunova, O.H. (2015) Teoretyko-metodychni zasady proektuvannia ta zastosuvannia systemy elektronnoho navchannia maibutnikh fakhivtsiv z informatsiinykh tekhnolohii v universytetakh ahrarnoho profiliu [Theoretical and methodological principles of design and application of e-learning system for future specialists in information technology in agricultural universities]. *Doctor's thesis.* Kyiv: Institute of Information Technologies and Learning Tools [in Ukrainian].
6. Kolos K. R. (2017) Teoretyko-metodychni zasady proektuvannia i vykorystannia kompiuterno oriientovanoho navchalnoho seredovyshcha zakladu pisliadyplomnoi pedahohichnoi osvity [Theoretical and methodological principles of design and use of computer-based learning environment of the institution of postgraduate pedagogical education]. *Doctor's thesis.* Kyiv: Institute of Information Technologies and Learning Tools [in Ukrainian].
7. Kuzminska, O.H. (2015) Naukovo-osvitnie seredovyshche suchasnoho universytetu [Scientific and educational environment of a modern university], *http://virtkafedra. ucoz. ua/el_gurnal/pages/vyp7/konf4/kuzminska. pdf*.
8. Lytvynova, S.H. (2016) Teoretyko-metodychni osnovy proektuvannia khmaro oriientovanoho navchalnoho seredovyshcha zahalnoosvitnoho navchalnoho zakladu [Theoretical and methodical bases of designing a cloud-oriented educational environment of a secondary school]. *Doctor's thesis.* Kyiv: Institute of Information Technologies and Learning Tools [in Ukrainian].
9. Melnyk O.M. (2019) Suchasne informatsiino-osvitnie seredovyshche zakladu osvity [Modern information and educational environment of an educational institution]. *Collection of materials of the first all-Ukrainian open scientific-practical forum "Innovative transformations in modern education: challenges, realities, strategies"*, 139 –141. [in Ukrainian].
10. Plish, I.V.(2012) Vykorystannia informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii upravlinnia yakistiu osvity v zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladakh [The use of information and communication technologies for quality management of education in secondary schools]. *Extended abstract of Candidate's thesis*. Kyiv: Institute of Information Technologies and Learning Tools [in Ukrainian].
11. Protsenko, H.O. (2012) Proektuvannia informatsiinoho prostoru zahalnoosvitnoho navchalnoho zakladu [Designing the information space of a secondary school]. *Candidate's thesis.* Kyiv: Institute of Information Technologies and Learning Tools [in Ukrainian].
12. Familiarska, L.L. (2014) Informatsiino-osvitnie seredovyshche doshkilnoho navchalno-vykhovnoho zakladu [Information and educational environment of preschool educational institution]. *Electronic information resources: creation, use, access: collection of materials of the International scientific-practical conference.* [in Ukrainian].

GENERALIZED FUNCTIONAL MODEL OF INFORMATION AND EDUCATIONAL ENVIRONMENT OF GENERAL SECONDARY EDUCATION INSTITUTION

O. Melnyk

SSI "Institute of Educational Content Modernization", Ukraine

Abstract. *The article substantiates and presents a generalized functional model of the information and educational environment of general secondary education.*

Formulation of the problem. *In the context of the pandemic caused by the coronavirus COVID-2019, in connection with the transition of all educational institutions to distance learning at once, the issue of creating an information and educational environment for general secondary education (IEE) has become more urgent than ever. Given this, there is a need to make adjustments in the modeling of such an environment using computer and cloud technologies, which will organize distance learning and mixed forms properly, keep track of student achievement, build the educational trajectory of each. Such modeling will contribute to the proper functioning of the IEE to ensure a quality educational process.*

Materials and methods. *The research was performed within the research work "Development of the information and educational environment of a modern educational institution of Ukraine" (№ state registration 0117U006234). For this goal, general scientific methods were used, such as analysis of scientific and scientific-pedagogical sources, including dissertation research, synthesis, generalization, comparison, induction, deduction, description, comparison, theoretical modeling.*

Results. *A generalized functional model of a multilevel IEE of general secondary education institutions is proposed, which is the basis for technical specialists to develop all the necessary algorithms and relevant program codes, as well as its proper information content with the participation of teachers.*

Conclusions. *Under the IEE of an educational institution, we understand a holistic multilevel digital system that combines the subsystems of management, educational and scientific activities with the appropriate content and methodological information support on a single software and hardware basis (platform). The development of a functional model of IEE will allow realizing the vision of educators on the organization, methodological support, and content of such an environment.*

Keywords: *electronic educational resource, general secondary education institution, interface, information, and educational environment, functional model, distance learning, blended learning.*

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Мельник Ю.С. Роль і місце задач у системі компетентнісно орієнтованого навчання фізики учнів гімназії. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 100-106.

Mel'nik Yu. The role and place of tasks in the system of competence-oriented teaching physics students. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 2(24). P. 100-106.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-024-2-014
УДК 37.016:53

Ю.С. Мельник
Інститут педагогіки НАПН України, Україна
ysm0909@ukr.net
ORCID: 0000-0002-1268-6199

РОЛЬ І МІСЦЕ ЗАДАЧ У СИСТЕМІ КОМПЕТЕНТНІСНО ОРІЄНТОВАНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ УЧНІВ ГІМНАЗІЇ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. *Розуміння сутності процесу формування компетентностей неможливе без з'ясування особливостей навчально-пізнавальної діяльності в контексті компетентнісного підходу. Основними її видами є оновлення цілей, структури та змісту навчання, вибір форм, здійснення комплексної педагогічної діагностики, визначення й оцінювання освітніх результатів крізь призму сформованості ключових й предметної компетентностей, коригування й проектування подальшої навчальної діяльності.*

В останні десятиліття відбулося суттєве посилення значущості компетентнісної спрямованості базового курсу фізики, де одна із провідних ролей належить розв'язуванню задач. Однак, значна частина учнів гімназії має певні складнощі, тому що не володіє відповідними практичними вміннями й навичками. Задачний підхід – важлива складова змістового і процесуального навчання базового курсу фізики. Осмислення змістового наповнення і відповідної технології його реалізації зазнає нині суттєвих змін.

У статті обґрунтовано роль і місце задач базового курсу фізики у системі компетентнісно орієнтованого навчання учнів гімназії, висвітлено основні методи і способи їх розв'язування. Акцентовано увагу, що в процесі розв'язування систематично здійснюються світоглядні та методологічні узагальнення, враховуються потреби суспільства, знання історії фізики, значення математичних перетворень та ін.

Матеріали і методи. *Теоретичні: аналіз, систематизація й узагальнення результатів педагогічних досліджень, законодавчих і нормативних документів; емпіричні: педагогічне спостереження за освітнім процесом, анкетування; статистичні.*

Результати. *Застосовано задачну технологію навчання до формування компетентностей учнів. Визначено роль і місце задач у системі компетентнісно орієнтованого навчання фізики в гімназії. Узагальнено матеріали до розділів посібника «Завдання для перевірки предметної компетентності учнів з фізики (7–9 кл.)».*

Висновки. *Знання різних способів розв'язування компетентнісно орієнтованих задач базового курсу фізики сприяє ефективному формуванню понять, різнобічному, міцному й глибокому усвідомленню змісту навчального матеріалу, набуттю практичних умінь і навичок застосовувати фізичні закони і закономірності, створює умови для реалізації компетентнісного підходу в навчанні.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *базовий курс фізики; гімназія; компетентнісно орієнтоване навчання; фізичне явище; розв'язування задач; дидактична система.*

ВСТУП

Постановка проблеми. Розв'язування фізичних задач є невід'ємною складовою навчально-виховного процесу гімназії, що сприяє засвоєнню знань про стан навколишнього середовища, сферу застосування фізичних законів, цілісність наукової картини світу, готовності використовувати здобуті знання під час пояснення природних явищ і процесів, усвідомленню експериментальних і теоретичних методів наукового пізнання, виявленню ставлення до ролі фізичних знань у житті людини, суспільному розвитку, техніці, становленню сучасних технологій.

У практиці навчально-виховної діяльності задачі використовуються як метод засвоєння, закріплення, перевірки і контролю теоретичних знань; засіб набуття практичних умінь (експериментування, конструювання, моделювання), навичок професійного самовизначення, реалізації принципу політехнізму, екологічного й економічного виховання.

В останні десятиліття відбулося суттєве посилення значущості компетентнісної спрямованості базового курсу фізики, де одна із провідних ролей належить розв'язуванню задач (Ліскович О.В., 2012; Мельник Ю.С., 2015;

Муравський С.А., 2016). Однак, значна частина учнів гімназії має певні складнощі під час їх розв'язування, тому що не володіє відповідними практичними вміннями й навичками. Не усвідомлюючи загального алгоритму розв'язку, кожну наступну однотипну задачу учень розглядає як нову. Тому важливо не стільки розв'язати значну кількість задач, скільки сформувати відповідні узагальнені способи дій.

Ознайомлення з методами і способами розв'язування компетентнісно орієнтованих задач дає змогу глибше усвідомити методи самої науки фізики, її теорії, оскільки задача є завжди частиною теорії і навпаки. У фізичній науці використовується значна кількість методів пізнання, які дають можливість розв'язувати задачі раціонально, ефективно, елегантно, а значить, збуджують інтерес, спонукають до поглибленого засвоєння знань, породжують бажання пошуку й дослідження.

Актуальність дослідження. Провідним положенням задачного підходу в навчанні є твердження, що освітня діяльність може бути представлена як певна система навчально-пізнавальних задач (Г. Балл, Ю. Машбиць, Л. Фрідман та ін.) (Балл, 1990; Фрідман, 1997). Проблеми його реалізації в процесі навчання фізики досліджували Д. Александров, Г. Альтшуллер, С. Гончаренко (Гончаренко&Коршак, 2004), П. Знаменський, А. Павленко (Павленко, 1977), О. Сергєєв, М. Тульчинський, А. Шапіро та ін.

Аналіз змісту й структури збірників задач з фізики, розроблених різними колективами авторів, свідчить, що вони переважно будуються на основі випадкового добору завдань як за змістом, так і за формою. Тому учням потрібно надати інструмент у вигляді масиву практико орієнтованих завдань, що сприяло б їх якісній професійній підготовці та розвитку компетентностей.

Різні думки, ідеї й підходи до формування компетентностей, визначення їхньої структури, побудови відповідної системи задач свідчить про актуальність досліджуваної проблеми, що потребує додаткового вивчення.

Мета статті. У статті поставлено завдання обґрунтувати роль і місце задач базового курсу фізики у системі компетентнісно орієнтованого навчання учнів гімназії.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Теоретичні: аналіз, систематизація й узагальнення результатів педагогічних досліджень, законодавчих і нормативних документів; емпіричні: педагогічне спостереження за освітнім процесом, анкетування; статистичні.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

З метою формування компетентностей учнів застосовано задачну технологію навчання. Визначено та обґрунтовано роль і місце задач у системі компетентнісно орієнтованого навчання фізики в гімназії.

На основі аналізу Державного стандарту загальної середньої освіти (Державний стандарт, 2011) і Базового навчального плану визначено можливості формування компетентностей учнів гімназії: доповнення базового курсу фізичним змістом, спрямованим на формування структурних компонентів компетентностей, задоволення і розвиток освітніх потреб учнів, виховання ціннісних орієнтацій, посилення практичної спрямованості освіти, створення умов для самостійного застосування набутих знань і вмінь.

Успішне розв'язування задач потребує як конкретних, так й узагальнених знань, умінь і навичок. Основу узагальнених знань становлять фундаментальні поняття методологічного характеру, серед яких: фізичні *«явище», «закон», «система», «модель», «величина», «взаємодія», «ідеальні об'єкти й процеси», «стан фізичної системи»* тощо. Провідне значення у системі знань відіграє поняття *«фізичне явище».*

На основі системи фундаментальних понять сформулюємо означення компетентнісно орієнтованої задачі. Компетентнісно орієнтована – це навчально-пізнавальна задача, максимально наближена за змістом до життєдіяльності людини й містить практико-орієнтовану проблему (професійну, побутову), розв'язання якої потребує набуття школярами необхідних суб'єктивно нових знань та відповідних умінь і навичок.

Розв'язуючи подібні задачі, учні опановують узагальнені способи діяльності (методи пізнання навколишньої дійсності), на основі яких самостійно здобувають фізичні знання й застосовують їх для вирішення практичних проблем. Зміст компетентнісно орієнтованої задачі має забезпечити цілісний цикл навчально-пізнавальної діяльності, що розпочинається з її визначення й завершується розв'язанням. Тому вона, як правило, сприяє створенню проблемних ситуацій двох видів: перший – усвідомлення учнем того, що в його суб'єктному досвіді відсутній потрібний спосіб розв'язання (діяльнісна проблема); другий – усвідомлення того, що в нього недостатньо знань для розв'язання поставленої задачі (Бургун І.В., 2016).

Розв'язування фізичної задачі полягає у відновленні зв'язків і відшуканні невідомих величин. Якщо в її умові відображено певне фізичне явище (або їх сукупність), то потрібно не лише мати уявлення про нього (конкретні знання), а й уміти аналізувати, застосовувати узагальнені знання. Аналіз розпочинається з вибору фізичної системи й завершується складанням кінцевої кількості рівнянь, що передбачає розчленовування процесу розв'язування поставленої задачі на три етапи: фізичний (складання замкненої системи рівнянь), математичний (одержання розв'язку в загальному й числовому вигляді) й аналіз результату.

Розв'язування будь-якої задачі пов'язане з дослідженням стану відповідної фізичної системи, об'єкти і процеси якої характеризуються певними параметрами та величинами. Якщо фізична система складається з одного елемента, то її механічний стан визначається координатами і складовими імпульсу.

Взаємодія – найважливіша властивість будь-яких фізичних об'єктів, що обумовлена їхньою внутрішньою природою. Існує чотири основних види взаємодії: сильна, електромагнітна, слабка й гравітаційна. Процес зміни положення або стану системи називається фізичним явищем. Під час його аналізу з'ясовуються властивості ідеальних об'єктів, способи й результати взаємодії.

Будь-яке фізичне явище характеризується зміною взаємопов'язаних величин і параметрів, що відображається в певному фізичному законі. Розв'язування конкретної задачі потребує застосування відповідного закону. Наприклад, задачі з розділу «Динаміка» розв'язуються з використанням другого закону Ньютона, що передбачає виконання такого алгоритму: 1) перевірка наявності умов дії закону; 2) вибір інерціальної системи відліку; 3) визначення сил, що діють на тіло ($\vec{R}$ – геометрична сума всіх сил, що діють на тіло масою m); 4) побудова їхніх проекцій на осі координат; 5) знаходження алгебраїчної суми проекцій на кожну вісь; 6) запис системи рівнянь.

Природні об'єкти і явища настільки складні й взаємозалежні, що їхнє вивчення й кількісне дослідження призводять до нездоланних математичних ускладнень. Певна ідеалізація умови задач – найважливіша риса фізики як науки. Найчастіше використовуються такі способи ідеалізації: залучення до моделі розв'язку ідеальних фізичних об'єктів; нехтування несуттєвими взаємодіями та процесами.

Наведемо приклади деяких ідеалізованих об'єктів. Матеріальна точка – фундаментальний і універсальний фізичний об'єкт, розмірами якого нехтують, порівняно з відстанями, що він долає. Абсолютно тверде тіло – не зважають на можливу деформацію тіла. Абсолютно пружне тіло – залишкова деформація в умовах конкретної задачі настільки мала, що її можна не враховувати. Важливо, що під час взаємодії абсолютно пружних тіл не здійснюється перетворення механічної енергії в інші види (тобто виконується закон збереження енергії). Абсолютно непружне тіло – нехтують здатністю тіл відновлювати первісну форму після деформації.

Другий спосіб ідеалізації потребує моделювання ідеальних фізичних процесів, нехтування несуттєвими явищами і взаємодіями. Прикладами таких є ізохорний, ізобарний, ізотермічний, адіабатний процеси у термодинаміці.

Під час ідеалізації й спрощення умови задачі замість реального фізичного явища досліджують його схематичну модель, у якій відображено лише істотні зв'язки і взаємодії між ідеальними об'єктами. Класифікація моделей фізичних явищ збігається з їх видами. У змісті фізики, залежно від властивостей досліджуваної системи й умов, у яких протікають різноманітні процеси, виокремлюють класичні і квантові узагальнені моделі.

Компетентнісно орієнтовані фізичні задачі використовуються на різних етапах навчально-виховного процесу: створення проблемних ситуацій; повідомлення нових знань; формування практичних умінь і навичок; перевірка глибини та міцності засвоєних знань; повторення і закріплення навчального матеріалу; розвиток творчих здібностей учнів тощо.

Компетентнісно орієнтовану задачу розглядаємо як уявну модель певної життєвої ситуації. Дослідження її практичного характеру, розгортання сюжету, протікання фізичного явища або процесу, визначення змісту діяльності, інформаційної насиченості з точки зору компетентнісної цінності покладено в основу розроблення інформаційно-задачної моделі компетентнісно орієнтованого навчання.

Вона ґрунтується на властивостях фізичної задачі відображати виробничі процеси, ситуації, характерні різним сферам людської діяльності, інтересах, уподобаннях і здібностях школяра, задоволенні його пізнавальних потреб про майбутню професійну діяльність; що передбачає використання фізичних законів і закономірностей, усвідомлення природних явищ і процесів.

В основу інформаційної моделі покладено уявлення про структурну побудову компетентнісно орієнтованої задачі, яка містить: задачну систему (ЗС) – систему розв'язувача (СР) та змісту компетентнісно орієнтованого навчання (СЗПН) (рис. 1).

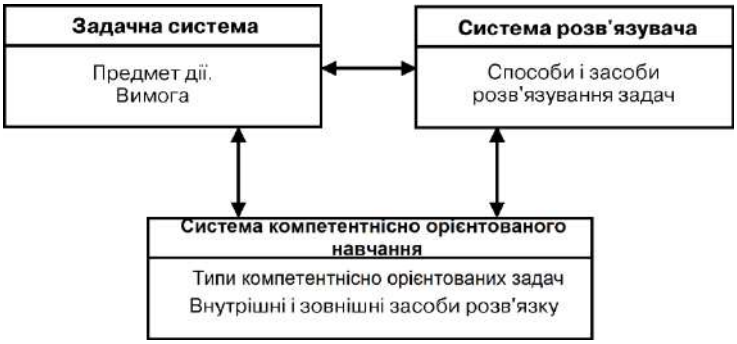


Рис. 1. Структура компетентнісно орінтованої фізичної задачі

Вивчення внутрішніх зв'язків такої системи дає змогу розкрити сукупність загальних відношень, що виникають під час використання компетентнісно орієнтованих задач у навчально-пізнавальній діяльності учнів, а також виділити ті, якими описується стратегія реалізації завдань і функцій компетентнісно орієнтованого навчання.

Інформаційно-задачна модель містить також план дослідження змісту задачі, що визначається поетапністю, відповідними методами та «внутрішніми» засобами (психологічними механізмами): визначення прикладного змісту фізичного явища або процесу; виокремлення сфер професійної діяльності, що відображені в умові задачі; виявлення типових ситуацій, що можуть бути покладені в основу задачі з конкретним виробничим сюжетом; дослідження задачі на предмет компетентнісної насиченості, що передбачає застосування методу профорієнтаційного аналізу (критеріального і факторного) та сукупності мисленнєвих прийомів (моделювання, абстрагування, асоціювання, антиципація); аналіз результату розв'язку з точки зору реалістичності виробничої ситуації, вірогідності вихідних даних (на цьому етапі може виникнути потреба в коригуванні умови, переформулюванні і складанні нової задачі).

Визначаючи роль і місце задач у компетентнісно орієнтованому навчанні учнів, надамо наступне означення: фізична задача – це інформаційна модель прикладного змісту, що відображає систему зв'язків, утворених у процесі професійної діяльності людини. Компетентнісно орієнтовані фізичні задачі – це такі, у яких конкретизовано зв'язки в

підсистемах «людина–техніка» (деталі, механізми, пристрої машин), «людина–природа» (технічні засоби вирішення проблем моніторингу навколишнього середовища), «людина – знакова система» (інформаційно комунікаційні технології, технічні засоби управління та контролю за виробничими процесами); «людина–художній образ» (архітектура, технічні конструкції, моделі, дизайн); «людина–людина» (використання та експлуатація технічних засобів у медицині, побуті, навчальній діяльності) тощо.

Зважаючи на те, що наведене вище означення містить характеристики професійної діяльності, то потребує обґрунтування положення про зміст і сутність компетентнісно орієнтованого навчання. Змістовний аналіз інформативних відомостей, що покладені в основу такого виду навчання під час розв'язування компетентнісно орієнтованих задач з урахуванням особливостей вивчення фізики в гімназії та їх профорієнтаційних можливостей, дає змогу виділити такі компоненти діяльності учнів: цільовий, стимулюючо-мотиваційний, змістовий, діяльнісно-операційний, емоційно-вольовий, контрольно-регулюючий, оцінювально-результативний.

Цільовий компонент передбачає визначення мети компетентнісно орієнтованого навчання під час розв'язування задач:

1) засвоєння системи знань про види професійної діяльності людини, зміст праці (предмет, результат, засоби, знаряддя, умови), уявлення про шляхи й етапи оволодіння професією, навички складання перспективного плану дій;

2) формування інтересів, мотивів, розвиток здібностей, самовдосконалення на основі зіставлення з вимогами конкретної професіограми, уявлень про психофізіологічні особливості тієї або іншої професії;

3) формування системи ціннісних орієнтирів, емоційно-ціннісного ставлення до професії, виховання потреби творчої самореалізації.

Розкриємо особливості компетентнісно орієнтованого навчання учнів гімназії під час розв'язування задач. Інтереси особистості враховуються в процесі формування позитивного ставлення до певного виду виробничої діяльності. Мета, завдання та функції компетентнісно орієнтованого навчання реалізовуються на основі принципів політехнізму (розкриття змісту технологічних процесів, будови та принципів дії машин і механізмів) і гуманізму (врахування інтересів особистості, здійснення консультаційної роботи). Розв'язування компетентнісно орієнтованих задач з метою реалізації принципу політехнізму освіти полягає у переформулюванні умови шляхом уведення відомостей, фактів про конкретне виробництво, параметрів і характеристик відповідного технологічного процесу.

У науці теоретично обґрунтовано концептуальні основи використання фізичних задач у закладах освіти в сучасних умовах і, зокрема, посилення ролі самостійного складання й розв'язування компетентнісно орієнтованих фізичних задач як метод навчально-пізнавальної діяльності, інструмент пізнання. Традиційна методика навчання доповнюється вміннями добору та складання компетентнісно орієнтованих задач.

У табл. 1 подано вимоги до складання та розв'язування компетентнісно орієнтованих задач, що дають змогу узагальнити й упорядкувати засоби і методи підвищення ефективності навчання фізики учнів гімназії.

Таблиця 1

Вимоги до складання та розв'язування компетентнісно орієнтованих фізичних задач

Дидактичний принцип	Дидактичні вимоги до змісту та розв'язування компетентнісно орієнтованих фізичних задач
Науковості	Завдання мають бути тісно пов'язані зі змістом навчального матеріалу з фізики, доповнювати його конкретними прикладами та відомостями, спрямованими на ознайомлення учнів з об'єктивними науковими фактами, методами наукового пізнання
Достовірності	Дослідження конкретних об'єктів і явищ природи, однозначність вихідних і кінцевих величин, запитань та відповідей
Доступності	Інформація, що міститься в умові задачі, а також процес її розв'язування мають ґрунтуватися на засвоєних раніше знаннях і відповідати розумовим можливостям учнів певної вікової групи
Оптимізації знань	Кількість компетентнісно орієнтованих завдань має бути достатньою для організації самостійної роботи учнів як у класі, так і в позаурочний час, і охоплювати основні розділи базового курсу фізики. Під час добору задач мають враховуватися індивідуальні особливості учнів, матеріальна база фізичного кабінету
Зв'язку навчання із життям	У процесі складання компетентнісно орієнтованих задач має розкриватися зв'язок між явищами природи і людиною, природою і технікою
Систематичності та послідовності навчання	Система компетентнісно орієнтованих фізичних задач має містити завдання, спрямовані на набуття учнями вмінь моделювати різноманітні виробничі ситуації.
Свідомості та активності учнів	Учні мають розуміти зміст задачі, ставити запитання, що спонукають усвідомити її суть, стимулюють до пошуку невідомих
Поєднання різних методів і форм навчання	Компетентнісно орієнтовані завдання мають сприяти виробленню практичних умінь і навичок під час складання задач різних видів (обчислювальних, експериментальних, якісних, творчих, дослідницьких), що розв'язуються різними методами із застосуванням математичного апарату і прийомів науково-дослідницької роботи
Створення необхідних і достатніх умов навчання	Наявність збірників задач, технічних засобів навчання, створення доброзичливих стосунків між суб'єктами навчального процесу

Аналізуючи різні підходи до визначення дидактичної системи навчання базового курсу фізики взагалі та сукупності змісту, методів і способів розв'язування задач зокрема, надамо означення поняття *«задача»* як сукупності внутрішніх і зовнішніх зв'язків, що забезпечують інтеграцію впорядкованої множини елементів (умова, самостійне її складання, аналіз, розроблення алгоритму та вибір способів розв'язування, застосування математичного апарату, аналіз отриманого результату тощо), діалектична єдність і взаємодія яких спрямовані на досягнення навчального результату в процесі вивчення базового курсу фізики, певного розділу або конкретної теми. Складовими дидактичної системи складання та розв'язування компетентнісно орієнтованих задач з фізики є: цілі і завдання; сукупність задач; методи і прийоми їх розв'язування; організація навчальної діяльності на уроках і в позакласній роботі; засоби навчання (моделі, комп'ютерні програми, вимірювальні прилади); контроль і самоконтроль.

Така дидактична система характеризується цілісністю, взаємодією складових (підсистем), сукупністю зв'язків між ними, визначенням основних критеріїв ефективності її реалізації. Компетентнісно орієнтовані задачі з фізики розглядаються в органічній єдності з методом конкретної теорії, що створює систему.

Єдність процесів пізнання і навчання фізики як науки потребує системного підходу до розв'язування компетентнісно орієнтованих задач. Указані вище процеси мають такі властивості: цілісність, тобто збереження якісної та кількісної стабільності складових; конкретизація їхніх функцій; усвідомлення елементів як органічної єдності; сукупності зв'язків, відносної автономності складових, неперервності розвитку. Подібність цих процесів передбачає складання компетентнісно орієнтованих задач, спрямованих на виявлення та розвиток елементів дивергентного і конвергентного мислення учнів. Метою самостійної роботи є визначення символічної, семантичної та образної дивергентності (конвергентності).

Пізнавальна діяльність учнів на уроках розв'язування задач поділяється на три етапи: усвідомлення, засвоєння та застосування фізичних знань. За рівнем усвідомлення умови задачі встановлюють можливість застосування теоретичних знань. Кожний із вищезгаданих етапів, завдяки організації процесів складання і розв'язування компетентнісно орієнтованих фізичних задач, може бути керованим. Розуміння фізичних явищ і закономірностей розглядають як керований процес, на всіх етапах якого важливу роль відіграє організація роботи з розв'язування задач, мотивація необхідності отримання нових знань, умінь і навичок, технологія розв'язування задач, уміння конвергентно та дивергентно мислити.

Дидактична система з формування практичних умінь і навичок у процесі розв'язування компетентнісно орієнтованих фізичних задач дає змогу перетворити навчання в особистісно привабливе для учня, і є ефективним прийомом створення позитивного емоційного стану, сприяє розвитку образного мислення, уяви, інтуїтивних механізмів розумової діяльності, утворенню різноманітних асоціацій, що поряд з традиційним вивченням предмета є доповненням психолого-педагогічного змісту в системі формування психологічних якостей зрілої особистості.

Добір і складання компетентнісно орієнтованих задач здійснюється з урахуванням психофізіологічних та індивідуальних особливостей учнів гімназії, змісту і специфіки навчального матеріалу, що створює необхідні умови для ефективного навчання. Результативність навчально-виховного процесу залежить від методичної компетентності вчителя, важливою складовою якої є проектувальні, конструктивні, комунікативні та організаторські вміння.

Фізичні задачі відрізняються одна від одної багатьма ознаками: змістом, способом подання, дидактичною метою та ін. Їхня класифікація дає змогу раціонально здійснювати добір та розробляти методику розв'язування.

У процесі дослідження узагальнено матеріали до розділів посібника «Завдання для перевірки предметної компетентності учнів з фізики (7–9 кл.)». Наведемо приклади компетентнісно орієнтованих задач до розділу «Я можу використати отриману інформацію для вирішення проблем й пошуку відповіді» (9 клас).

Енергія… Усе в нашому житті пов'язане з нею. Вона безперервно супроводжує процеси живої та неживої природи, явища, що відбуваються у Всесвіті. Під час перетворень енергії, вона не зникає нікуди і не виникає ні звідки, а лише перетворюється з одного виду в інший. Тому людство навчилося використовувати різні її види: енергія води (ГЕС), вітру (вітряки), Сонця (сонячні батареї). Перетворення енергії здійснюється і в повсякденному житті: гра в м'яч, стрільба з лука тощо.

Задача 1. У казці Л. Керролла «Аліса в Задзеркаллі» під час чаювання Соня, Кролик та Капелюшник в обідню пору та ввечері зводили пружину механічного годинника. Чи однакову потенціальну енергію має його пружина в ці години? (в обідню пору потенціальна енергія пружини більша).

Задача 2. Батьки Марічки займаються садівництвом. У саду ростуть дерева яблук та груш. Першими збирають яблука й зберігають в спеціальних приміщеннях із стелажами висотою 1,6 м. Марічка порахувала, що в одному відрі, масою 1 кг, може поміститися 25 яблук. Допоможіть їй визначити, яка маса одного яблука, якщо для підняття навантаженого відра затрачається 96 Дж потенціальної енергії (m_2=0,2 кг).

Важіль – один з найпоширеніших і найпростіших типів механізмів, який зустрічається як у природі, так і в рукотворному світі. За допомогою важеля довжиною близько 3 м (довжина жердини для стрибків у висоту складає 5 м, отже, довге плече важеля, що починається в місці перегину жердини в момент стрибка, становить близько 3 м) і правильного прикладання зусилля, спортсмен злітає на запаморочливу висоту до 6 м. Інший яскравий приклад важеля в повсякденному житті – звичайнісінькі двері. Спробуйте відкрити двері, штовхаючи їх біля кріплення петель. Вони будуть піддаватися дуже важко. Але чим далі від дверних петель буде розташовуватися точка докладання зусиль, тим легше відкрити двері.

Задача 3. Чому дверну ручку кріплять не до середини дверей, а біля їх краю? (щоб збільшити плече важеля, відповідно зменшити силу, яку потрібно прикласти).

Задача 4. Вантаж якої маси можна підняти за допомогою рухомого блоку, прикладаючи до вільного кінця мотузки зусилля 210 Н, якщо вага блоку становить 20 Н? Тертям знехтувати (m_u=40 кг).

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

У процесі розв'язування компетентнісно орієнтованих задач виховується інтерес до навчання, розвиваються вміння аналізувати фізичні явища і процеси, розширюються та поглиблюються знання, здійснюється ознайомлення з новими досягненнями науки і техніки, формуються працелюбність, допитливість, самостійність, загартовується воля, характер тощо. Розв'язуючи фізичні задачі, учні здобувають знання, необхідні для успішного навчання в ліцеї, поглибленої допрофесійної підготовки, продовження освіти у закладах вищого ступеня фізико-математичного, природничого й технологічного спрямування.

Знання різних способів розв'язування компетентнісно орієнтованих задач базового курсу фізики сприяє ефективному формуванню понять, різнобічному, міцному й глибокому усвідомленню змісту навчального матеріалу, набуттю практичних умінь і навичок застосовувати фізичні закони і закономірності, створює умови для реалізації компетентнісного підходу в навчанні.

Подальшого дослідження потребує застосування задачних технологій до формування ключових і предметної компетентностей учнів ліцею та студентів закладів вищої освіти.

Список використаних джерел

1. Балл Г.А. Теория учебных задач: Психолого-педагогический аспект. М.: Педагогика, 1990. 184 с.
2. Бургун І.В. Класифікація фізичних задач в контексті компетентнісної освіти. Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. 2016. Вип. 10. Ч. ІІІ. С. 35-38.
3. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти. Київ, 2011. Режим доступу: http://www.guonkh.gov.ua/content/documents/ 22/2144/Attaches/Derzh.standart.doc.
4. Ліскович О.В. Формування предметної компетентності учнів основної школи у процесі розв'язування якісних фізичних задач. Матеріали ІІ Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні технології як чинник оптимізації педагогічної теорії та практики». Вип. 15. Наук. ред. Юзбашева Г.С. Херсон: Айлант, 2012. С. 215-219.
5. Мельник Ю.С. Компетентнісно орієнтована система задач у сучасному підручнику фізики старшої школи. Проблеми сучасного підручника. 2015. Вип. 15(2). С. 22-30.
6. Муравський С.А. Формування предметної компетентності студентів у процесі вивчення фізики у вищих навчальних закладах. Фізико-математична освіта. 2016. Вип. 4. С. 95-99.
7. Павленко А.І. Теоретичні основи методики навчання учнів складанню і розв'язуванню фізичних задач у середній школі: дис. д-ра пед. наук: 13.00.02 / Національний педагогічний університет ім. М.П. Драгоманова. Київ, 1997. 447 с.
8. Розв'язування навчальних задач з фізики: питання теорії і методики. За заг. ред. Є.В. Коршака. К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2004. 185 с.
9. Фридман Л.М. Логико-психологический анализ школьных учебных задач. Москва: Педагогика, 1977. 208 с.

References

1. Ball, G.A. Teorija uchebnyh zadach: Psihologo-pedagogicheskij aspekt. M.: Pedagogika, 1990. 184 [in Russian].
2. Burhun I.V. Klasyfikatsiia fizychnykh zadach v konteksti kompetentnisnoi osvity. Naukovi zapysky. Seriia: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity. 2016. Vyp. 10. Ch. III. [in Ukrainian].
3. Derzhavnyi standart bazovoi i povnoi zahalnoi serednoi osvity. Kyiv, 2011. Rezhym dostupu: http://www.guonkh.gov.ua/content/documents/ 22/2144/Attaches/Derzh.standart.doc [in Ukrainian].
4. Liskovych O.V. Formuvannia predmetnoi kompetentnosti uchniv osnovnoi shkoly u protsesi rozviazuvannia yakisnykh fizychnykh zadach. Materialy II Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Innovatsiini tekhnolohii yak chynnyk optymizatsii pedahohichnoi teorii ta praktyky». Vyp. 15. Nauk. red. Yuzbasheva H.S. Kherson: Ailant, 2012 [in Ukrainian].
5. Melnyk Yu.S. Kompetentnisno oriientovana systema zadach u suchasnomu pidruchnyku fizyky starshoi shkoly. Problemy suchasnoho pidruchnyka. 2015. Vyp. 15(2) [in Ukrainian].
6. Muravskyi S.A. Formuvannia predmetnoi kompetentnosti studentiv u protsesi vyvchennia fizyky u vyshchykh navchalnykh zakladakh. Fizyko-matematychna osvita. 2016. Vyp. 4 [in Ukrainian].
7. Pavlenko A.I. Teoretychni osnovy metodyky navchannia uchniv skladanniu i rozviazuvanniu fizychnykh zadach u serednii shkoli: dys. doktora ped. nauk: spets. 13.00.02 «teoriia i metodyka navchannia fizyky». K.: Natsionalnyi pedahohichnyi universytet im. M.P. Drahomanova, 1997. 447 [in Ukrainian].
8. Rozviazuvannia navchalnykh zadach z fizyky: pytannia teorii i metodyky. Za zah. red. Ye.V. Korshaka. K.: NPU im. M.P. Drahomanova, 2004. 185 [in Ukrainian].
9. Fridman, L.M. Logiko-psihologicheskij analiz shkol'nyh uchebnyh zadach/ Moskva: Pedagogika, 1977. 208 [in Russian].

THE ROLE AND PLACE OF TASKS IN THE SYSTEM OF COMPETENCE-ORIENTED TEACHING PHYSICS STUDENTS

Yu. S. Mel'nik

Institute of pedagogy of NAPS of Ukraine, Ukraine

Abstract.

Formulation of the problem. *Understanding of essence of process formation of competences is impossible without clarifying the peculiarities of the educational-cognitive activity in the context of the competence approach to learning. Its main types are updating the objectives, structure, and content of training, the choice of forms, the implementation of a comprehensive educational assessment, measurement, and evaluation of educational results through the prism of formation of key and subject competencies, adjustment, and further design of learning activities.*

In recent decades there has been a significant strengthening of the importance of competence orientation school physics course, where one of the leading roles belongs to problem-solving. However, a significant portion of the students has some difficulties, because it does not own the relevant practical skills. The approach of tasks is an important component of content and procedural

learning basic physics courses. Understanding of meaning and appropriate technology for its implementation is now undergoing significant changes.

The article substantiates the role and place of the basic course of physics in the system of competence-oriented education of College students, highlights the main methods and ways of their solution. The attention is focused that in the process of solving systematically carried out ideological and methodological generalizations, takes into account the needs of society, knowledge of the history of physics, the value of the mathematical transformations, etc.

Materials and methods. *Theoretical methods: analysis, systematization, and generalization of results of pedagogical researches, laws, and regulations documents empirical methods: pedagogical supervision over educational process, questioning; statistical methods.*

Results. *Adapted of task learning technology in the formation of student competence. Define the role and place of tasks in the system of competence-oriented teaching physics in the gymnasium. Synthesizing materials to sections of a manual "Job to verify subject matter competence of students in physics (7-9)».*

Conclusions. *Knowledge of different ways of solving a competence oriented task the basic physics course contributes to the effective formation of concepts, versatile, durable and a deeper understanding of the content of teaching material, acquisition of practical abilities and skills to apply physical laws and regularities, creates conditions for the realization of the competence approach in education.*

Keywords: *basic physics course; gymnasium; competence-oriented training; physical phenomenon; the solution of problems; didactic system.*

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Михайлова І.А. Використання задач професійного спрямування у підготовці фахівців економічного напряму в інклюзивному навчальному закладі. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 107-112.

Mykhailova I. Using of professional tasks in the training of economic specialists in an inclusive educational institution. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 2(24). P. 107-112.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-024-2-015
УДК 378.147:33-043.84:004.4:37.091.2

І.А. Михайлова
Подільський спеціальний навчально-реабілітаційний соціально-економічний коледж, Україна
manni@ukr.net
ORCID: 0000-0002-9270-8238

ВИКОРИСТАННЯ ЗАДАЧ ПРОФЕСІЙНОГО СПРЯМУВАННЯ У ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ ЕКОНОМІЧНОГО НАПРЯМУ В ІНКЛЮЗИВНОМУ НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ

АНОТАЦІЯ

В роботі розглянуто основні підходи до формування комплексу завдань професійного спрямування при вивченні теми «Табличний процесор» в курсі навчальної дисципліни «Інформатика і комп'ютерна техніка», досвід викладання цієї теми для студентів з особливими освітніми потребами із використанням технологій дистанційного навчання. Наведено приклади задач професійного спрямування, які пропонуються майбутнім фахівцям з економіки під час проведення лабораторних занять.

Формулювання проблеми. *Необхідність дослідження обумовлена підвищенням вимог до підготовки спеціалістів економічного напрямку. В наш час економіст повинен вільно володіти інформаційними технологіями для здійснення аналізу діяльності підприємства й пропонувати рішення щодо покращення ефективності роботи підприємства. Серед студентів з особливими освітніми потребами професія економіста користується попитом. Формування у них практичних навичок розв'язання прикладних задач з використанням табличного процесора максимально забезпечує зв'язок з фаховою підготовкою, допомагає краще зрозуміти значення вивчення теми для майбутньої професійної діяльності, підсилює мотивацію до навчання, підвищує рівень теоретичної підготовки.*

Матеріали і методи. *В процесі виконання дослідження були використані наступні методи: теоретичні – аналіз науково-методичної літератури з проблеми; узагальнення та систематизація теоретичних джерел для розроблення і використання комплексу задач у процесі підготовки студентів економічного напряму; емпіричні – бесіди з учасниками освітнього процесу; педагогічні спостереження за навчальною діяльністю студентів.*
Використання створеного комплексу завдань професійного спрямування проводиться в Подільському спеціальному навчально-реабілітаційному соціально-економічному коледжі, в студентському колективі якого 70% складають студенти з особливими освітніми потребами.

Результати. *В роботі обґрунтовано доцільність використання комплексу задач професійного спрямування для підвищення результатів навчальних досягнень студентів з особливими освітніми потребами, актуалізації набутих знань та здійснення самостійного пошуку, сприяння особистісному розвитку.*

Висновки. *Використання комплексу задач професійного спрямування та електронний супровід навчальної дисципліни спонукає студентів до активізації пізнавальної діяльності, підвищення результатів навчання, осмислення знань та застосування їх у конкретних практичних ситуаціях. У студентів з особливими освітніми потребами при опануванні матеріалу теми «Табличний процесор» формується підґрунтя для вивчення дисциплін професійного спрямування.*
В перспективі планується розширювати комплекс задач професійного спрямування у співпраці з викладачами економічних дисциплін, доповнювати та удосконалювати електронний курс з інформатики і комп'ютерної техніки на сайті дистанційного навчання.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *професійна спрямованість, прикладна задача, MS Excel, електронний курс, особливі освітні потреби.*

ВСТУП

Постановка проблеми. Сьогодні актуальним є надання рівних можливостей до отримання якісної освіти, в тому числі й вищої. У Подільському навчально-реабілітаційному соціально-економічному коледжі 70% складають студенти з особливими освітніми потребами. Чимало із них здобувають професію економіста, оскільки вона є універсальною, користується попитом на ринку праці, дає можливість розпочати власну справу. Тому якості професійної підготовки приділяється значна увага.

Професія економіста вимагає від майбутніх фахівців умінь та навичок здійснення розрахунків, планування й контролю руху фінансових потоків, аналізу підсумків діяльності підприємства тощо. Для розробки та виконання планових завдань використовують різне програмне забезпечення, зокрема, табличні процесори.

У формуванні професійної компетентності студентів особливу роль відіграють завдання професійного спрямування. Виконуючи такі завдання, на заняттях з інформатики і комп'ютерної техніки студенти набувають та вдосконалюють навички роботи з табличним процесором, а на заняттях із спецдисциплін – аналізують зміст отриманих результатів й пропонують певні рішення. Таким чином, розв'язування комплексу завдань створить підґрунтя для успішного опанування дисциплін фахового спрямування.

Актуальність роботи зумовлена також необхідністю такої організації освітнього процесу, яка дає можливість студентам з особливими освітніми потребами оволодіти основами знань за обраною спеціальністю, а також розвинути здатність до самостійного пошуку інформації, максимально наближеної до майбутньої професійної діяльності.

Аналіз актуальних досліджень. Аналіз навчально-методичних джерел свідчить про те, що задачний підхід до процесу навчання має велике значення (Франко, 2014). Розв'язування задач професійного спрямування, які виникли в галузі економіки, але потребують використання комп'ютерної техніки та прикладних програм, сприяють свідомому сприйняттю навчального матеріалу, активізують розумову діяльність, розвивають допитливість. Розглядаються приклади розв'язання задач професійного спрямування за допомогою табличних процесорів (Степанова, 2008). Описується досвід використання інформаційних технологій в інклюзивному навчальному закладі (Алєксєєва& Антоненко&Жадан&Лифенко, 2018; Горішна, 2019). Велика увага приділяється сучасним технологіям навчання осіб з особливими освітніми потребами (Романюк, 2019; Шевченко, 2019). Проте недостатньо висвітлені питання якісної підготовки економістів з числа студентів з особливими освітніми потребами.

Мета статті. З огляду на це метою статті є обґрунтування змісту завдань для проведення занять з теми «Табличний процесор», опис досвіду викладання цієї теми для студентів з особливими освітніми потребами із використанням технологій дистанційного навчання.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В процесі виконання дослідження були використані наступні методи: теоретичні – аналіз науково-методичної літератури з проблеми дослідження для визначення повноти висвітлення питання використання задач професійного спрямування у процесі навчання дисципліни «Інформатика і комп'ютерна техніка» у коледжах; узагальнення та систематизація опрацьованих матеріалів для розроблення і використання комплексу задач у процесі підготовки студентів економічного напряму; емпіричні – бесіди з учасниками освітнього процесу; педагогічні спостереження за навчальною діяльністю студентів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Професійна підготовка майбутніх економістів здійснюється у відповідності до освітньо-професійної програми підготовки молодшого спеціаліста за галуззю знань 05 «Соціальні та поведінкові науки» спеціальності 051 «Економіка». Компетентності, яких набувають студенти в процесі вивчення навчальної дисципліни «Інформатика і комп'ютерна техніка»:

– інтегральна компетентність – здатність ефективно використовувати сучасні прикладні програмні продукти у професійній діяльності,

– загальна компетентність – навички використання сучасних інформаційних та комунікаційних технологій.

В коледжі здійснюється електронний супровід усіх навчальних дисциплін за допомогою системи управління навчанням Moodle, яка встановлена на платному хостингу. За необхідності у зручний для себе час з будь-якого пристрою, який під'єднаний до мережі Інтернет, студент має можливість звернутися до електронного курсу дисципліни.

Електронний курс з інформатики і комп'ютерної техніки містить список літератури, критерії оцінювання, питання для заліку, теоретичний матеріал усіх лекцій та питань, винесених на самостійне опрацювання, посилання на відео, інструкції для лабораторних робіт, тести. Оскільки в групах навчаються студенти з різними нозологіями, то кожний може змінити налаштування ресурсу, враховуючи власні потреби: змінити масштаб відображення, переглянути відео необхідну кількість разів, ознайомитися із завданнями майбутньої лабораторної роботи, пройти тест тощо. Якщо ж студент був відсутній на занятті, то йому доступні усі навчальні матеріали, які опрацьовували студенти в аудиторії.

Виконавши завдання лабораторної роботи, студент завантажує створені файли на сайт дистанційного навчання. Тому в разі необхідності є можливість повернутися до виконаного завдання з інформатики і комп'ютерної техніки та на його основі розв'язати задачу професійного спрямування з іншої дисципліни.

Тема «Табличний процесор» займає особливе місце в курсі інформатики і комп'ютерної техніки, адже студенти працюють з електронними таблицями при вивченні інших дисциплін: планування та організація діяльності підприємства, економіка підприємства, інформаційні системи та технології на підприємстві, економіка і нормування праці, статистика тощо.

Навчальний матеріал теми «Табличний процесор» охоплює такі питання: «Призначення та характеристика табличного процесора», «Структура таблиці та основні типи даних. Форматування таблиці», «Обчислення в таблицях. Абсолютна та відносна адресація», «Використання вбудованих функцій», «Побудова діаграм», «Організація розгалужень», «Підведення підсумків. Зведені таблиці», «Фінансовий аналіз», «Підтримка баз даних у середовищі табличного процесора. Впорядкування та фільтрація даних».

Значна кількість часу при вивченні теми «Табличний процесор» відводиться для проведення лабораторних занять, більша частина завдань до яких мають професійну спрямованість. Розв'язування прикладних завдань сприяє оволодінню студентами новими практичними навичками та уміннями, викликає інтерес до обраної професії. Завдання професійного

спрямування підбираються таким чином, щоб на їх прикладі можна було продемонструвати методи опрацювання табличних даних з урахуванням теми заняття з інформатики і комп'ютерної техніки.

Задачі прикладного змісту формулюються так, як і на занятті з спецдисциплін, дані мають бути наближеними до реальних. Тому зміст завдань формувався у тісній співпраці з викладачами дисциплін економічного циклу. Найбільш цінною і найбільш складною частиною роботи для студента є складання математичної моделі. Для її реалізації викладач має підготувати ряд запитань, щоб спрямувати діяльність студентів у потрібному напрямку, визначити суттєві властивості об'єктів.

Успішне виконання завдань передбачає математичну підготовку та володіння знаннями із спецдисциплін. Інструкції для лабораторних робіт в електронному курсі містять детальні вказівки для виконання завдань, для того, щоб прогалини з інших дисциплін не стали на заваді виконання конкретного завдання.

Обсяг завдань підбирався таким чином, щоб кожний студент, працюючи з комп'ютером в індивідуальному темпі, під час заняття міг виконати щонайменше 60% запропонованих завдань, тобто отримати позитивну оцінку. Враховуючи специфіку навчального закладу, студенту дозволяється після заняття доопрацювати завдання та повторно надіслати файл на перевірку.

Наведемо конкретні приклади завдань професійного спрямування з створеного комплексу завдань.

Завдання 1. Форматування таблиці, використання числових форматів даних, створення користувацького формату. *Створити таблицю для збереження даних про отримані замовлення у відділенні Укрпошти за поданим зразком (рис. 1).*

	A	B	C	D	E	F
1						
2	**№ замовлення**	**Дата : час**	**Область**	**Місто**	**Оціночна вартість**	**Фактична вага**
3	1	15.03.17 9:00	Київська	Бровари	134,00 грн.	35,000 кг
4	2	15.03.17 9:10	Волинська	Берестечко	230,00 грн.	400 грам
5	3	15.03.17 9:30	Дніпропетровська	Дніпро	120,00 грн.	12,000 кг
6	4	15.03.17 10:05	Вінницька	Козятин	345,00 грн.	400 грам
7	5	15.03.17 20:05	Волинська	Берестечко	20,00 грн.	3,456 кг
8	6	15.03.17 8:05	Хмельницька	Кам'янець-Подільський	56,00 грн.	1,236 кг
9	7	15.03.17 19:05	Львівська	Стрий	83,00 грн.	234 грам

Рис. 1. Зразок відформатованої таблиці

Запитання для обговорення:

1. Які діапазони комірок потребують встановлення числових форматів? (Для діапазону B3:B9 – формат Дата, для діапазону E3:E9 – формат Денежный).

2. Для якого діапазону комірок потрібно створити користувацький формат та за яким правилом? (Для діапазону F3:F9 створити користувацький формат за таким правилом: якщо в комірку вводити число менше 1000, то в ній має відображатися це число із словом «грам», інакше повинно відображатися частка від ділення введеного числа на 1000 із трьома знаками після коми із словом «кг».)

3. Опишіть послідовність дій для форматування таблиці.

Виконуючи це завдання, студенти вчаться не лише застосовувати стандартні числові формати, але й створювати й застосовувати користувацькі формати (рис. 2).

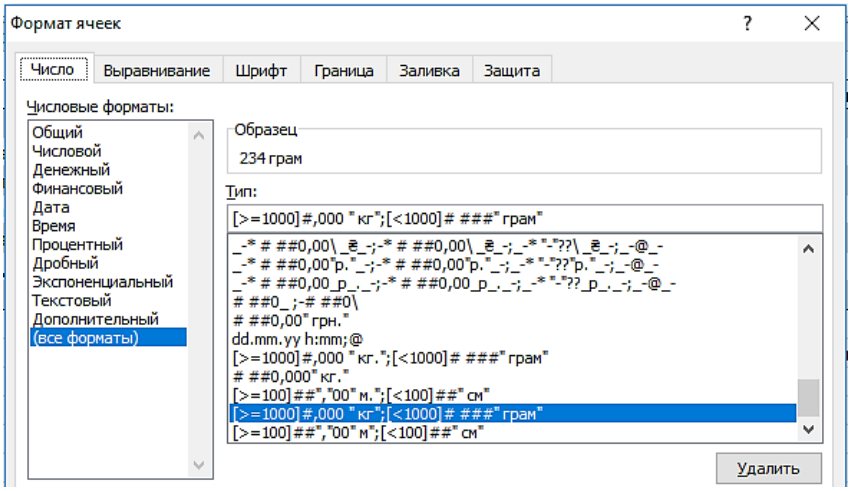


Рис. 2. Створення користувацького формату у діалоговому вікні Формат ячеек

Завдання 2. Виконання простих обчислень, використання різних видів адресації. *За даними підприємства про обсяги реалізації проаналізувати динаміку збуту продукції за попередні роки. Здійснити розрахунок базисних і ланцюгових темпів зростання.*

Виконання завдання передбачає створення таблиці за поданим зразком, введення початкових даних, роботу з числовими форматами, виконання обчислень, використання відносної та абсолютної адресації (рис. 3).

	A	B	C	D
1	**Розрахунок динаміки збуту продукції**			
2				
3	Рік	Обсяг реалізованої продукції, тис.грн.	Темпи зростання, %	
4			базисні	ланцюгові
5	2015	987,3		
6	2016	1020,5		
7	2017	1198,5		
8	2018	1034,7		
9	2019	1367,7		

Рис. 3. Завдання на виконання обчислень

Запитання для обговорення:

1. Для обчислення базисних темпів зростання потрібно обчислити частки від ділення обсягів реалізованої продукції за рік (2016, 2017, 2018, 2019) на базовий рівень ряду (обсяг за 2015 рік). Наприклад, для комірки С6 формула буде мати вигляд =B6/B5, для комірки С7 – формула =B7/B5 тощо. Чисельник щоразу буде змінюватися, знаменник має залишатися сталим. Які види адресації потрібно використати у формулі? (У чисельнику – відносна адресація, у знаменнику – абсолютна).

2. Для обчислення ланцюгових темпів зростання потрібно обчислити частки від ділення наступних обсягів реалізації на попередні. Наприклад, для комірки D6 формула буде мати вигляд =B6/B5, для комірки D7 – формула =B7/B6 тощо. І чисельник, і знаменник у цьому випадку будуть змінюватися. Який вид адресації потрібно використати у цьому випадку? (В даному випадку використовуємо відносну адресацію).

Виконуючи обчислення, студенти вводять та копіюють формули (рис. 4).

	A	B	C	D
1	**Розрахунок динаміки збуту продукції**			
2				
3	Рік	Обсяг реалізованої продукції, тис.грн.	Темпи зростання, %	
4			базисні	ланцюгові
5	2015	987,3	=B5/$B$5	1
6	2016	1020,5	=B6/$B$5	=B6/B5
7	2017	1198,5	=B7/$B$5	=B7/B6
8	2018	1034,7	=B8/$B$5	=B8/B7
9	2019	1367,7	=B9/$B$5	=B9/B8

Рис. 4. Формули для виконання обчислень

Завдання 3. Побудова діаграм. *Відомо, що ціна одиниці продукції становить 120 грн, змінні витрати становлять 40 грн, постійні – 800 грн. Обчислити витрати та дохід від реалізації для виготовленої продукції у кількості 0, 10, 20, 30 та 40 одиниць. Визначити графічним способом точку беззбитковості підприємства.*

Запитання для обговорення:

1. Для обчислення витрат потрібно знайти суму змінних витрат та постійних витрат. Враховуємо, що змінні витрати залежать від кількості продукції, а величина постійних витрат не залежать від кількості продукції). Доцільно усі вихідні дані оформити у вигляді допоміжної таблиці, а в основній таблиці лише використовувати посилання на них (рис. 5).

	A	B	C
1	**Розрахунок точки беззбитковості підприємства**		
2			
3	№	Показник	Од. виміру
4	1	Ціна	120
5	2	Змінні витрати	40
6	3	Постійні витрати	800
7			
8	Кількість продукції	Витрати	Дохід від реалізації
9	0	=A9*$C$5+$C$6	=A9*$C$4
10	10	=A10*$C$5+$C$6	=A10*$C$4
11	20	=A11*$C$5+$C$6	=A11*$C$4
12	30	=A12*$C$5+$C$6	=A12*$C$4
13	40	=A13*$C$5+$C$6	=A13*$C$4

Рис. 5. Визначення витрат та доходу від реалізації

2. При обчисленні точки беззбитковості враховуємо той факт, що продукції має бути виготовлено стільки, щоб витрати співпадали з доходами від реалізації. Для визначення точки беззбитковості графічним способом, потрібно побудувати точкову діаграму та визначити координату точки перетину лінії витрат та лінії доходу від реалізації. Абсциса точки перетину – це точка беззбитковості в натуральних одиницях, ордината точки перетину – це точка беззбитковості у грошових одиницях (рис. 6).

	A	B	C
1	**Розрахунок точки беззбитковості підприємства**		
2			
3	№	Показник	Од. виміру
4	1	Ціна	120,00 ₴
5	2	Змінні витрати	40,00 ₴
6	3	Постійні витрати	800,00 ₴
7			
8	Кількість продукції	Витрати	Дохід від реалізації
9	0	800,00 ₴	0,00 ₴
10	10	1 200,00 ₴	1 200,00 ₴
11	20	1 600,00 ₴	2 400,00 ₴
12	30	2 000,00 ₴	3 600,00 ₴
13	40	2 400,00 ₴	4 800,00 ₴

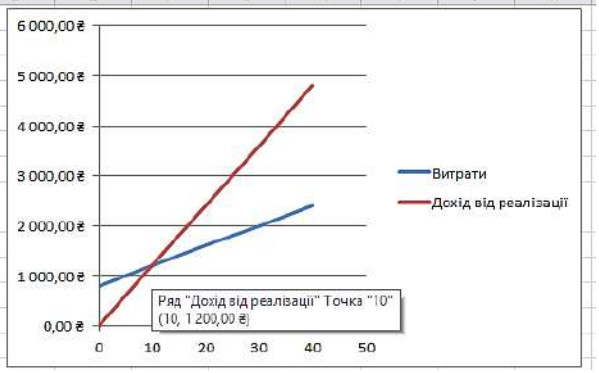


Рис. 6. Визначення точки беззбитковості підприємства

Таким чином, до кожного лабораторного заняття з теми «Табличний процесор» можна підібрати задачі професійного спрямування, виконання яких дозволяє набувати та вдосконалювати навички роботи з програмним забезпеченням, готувати їх до успішного опанування економічних дисциплін, активізувати пізнавальну діяльність.

ОБГОВОРЕННЯ

В одній академічній групі навчаються студенти з різними нозологіями – порушенням зору, слуху, опорно-рухового апарату, хронічні захворювання. Тому на заняттях в аудиторії студенти додатково забезпечуються навчально-методичними матеріалами у максимально сприйнятливій для них формі. Це інтелектуальні карти, надруковані інструкції із звичайним та збільшеним розміром символів, навчальне відео з демонстрацією виконання прийомів роботи з програмним забезпеченням. Інструкції до лабораторних робіт містять детальні вказівки до виконання конкретних дій.

Дуже важливо розвинути у студентів здатність до самостійної дослідницької роботи та самоосвіти. Використання комплексу задач професійного спрямування на заняттях з інформатики і комп'ютерної техніки свідчить про підвищення зацікавленості студентів до вивчення дисципліни, покращення результатів навчальних досягнень. Студенти не лише оволодівають навичками роботи з табличним процесором, а й знайомляться з конкретними прикладами його використання у професійній діяльності. Таким чином формується підґрунтя для опанування дисциплін економічного спрямування.

Розв'язування професійних задач здійснюється із застосуванням роботи в парах, ділових ігор, методу висування гіпотез тощо. Завдання спрямовані на створення ситуації успіху, формування упевненості у власних силах, відповідальності.

Студенти з особливими освітніми потребами витрачають, як правило, більше часу на виконання завдання. Розв'язування задач професійного спрямування дозволяє зменшити час на роботу над завданнями на заняттях із спецдисциплін, оскільки подібні задачі вони вже розглядали.

У кожного студента є доступ до усіх навчальних матеріалів в електронному вигляді у будь-який час, тому виникає можливість ретельної підготовки до занять, оптимізації опрацювання питань самостійного вивчення та пропущених занять, звернення до викладача із запитанням через сайт дистанційного навчання, перевірки знання теорії.

Зазначений підхід корисний для усіх студентів, а не лише для студентів з особливими потребами.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Дана робота спрямована на формування комплексу задач професійного спрямування з метою використання їх на лабораторних заняттях з інформатики і комп'ютерної техніки для підвищення якості підготовки фахівців економічного напряму.

Використання комплексу прикладних задач та електронний супровід навчальної дисципліни дає можливість студентам з особливими потребами ретельно готуватися до занять, налаштовувати параметри відображення документів за власними потребами, раціонально організувати вивчення матеріалу для самостійного опрацювання, ознайомитися з конкретними прикладами використання табличного процесора в професійній діяльності, створює підґрунтя для успішного опанування економічних дисциплін.

В перспективі планується розширювати комплекс задач професійного спрямування у співпраці з викладачами економічних дисциплін, який дає можливість в рамках навчальних занять з інформатики і комп'ютерної техніки вивчати питання аналізу економічної діяльності підприємства.

Список використаних джерел

1. Алєксєєва А.Н., Антоненко О.В., Жадан К.О., Лифенко М.В. Досвід використання засобів електронного навчання у інклюзивному освітньому ВНЗ. *Фізико-математична освіта*. 2018. Випуск 4(18). С. 17-24.
2. Горішна Н.М. Використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчанні дітей з особливими освітніми потребами: переваги та обмеження. *Практичні комунікаційні кейси в інклюзивному освітньому середовищі.* Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Київ, 22 листопада 2019 року). Київ: Київський університет імені Бориса Грінченка, 2019. С. 27-39.
3. Кадемія М. Ю., Шахіна І.Ю. Інформаційно-комунікаційні технології в навчальному процесі: Навчальний посібник. Вінниця: ТОВ «Планер», 2011. 220 с.
4. Поясок Т. Б. Застосування інформаційних технологій в навчальному процесі вищої школи: науково-методичний

посібник для студентів та викладачів вищих навчальних закладів економічного профілю. Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2009. 104 с.
5. Романюк С.В. Сучасні технології навчання осіб з особливими освітніми потребами. *Педагогічний пошук.* 2019. Випуск 1 (101). С. 37-40.
6. Степанова Н. І. Розв'язання економічних задач засобами Microsoft Excel: практикум. Дніпропетровськ: РВВ ДНУ, 2008. 68 с.
7. Франко Ю. П. Викладання інформатики в умовах організації багаторівневої освіти та підготовки висококваліфікованого фахівця. *Вісник Національного університету оборони України.* 2014. Випуск 6 (43). С. 224-230.
8. Шевченко В.М. Сучасні технології навчання осіб з особливими потребами у вищих навчальних закладах України та Польщі. *Інноваційна педагогіка.* 2019. Випуск 10. Т. 3. С. 134-138.

References

1. Alieksieieva A.N., Antonenko O.V., Zhadan K.O., Lyfenko M.V. (2014). Dosvid vykorystannia zasobiv elektronnoho navchannia u inkliuzyvnomu osvitnomu VNZ [Experience in the using of e-learning means in the inclusive education]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical & Mathematical Education*, 4(18), 17-24. [in Ukrainian].
2. Horishna N.M. (2019). Vykorystannia informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii u navchanni ditei z osoblyvymy osvitnimy potrebamy: perevahy ta obmezhennia [The use of information and communication technologies in the education of children with special educational needs: advantages and limitations]. Proceedings from MIIM '19: *Praktychni komunikatsiini keisy v inkliuzyvnomu osvitnomu seredovyshchi.* Materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii – All-Ukrainian scientific-practical conference "Practical communication cases in an inclusive educational environment" (pp. 27-39). Kyiv: Kyivskyi universytet imeni Borysa Hrinchenka. [in Ukrainian].
3. Kademiia M. Yu., Shakhina I.Yu. (2011). Informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii v navchalnomu protsesi [Information and communication technologies in the educational process]: Navchalnyi posibnyk. Vinnytsia: TOV «Planer». [in Ukrainian].
4. Poiasok T. B. (2009). Zastosuvannia informatsiinykh tekhnolohii v navchalnomu protsesi vyshchoi shkoly: naukovo-metodychnyi posibnyk dlia studentiv ta vykladachiv vyshchykh navchalnykh zakladiv ekonomichnoho profiliu [The use of information technology in the educational process of higher education: a scientific and methodological manual for students and teachers of higher educational institutions of economic profile]. Kremenchuk: PP Shcherbatykh O.V. [in Ukrainian].
5. Romaniuk S.V. (2019). Suchasni tekhnolohii navchannia osib z osoblyvymy osvitnimy potrebamy [Modern technologies of studying persons with special educational needs]. *Pedahohichnyi poshuk – Pedagogical search*, 1 (101), 37-40. [in Ukrainian].
6. Stepanova N. I. (2008). Rozviazannia ekonomichnykh zadach zasobamy Microsoft Excel: praktykum [Solving economic problems with Microsoft Excel: training classes]. Dnipropetrovsk: RVV DNU. [in Ukrainian].
7. Franko Yu.P. (2014). Vykladannia informatyky v umovakh orhanizatsii bahatorivnevoi osvity ta pidhotovky vysokokvalifikovanoho fakhivtsia [Teaching computer science in the organization of multilevel education and training of highly qualified specialists]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu oborony Ukrainy – Bulletin of the National University of Defense of Ukraine,* 6(43), 224-230. [in Ukrainian].
8. Shevchenko V.M. (2019). Suchasni tekhnolohii navchannia osib z osoblyvymy potrebamy u vyshchykh navchalnykh zakladakh Ukrainy ta Polshchi. [Modern technologies of studying persons with special needs in higher educational staff of Ukraine and Poland]. *Innovatsiina pedahohika – Innovative pedagogy*, 10. Т. 3. 134-138. [in Ukrainian].

USING OF PROFESSIONAL TASKS IN THE TRAINING OF ECONOMIC SPECIALISTS IN AN INCLUSIVE EDUCATIONAL INSTITUTION

Inna Mykhailova

Podilskyi Special Educational-Rehabilitation Socio-Economic College, Ukraine

Abstract. *The basic approaches of the creation of the complex of professional tasks while studying the topic "Spreadsheet" in the course of the academic discipline "Computer Science and Computer Technology" are suggested in this article. The experience of teaching this topic for the students with special educational needs using distance learning technologies as well as examples of professional tasks for the future economic specialists during laboratory classes are proposed.*

Formulation of the problem. *The necessity of this research is determined by the increasing requirements for the training of economic specialists. Nowadays, the economist must be fluent in using information technology, analyzing the activities of the enterprise, and offer solutions to improve the efficiency of the enterprise. The profession of economists is in demand among students with special educational needs. Formation of practical skills in solving applied problems using a spreadsheet processor maximizes the connection with professional training, helps better understand the importance of studying the topic for future professional activity, strengthens motivation to learning, increases the level of theoretical training.*

Materials and methods. *The following methods were used in the process of the research: theoretical - analysis of scientific and methodological literature on the problem; generalization and systematization of the theoretical sources for development and usage the complex of tasks in the course of preparation students of the economic department; empirical - conversations with participants in the educational process; pedagogical observations of students' learning activities.*

The use of the created complex of professional tasks is carried out in the Podilskyi special educational-rehabilitation socio-economic college, 70% of college students are students with special educational needs.

Results. *The importance of using the complex of the professional tasks to increase the results of students with special educational needs academic achievements, updating the acquired knowledge, carrying out an independent search, and promoting personal development are substantiated in the article.*

Conclusions. *Using the complex of the professional tasks and electronic support of the discipline encourages students with special educational needs to intensify cognitive activities and improve learning outcomes, comprehension of the knowledge, and their usage in specific practical situations. Learning the material of the topic "Spreadsheet" students with special educational needs are formed the basis for studying the professional disciplines.*

In the future, it is planned to expand the range of professional tasks in cooperation with teachers of economic disciplines, to supplement and improve the electronic course in "Computer Science and Computer Technology on" the site of distance learning.

Keywords: *professional orientation, applied task, MS Excel, e-courses, special educational needs.*

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Пасічник Н.О., Ріжняк Р.Я. Розв'язування математичних задач з реалізацією поліпредметних (економіка, інформатика, математика) інтегративних компонентів. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 113-122.

Pasichnyk N., Rizhniak R. Solving of mathematical problems with the implementation of multipricultural (economics, informatics, mathematics) integrative components. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 2(24). P. 113-122.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-024-2-016
УДК 372.851

Н.О. Пасічник
Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка, Україна
pasichnyk1809@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0923-9486
Р.Я. Ріжняк
Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка, Україна
rizhniak@gmail.com
ORCID: 0000-0002-1977-9048

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ЗАДАЧ З РЕАЛІЗАЦІЄЮ ПОЛІПРЕДМЕТНИХ (ЕКОНОМІКА, ІНФОРМАТИКА, МАТЕМАТИКА) ІНТЕГРАТИВНИХ КОМПОНЕНТІВ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. *В статті досліджується проблема методики формування в старшокласників умінь розв'язувати та досліджувати математичні задачі інтегративного змісту, що є важливим компонентом набуття математичної компетентності старшокласниками.*

Матеріали і методи. *В ході експериментального дослідження використовувалися аналіз психолого-педагогічної літератури з проблеми дослідження, педагогічне спостереження за навчально-пізнавальною діяльністю учнів, бесіди з викладачами математики, а також математичні методи статистичної обробки експериментальних даних, за допомогою яких визначалися кількісні та якісні залежності між показниками дослідження. До експертного оцінювання результатів експерименту було залучено 24 особи, які є кваліфікованими фахівцями у цій сфері.*

Результати. *Зміст дослідження полягав у використанні моделювання засобами інформаційно-комунікаційних технологій (мобільного варіанту графічного калькулятора Desmos) задачної ситуації математичних задач інтегративного змісту економічної тематики. За переконанням експертів така методика роботи з задачами значно підвищила рівень мотивації до навчання старшокласників та викликала зацікавлення у студентів освітньої програми Математика, інформатика та економіка спеціальності 014 Середня освіта (Математика). За результатами проведеного дослідження автори сформулювали методичні умови реалізації інтегративного підходу при формуванні умінь розв'язувати математичні задачі, котрі містили в собі, по-перше, тезу про важливість використання ІКТ для моделювання та дослідження задачних ситуацій в задачах інтегративного змісту, по-друге, висновок щодо залежності обсягу реалізації інтегративного підходу від мети організації навчальної діяльності учнів, по-третє, опис алгоритму реалізації інтегративного підходу при формуванні умінь розв'язувати математичні задачі, який включає процеси узагальнення та систематизації компонентів інтегрованого матеріалу.*

Висновки. *Проведене дослідження дає підстави підтвердити доцільність запропонованої методики у процесі формування у старшокласників узагальнених умінь розв'язування математичних задач інтегративного змісту та при побудові моделі навчального процесу з реалізацією поліпредметних інтегративних компонентів. Продовження цього дослідження автори вбачають у розробці системи задач інтегративного змісту для використання як при вивченні математики учнями старших класів, так і для навчання майбутніх вчителів математики в системі їхньої підготовки в педагогічних університетах.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *інтеграція, математична задача, задача інтегративного змісту, математичні компетентності, економічна тематика, інформаційно-комунікаційні технології, Desmos.*

ВСТУП

Постановка проблеми. Формування в учнів продуктивних умінь розв'язування математичних задач набуває особливого значення в умовах зміни орієнтирів у системі нової української школи та з огляду на утвердження в Україні

обов'язкового зовнішнього незалежного оцінювання випускників з математики. Це спонукає вчителів, методистів та вчених-педагогів сконцентрувати свою увагу не лише на теоретичній, а саме на продуктивно-практичній підготовці старшокласників. А тому досить важливого значення набуває розвиток в учнів умінь орієнтуватися в наявних інтегративних зв'язках у навчанні математики, з різноманіття яких можна виділити такі основні, що відповідають визначеним рівням інтеграції: інтеграція в межах теми; інтеграція в межах розділу навчального матеріалу; інтеграція в межах однієї математичної дисципліни; інтеграція в межах математичних дисциплін; інтеграція між математичними та іншими (наприклад, інформатика, фізика, економіка) дисциплінами.

З іншого боку, шкільний курс економіки використовує математичні методи і моделі як природні й необхідні елементи. Використання математики в економіці дає змогу виділити й формально описати найбільш важливі, істотні зв'язки економічних змінних і об'єктів, дозволяє точно й компактно формулювати положення економічної теорії, її поняття й висновки.

Інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) є одним з чинників забезпечення організації навчання розв'язування задач у різноманітних галузях знань з використанням моделей та модельних переходів. Більше того, саме ІКТ є складовою забезпечення реального застосування теоретичних положень шкільних дисциплін (в тому числі математики і економіки) у площину розв'язування практичних задач.

Актуальність проблеми реалізації інтегративного підходу до навчання математики (у контексті інтеграції між математикою, економікою та інформатикою) зумовила організацію дослідження щодо формування у старшокласників умінь розв'язувати та досліджувати математичні задачі інтегративного змісту.

Аналіз актуальних досліджень. Проблемі реалізації інтегративного підходу у навчанні присвячені праці вітчизняних науковців. Виходячи з досліджень В.В. Нічишиної (Нічишина, 2008), О.В. Вознюка та О.А. Дубасенюк (Вознюк, 2009), Козловської І.М. (Козловська, 2001) інтегративний підхід у навчанні передбачає: по-перше, визначення об'єктивних передумов об'єднання раніше розрізнених змістовних елементів з курсу математики; по-друге, об'єднання таких елементів не за допомогою простого додавання, а в результаті синтезу; по-третє, отримання результату об'єднання у вигляді системи, яка має властивості цілісності. Інтегративна лінія у формуванні в учнів процедурних математичних компетентностей знаходить детальну реалізацію у використанні навчальних математичних задач інтегративного змісту. Означення та зміст поняття задачі інтегративного змісту та методика використання моделей для розв'язування таких задач розкриті В.А. Кушніром (Кушнір, 2009) та Р.Я. Ріжняком (Ріжняк, 2009). С.А. Раков, досліджуючи реалізацію компетентнісного підходу до математичної освіти з використанням ІКТ, під поняттям «математична компетентність» розумів спроможність особистості бачити та застосовувати математику в реальному житті, розуміти зміст і методи математичного моделювання, будувати математичну модель, досліджувати її методами математики, інтерпретувати отримані результати, оцінювати похибку обчислень (Раков, 2005). Н.О. Пасічник вивчала застосування математичного інструментарію при розв'язанні задач економічного змісту та при аналізі реальних економічних процесів і явищ (Пасічник, 2008).

Проблемам інтеграції в навчанні математики присвячені дослідження вчених з різних країн. Розробка моделі інтегрованого викладання математики та екологічної освіти висвітлена в Nastja Cotič, Mara Cotič, Darjo Felda, Jurka Lepičnik Vodopivec (2015), визначено взаємозв'язок між навичками вирішення проблем, метакогнітивною обізнаністю і досягненням математики, а також роз'яснено роль метакогнітивної обізнаності як посередника в Nurulhuda Md Hassan, Saemah Rahman (2017), досліджено взаємозв'язки між чисельним змістом і алгебраїчним мисленням в Piriya Somasundram, Sharifah Norul Akmar, Leong Kwan Eu. (2019). Starčič Andreja Istenic, Cotič Mara, Solomonides Ian, Volk Marina (2016) зробили висновок, що реалізація інтегрованого підходу до використання комп'ютерних технологій при формуванні здібностей до викладання математики сприяє підвищенню педагогічної компетентності вчителів початкових класів і знання математичного матеріалу. Farzam Rozita, Allahdadi Marzieh (2018) визначили, що інтегративний підхід до вивчення математики учнів початкової школи з використанням освітніх ігор є ефективним способом підвищення якості дитячого навчання. Pehoiu Gica (2019) підкреслила важливість інтегрованої освіти для формування правильного ставлення, відповідальності і мотивації в питаннях щодо захисту навколишнього середовища.

У нашому дослідженні ми використаємо перелічені теоретичні напрацювання та доповнимо й уточнимо їхні положення практичною реалізацією інтегративного підходу при навчанні математики.

Метою статті є висвітлення методики реалізації інтегративного підходу у процесі навчання математики (у контексті інтеграції між математикою, економікою та інформатикою) шляхом формування у старшокласників умінь розв'язувати та досліджувати математичні задачі інтегративного змісту.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В ході експериментального дослідження використовувалися теоретичні методи: аналіз психолого-педагогічної літератури з проблеми дослідження; емпіричні методи: педагогічне спостереження за навчально-пізнавальною діяльністю учнів, бесіди з викладачами математики; математичні методи статистичної обробки експериментальних даних, за допомогою яких визначалися кількісні та якісні залежності між показниками дослідження.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Розглянемо детальніше, як можна використати інтегративні зв'язки між математикою, економікою та ІКТ для формування у старшокласників умінь розв'язувати та досліджувати математичні задачі інтегративного змісту.

Проілюструємо це на прикладі задач.

Задача 1. Підприємство випускає два види продукції (А і В). Для виготовлення 1 од. виробу А потрібно витратити 2 м тканини 1-го типу, 3 м тканини 2-го типу та 1 м тканини 3-го типу, для виготовлення 1 од. виробу В – ті самі тканини із витратами відповідно 1 м, 4 м і 3 м. Виробництво забезпечено сировиною кожного типу у кількості 400 м, 900 м і 600 м

відповідно. Вартість виробу А становить 600 грн, а виробу В – 400 грн. Скласти план виробництва виробів А і В, який забезпечить максимальну виручку від реалізації.

Задачі, у яких розглядаються реальні економічні процеси (в даному випадку маємо справу з задачею лінійного програмування), мають велику розмірність. Тому простий перебір всіх опорних планів таких задач є дуже складним, навіть за умови застосування сучасних ЕОМ. Як наслідок, необхідно скористатися методом розв'язування, який би максимально забезпечив скорочення кількості обчислень. Такий метод 1949 року був запропонований американським вченим Дж. Данцігом і називається симплексний метод. Ідея методу полягає в здійсненні спрямованого перебору допустимих планів у такий спосіб, що на кожному кроці здійснюється перехід від одного опорного плану до наступного, який за значенням цільової функції був хоча б не гіршим за попередній. Значення функціонала при переході змінюється в потрібному напрямку: збільшується (для задачі на максимум) чи зменшується (для задачі на мінімум). Процес розв'язування задачі при цьому має ітераційний характер: однотипні обчислювальні процедури (ітерації) повторюються у певній послідовності, доки не буде отримано оптимальний план задачі або з'ясовано, що його не існує.

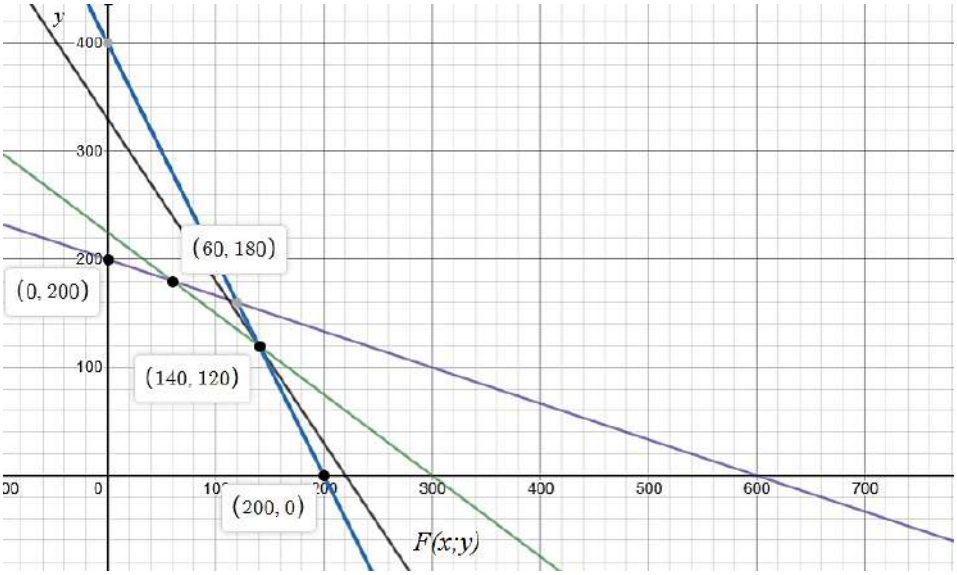


Рис. 1. Графічне розв'язання задачі 1

Але симплексний метод для старшокласників є складним і недоцільним для вивчення (через вузькість його використання в шкільній математиці). Спробуємо для розв'язання використати іншу математичну модель, а саме геометричну інтерпретацію системи умов. Позначимо через x кількість виробів виду А, а через y – кількість виробів виду В, що сплановані до виробництва. Тоді за умовою задачі матимемо таку систему умов:

$$\begin{cases} 2x + y \le 400, \\ 3x + 4y \le 900, \\ x + 3y \le 600, \\ x \ge 0, \\ y \ge 0, \\ F = 600x + 400y \to max \end{cases} \quad (1)$$

Функція $F(x, y)$ – цільова функція, x і y – її аргументи, система (1) – обмеження, які описують умови виробництва. Крім того, відповідно до умови, лінійна функція $F(x, y) = 600x + 400y$ повинна мати найбільше значення. Отже, задача полягає в тому, щоб знайти множину розв'язків системи (1) і з неї обрати ті, за яких значення функції $F(x, y)$ буде найбільшим. Зобразимо на координатній площині всі умови з системи (1) (рис. 1). Перші 5 умов утворюють 5-кутник з вершинами у точках (0;0), (0;200), (60;180), (140;120) та (200;0). Найбільшого значення функція $F(x, y)$ буде набувати у одній із названих точок. Легко перевірити (і безпосереднім обчисленням, і рухом графіка функції $F(x, y)$ вгору по 5-кутнику, аж поки з ним пряма лінія не матиме лише одну спільну точку), що найраціональнішим буде план виробництва, коли $x = 140; y = 120$:

$$F(140; 120) = 600x + 400y = 600 \cdot 140 + 400 \cdot 120 = 132000 \quad (2)$$

Подивимося на задачну ситуацію з точки зору її моделювання. Для цього використаємо Desmos («розширений графічний калькулятор, реалізований як веб-додаток та мобільний додаток, написаний на JavaScript; його заснував Елі Люберов, проект був запущений як стартап на конференції TechCrunch Disrupt New York 2011 року» (Desmos, 2011)). Так як цей додаток має версію для мобільних телефонів із простим способом реєстрації користувача, то ми практикували організовувати роботу в підгрупах учнів у вигляді таких міні-проектів: а) зафіксувавши ціну виробу В на рівні 400 грн визначити, при якому діапазоні цін виробу А найраціональнішим планом виробництва буде 60 виробів виду А та 180 виробів виду В; б) зафіксувавши ціну виробу В на рівні 400 грн визначити, при якому діапазоні цін виробу А найраціональнішим планом виробництва буде випуск лише виробів виду А; в) зафіксувавши ціну виробу А на рівні 600 грн визначити, при якому діапазоні цін виробу В найраціональнішим планом виробництва буде випуск лише виробів виду В; г) як змінити ціни на вироби, щоб у розпорядженні підприємства було кілька варіантів найраціональнішого плану виробництва.

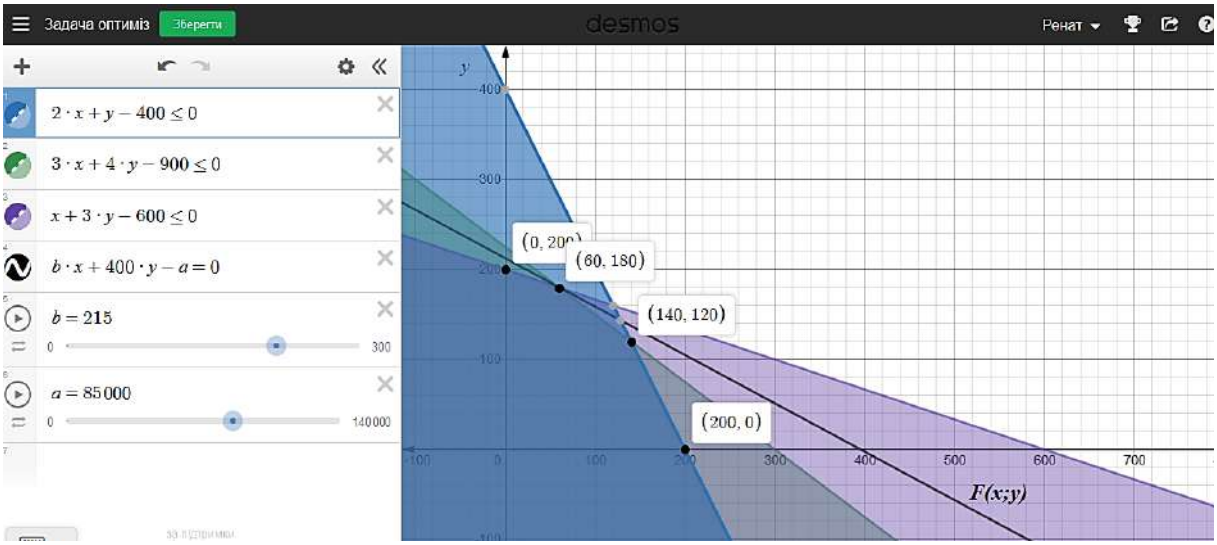


Рис. 2. Середовище Desmos: скріншот до виконання міні-проекту 1(а)

Розглянемо у якості ілюстрації перший міні-проект. Побудувавши у середовищі Desmos перші три нерівності умови (1), ми отримали п'ятикутник з вершинами у точках (0;0), (0;200), (60;180), (140;120) та (200;0). Це середовище дає можливість побудувати графік цільової функції з параметрами (рис. 2):

$$b \cdot x + 400 \cdot y - a = 0 \quad (3)$$

де b – ціна виробу А, котру треба знайти; а a – загальний обсяг реалізації за найраціональнішим планом виробництва. У середовищі вмонтована можливість зміни названих параметрів повзунками. Щоб визначити межі зміни ціни для досягнення найраціональнішого плану виробництва у точці (60;180) (60 виробів виду А та 180 виробів виду В) достатньо визначити граничні межі розміщення прямої $F(x, y)$: від паралелі до лінії, що з'єднує точки (0;200), (60;180), до паралелі до лінії, що з'єднує точки (60;180), (140;120). При цьому межі зміни параметра b (при умові виставлення кроку зміни параметра на повзунку 1) будуть такими: від 133 грн (точніше значення 133 грн. 33 коп.) до 300 грн. При цьому загальний обсяг реалізації за найраціональнішим планом виробництва буде змінюватися від 80 000 грн до 90 000 грн. На рис. 2 показаний один з розв'язків для проекту 1(а): $b = 215$ грн., $a = 85\,000$ грн.

Задача 2. Два підприємства А та В виготовляють продукцію за однією і тією ж ціною за один виріб. Проте автопарк, що обслуговує підприємство А, укомплектований сучаснішими та потужнішими вантажними автомобілями. Тому транспортні витрати на постачання одного виробу на 1 км для підприємства А у 2 рази менші, ніж для підприємства В. Відстань між підприємствами 300 кілометрів. Як територіально має бути розділений ринок збуту між двома підприємствами для того, щоб витрати споживачів при купівлі виробів були мінімальними?

Для розв'язування цієї задачі скористаємося координатним методом. Оберемо систему координат так, щоб точка А (що позначає розміщення підприємства А) лежала у її початку, а точка В належала на осі Ox (рис. 3). Тоді точки матимуть координати: $A(0;0), B(300;0)$. Виходячи з умови задачі підприємства А та В мали різні транспортні затрати, тоді як інші витрати були однаковими. Тоді загальна картина витрат підприємств була такою:

$$\begin{matrix} TC_A = C + n \cdot S_A \\ TC_B = C + 2n \cdot S_B \end{matrix} \quad (4)$$

де TC_A та TC_B – загальні витрати підприємств А та В відповідно з постачання одного виробу, C – інші витрати підприємств з постачання одного виробу, n – вартість постачання одного виробу на 1 км шляху, S_A та S_B – відстань в кілометрах від підприємств А та В відповідно до пункту постачання (наприклад, точка N на рис. 3). Таким чином, границею області для кожної точки, до якої витрати на транспортування вантажу з пунктів А та В рівні, буде множина точок площини, що задовольняють рівнянню:

$$TC_A = TC_B \quad (5)$$

$$\text{або: } S_A = 2 \cdot S_B \quad (6)$$

В термінах координат рівність (6) виглядатиме так:

$$\sqrt{x^2 + y^2} = 2 \cdot \sqrt{(x - 300)^2 + y^2} \quad (7)$$

Провівши елементарні перетворення з рівністю (7), отримаємо:

$$(x - 400)^2 + y^2 = 200^2 \quad (8)$$

Отже, границею області для кожної точки, до якої витрати на транспортування вантажу з пунктів А та В рівні, буде коло з центром в точці $(400;0)$ та радіусом 200 (рис. 3). Отже, для мінімізації витрат споживачів при купівлі виробів ринок збуту має бути розділений так: для всіх споживачів, які знаходяться у зовнішній частині кола, постачальником має бути підприємство А, а для споживачів, які знаходяться у внутрішній частині кола, товар має постачатися підприємством В. Для тих споживачів, що знаходяться на колі, постачальником може бути кожне з підприємств.

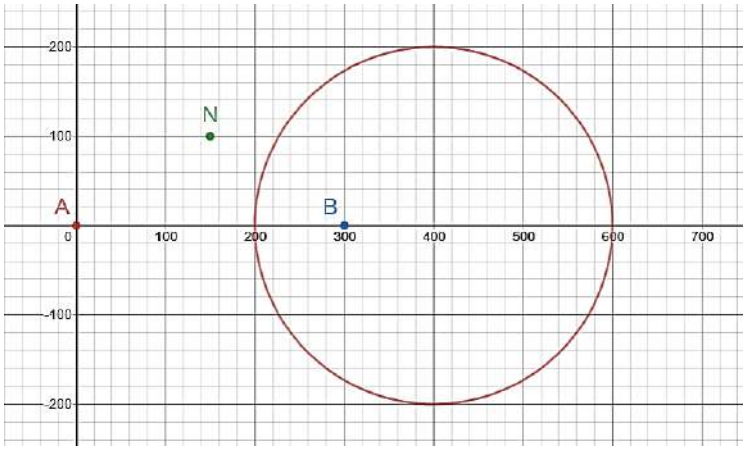


Рис. 3. Графічне розв'язання задачі 2

Аналогічно до попереднього випадку змоделюємо задачну ситуацію з використанням графічного калькулятора Desmos. Введемо параметри: a – відстань між підприємствами, b – коефіцієнт пропорційності транспортних витрат на постачання одного виробу на 1 км для підприємств А та В (В/А), c – коефіцієнт пропорційності цін на виріб для підприємств А та В (А/В). Ми організовували роботу в підгрупах учнів у вигляді таких міні-проектів: а) визначити, як буде змінюватися ринок збуту підприємства В, якщо відстань між підприємствами буде збільшуватися (зменшуватися) $(b = 2, c = 1)$; б) визначити, як буде змінюватися розподіл ринків збуту між підприємствами, якщо коефіцієнт пропорційності транспортних витрат на постачання одного виробу на 1 км для підприємств А та В буде в межах між 0 та 1, рівний 1, між 1 та 2, більший за 2 $(a = 300, c = 1)$; в) визначити, як буде змінюватися розподіл ринків збуту між підприємствами, якщо коефіцієнт пропорційності цін на виріб для підприємств А та В (А/В) буде більший (менший) 1 (покласти, що «інші витрати» підприємств на виготовлення одного виробу залишаться однаковими, а також $a = 300, b = 2$); г) визначити, при яких умовах (значеннях a, b, c) підприємству В (підприємству А) недоцільно займатися постачанням продукції.

Коротко прокоментуємо виконання першого з названих проектів. Замінивши у рівнянні (7) значення 300 на параметр a, змоделюємо задачну ситуацію з використанням пакету Desmos. Зміщуючи повзунок правіше від показника $a = 300$, ми визначаємо, що ринок збуту підприємства В збільшується (на рис. 4 показана ситуація при відстані між підприємствами 450 км). І навпаки, при зменшенні відстані між підприємствами ринок збуту підприємства В буде зменшуватися.

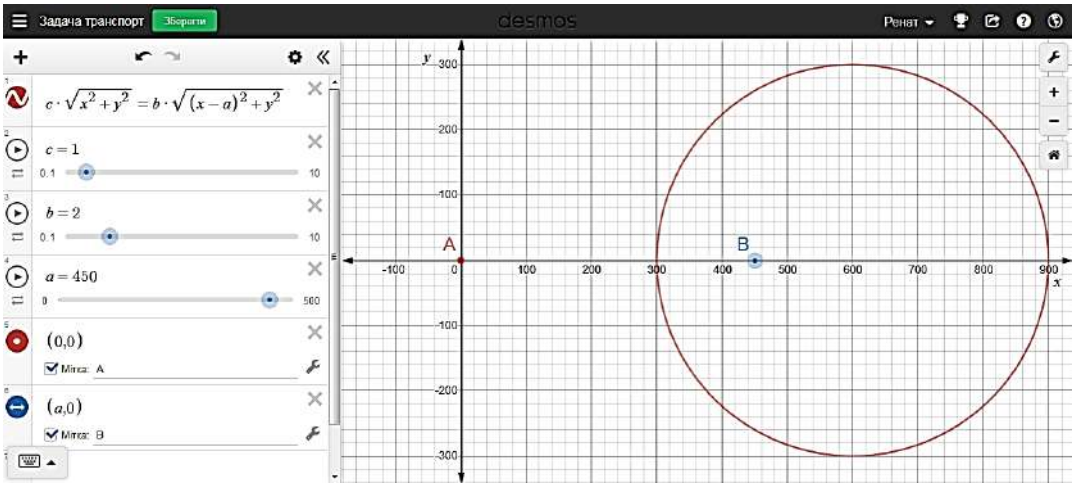


Рис. 4. Середовище Desmos: скріншот до виконання міні-проекту 2(а)

Ці та подібні задачі використовувалися нами на уроках математики у навчальному процесі 11 класів комунального закладу НВО І-ІІІ ступенів «Науковий ліцей Міської ради міста Кропивницького Кіровоградської області», а також у процесі проведення практичних занять з методики навчання математики та методики навчання економіки у студентів спеціальності 014 Середня освіта (Математика) у Центральноукраїнському державному педагогічному університеті імені Володимира Винниченка. За результатами навчання було проведене експертне опитування фахівців у кількості 24 особи (7 експертів були фахівцями з фундаментальних математичних дисциплін і з методики викладання математики (2 доктори наук, 5 кандидатів наук), 10 експертів - магістрантами двох курсів навчання спеціальності 014 Середня освіта (Математика) освітньої програми «математика, інформатика, економіка» і 7 експертів – вчителями математики різних шкіл Кіровоградської області). Обробка результатів експертного опитування проводилося за методикою «Оцінки відносної важливості кожного окремо взятого твердження». Отримані результати визначення відносної важливості кожного окремо взятого твердження оцінювалися за 10-бальною шкалою (0 – хибне і небезпечне твердження, 1 – абсолютно неважливе

твердження, 2 – неважливе твердження, 3 – скоріше неважливе твердження, 4 – нейтрально неважливе твердження, 5 – нейтрально важливе твердження, 6 – скоріше важливе твердження, 7 – важливе твердження, 8 – абсолютно важливе твердження, 9 – твердження вимагає негайного впровадження). Твердження, надані учасникам експертизи для аналізу, були такими:

1) реалізація інтегративного підходу у процесі навчання математики шляхом використання математичних задач інтегративного змісту сприяє формуванню у старшокласників узагальнених умінь розв'язування математичних задач;

2) використання інформаційно комунікаційних технологій для моделювання та дослідження задачних ситуацій в задачах інтегративного змісту може виступати підходом до інтеграції шкільних курсів математики та інформатики;

3) задачі з економічним змістом можуть бути основою для створення інтегрованого образу у вигляді задачної серії для реалізації інтегративного підходу у вивченні математики в старших класах;

4) запропонована методика роботи із задачами інтегративного змісту значно підвищила рівень мотивації до навчання старшокласників та викликала зацікавлення у студентів освітньої програми Математика, інформатика та економіка спеціальності 014 Середня освіта (математика);

5) обсяг реалізації інтегративного підходу при навчанні математики в старших класах залежить від мети організації навчальної діяльності учнів.

Статистична обробка визначення експертами різних груп відносної важливості кожного окремо взятого твердження дала такі результати. Визначення ступеня узагальненості думки експертів передбачало обчислення середнього арифметичного оцінки певного твердження й частоти появи (у відсотках) максимально можливих балів (таблиця 1).

Таблиця 1

Середні значення оцінок тверджень і частоти появи (у відсотках) максимальних балів різними категоріями експертів

Категорії експертів	Середні значення оцінок					Частоти появи максимальних балів оцінок (%)				
	Тв. 1	Тв. 2	Тв. 3	Тв. 4	Тв. 5	Тв. 1	Тв. 2	Тв. 3	Тв. 4	Тв. 5
Викладачі	8,429	8,571	8,286	7,000	8,000	42,857	57,143	28,571	0,000	14,286
Магістран.	8,200	8,400	8,500	6,800	8,100	40,000	50,000	50,000	10,000	40,000
Вчителі	8,286	8,429	8,286	7,000	8,143	28,571	42,857	28,571	0,000	14,286
Разом	8,292	8,458	8,375	6,917	8,083	37,500	50,000	33,333	4,167	25,000

В цілому ми можемо зробити висновок про наявність певної міри узагальненості думки експертів. Для визначення показника узгодженості думок експертів ми визначили коефіцієнти варіації оцінок експертів по кожному з тверджень і коефіцієнт конкордації W оцінок експертів (таблиця 2).

Таблиця 2

Коефіцієнти варіації оцінки різними категоріями експертів (у відсотках) і коефіцієнти конкордації W і оцінки статистичної значущості W_α показників узгодженості думок експертів при довірчій ймовірності $\alpha = 0,99$

Категорії експертів	Коефіцієнти варіації оцінок (у відсотках)					Коефіцієнти конкордації W і оцінки статистичної значущості W_α	
	Тв. 1	Тв. 2	Тв. 3	Тв. 4	Тв. 5	W	W_α
Викладачі	6,342	6,236	5,889	11,664	7,217	0,59	0,47
Магістран.	9,620	8,324	6,201	13,514	10,810	0,40	0,33
Вчителі	5,889	6,342	5,889	8,248	4,642	0,52	0,47
Разом	7,795	7,065	5,879	11,355	8,459	0,47	0,14

Відзначимо, що для оцінки статистичної значущості W_α показника узгодженості думок експертів використовувався критерій χ^2. Уточнимо деякі аспекти розрахунку конкордації. Початкові таблиці оцінок розраховуємо у вигляді матриць рангів $\{R_{ji}\}, j = \overline{1,m}, i = \overline{1,n}$ з результатами опитування експертів, де n - кількість об'єктів ранжування, а m - кількість експертів. Кожен з них ранжує змінні за ступенем їх впливу на цільову ознаку. У наших таблицях досить багато випадків нерозрізненості змінних, в зв'язку з цим ми маємо пов'язані ранги (Romashkina, G.F., & Tatarova, G.G., 2005). Обчислення коефіцієнта конкордації в ситуації наявності пов'язаних рангів проводиться за формулою (9):

$$W = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left\{\sum_{j=1}^{m} R_{ji} - \frac{m(n+1)}{2}\right\}^2}{\frac{1}{12}\cdot m^2(n^3-n) - m\sum_{j=1}^{m} T_j}, \text{ где } T_j = \frac{1}{12}\sum_{\gamma=1}^{l}\left(t_\gamma^3 - t_\gamma\right) \quad (9)$$

де T_j – уточнюючий коефіцієнт j-ї змінної. Він обчислюється за всіма l «випадками» нерозрізненості об'єктів. При цьому t_γ – число нерозпізнаних об'єктів одного «випадку». При великих m і n статистично значущим для перевірки гіпотези про рівномірний розподіл рангів (згоді ранжування), може бути дуже мале за величиною значення W. Відомо, що величина $m \cdot (n-1) \cdot W$ (для $n > 7$) має χ^2 розподіл з числом ступенів свободи $f = n - 1$. Звідси випливає, що критичне значення дорівнює $W_\alpha = \frac{\chi^2_\alpha}{m\cdot(n-1)}$. Якщо $W > W_\alpha$, то з ймовірністю α можна зробити висновок про те, що ранжування узгоджені (Kobzar', A.I., 2006). Дані таблиці 2 свідчать про наявність допустимої варіативності в оцінках експертів різних категорій кожного з тверджень, а також підтверджують наявність множинного зв'язку між оцінками експертів за всіма запропонованими твердженнями, так як всі значення W перевищують відповідні критичні значення W_α. Отже, думки експертів щодо запропонованої тематики можна характеризувати як узгоджені. За всіма твердженнями був визначений максимально можливий показник активності експертів (всі експерти оцінили всі твердження). Показник компетентності учасників експертизи визначався нами на інтервалі (0; 1) як середнє арифметичне коефіцієнта ступеня ознайомлення з розглянутою проблемою (визначався нормуванням - множенням на 0,1 – власної оцінки кожного експерта по дискретної

шкалою від 0 до 10) і індексу аргументованості відповідей експерта (визначався особисто кожним експертом по таблиці джерел аргументації – таблиця 3). Показники компетентності учасників експертизи в результаті були визначені так: викладачі – 0,95, магістранти – 0,77, вчителі – 0,81 (загальний показник за всіма експертами – 0,83. З огляду на те, що сумарні показники компетентності учасників експертизи близькі до 1, можемо зробити висновок, що всі категорії експертів, що брали участь в опитуванні, є компетентними фахівцями в області предмету обговорення.

Таблиця 3

Розподіл ступеня впливу джерела аргументації експертами

Джерело аргументації	Ступінь впливу джерела		
	високий	середній	низький
Проведено теоретичний аналіз	0,3	0,2	0,1
Використаний виробничий досвід	0,5	0,4	0,2
Узагальнені роботи вітчизняних авторів	0,05	0,05	0
Узагальнені роботи закордонних авторів	0,05	0,05	0
Використані особисті теоретичні та практичні розробки	0,05	0,05	0
Інтуїція	0,05	0,05	0

ОБГОВОРЕННЯ

З метою визначення змісту інтегративної навчальної діяльності учнів у процесі розв'язування задач 1 і 2 та моделювання їх умови здійснимо структурний аналіз компонентів розв'язування та аналіз необхідних знань та умінь (а також їх взаємозв'язків), які слід актуалізувати та відтворити при виконанні зазначених завдань. Представимо результати такого аналізу у вигляді переліку знань та компонентів математичних умінь: *основні поняття*, засвоєння або знання яких необхідне для розв'язування задачі обраним методом або способом; основні *компоненти математичних та суміжних умінь*, які мають бути сформовані в учнів для вільного оперування математичним апаратом у процесі розв'язування, для розуміння економічних закономірностей та для орієнтування в особливостях застосування ІКТ; *компоненти загальних умінь,* що мають бути сформовані для оволодіння обраним для розв'язування способом (табл. 4).

Таблиця 4

Перелік знань та компонентів математичних та суміжних умінь для роботи із задачами 1 та 2

1. Основні поняття	**2. Компоненти математичних та суміжних умінь**	**3. Компоненти загальних умінь**
1. Функція	*1. Побудова графіка функції*	*1. Побудова математичної моделі задачної ситуації*
2. Графік функції	*2. Побудова графіка нерівності*	*2. Дослідження моделі задачі*
3. Рівняння (нерівність)	*3. Побудова графіка рівняння*	*3. Інтерпретація результатів розв'язання моделі задачі*
4. Графік рівняння (нерівності)	*4. Складання нерівностей за умовою задачі*	*4. Використання ІКТ для дослідження розв'язання задачі*
5. Система координат на площині	*5. Укладання формули функції за вербальною умовою*	*5. Планування розв'язання задачі*
6. Координати точки	*6. Складання рівняння за вербальною умовою*	*6. Узагальнення умови та розв'язання задачі*
7. Цільова функція	*7. Виконання обчислень*	*7. Використання математичної та логічної символіки*
8. Аргументи	*8. Виконання тотожних перетворень виразів*	
9. Перетин множин	*9. Паралельне перенесення графіка функції*	
10. Паралельність	*10. Використання координатного методу*	
11. Паралельне перенесення	*11. Знаходження перетину множин*	
12. Многокутник	*12. Встановлення середовища Desmos на мобільний пристрій*	
13. Рівняння кола	*13. Освоєння інтерфейсу середовища Desmos*	
14. Довжина відрізка	*14. Налаштування середовища для розв'язання задачі*	
15. Інструменти	*15. Розробка простого бізнес-плану за визначеною програмою*	
16. Електронне середовище		
17. Інтерфейс		
18. Планування виробництва		
19. Витрати		
20. Виручка від реалізації		
21. Ринок збуту		

Як бачимо з таблиці 4, у процесі розв'язування та дослідження наведених задач проведена актуалізація та використання матеріалу таких змістовних ліній шкільного курсу математики: формування обчислювальних навичок (п. 2.7 таблиці 4), тотожних перетворень (п. 2.8), рівнянь, нерівностей та їх систем (п. 2.4 та 2.6), функціональна лінія (п. 2.1–2.3, 2.5), геометричних перетворень (п. 2.9). В результаті, організація саме такої роботи з задачами інтегративного змісту дає можливість формувати компоненти математичної компетентності: процедурна компетентність (п. 2.4–2.6, 3.1–3.3, 3.5, 3.6), логічна компетентність (п. 3.7), технологічна компетентність (п. 2.12–2.14, 3.4), дослідницька компетентність (п. 2.15, 3.2, 3.6), методологічна компетентність (п. 3.3).

Використання такої організації діяльності учнів дає змогу вчителеві значно інтенсифікувати спілкування з учнями та учнів між собою, приділити більше уваги постановці задач, побудові їхніх математичних моделей, розробці і дослідженню методів розв'язування задач, дослідженню розв'язків, логічному аналізу умов задач, пошуку нестандартних підходів до розв'язування задач, виявленню закономірностей у досліджуваних процесах і явищах. Описана в статті технологія розв'язування задач забезпечує можливості використання у процесі навчання математики задач інтегративного змісту, робота з якими є складовою і важливою частиною формування в учнів умінь орієнтуватися у наявних інтегративних зв'язках між компонентами змісту шкільного курсу математики та між математикою та іншими шкільними дисциплінами, між різними способами діяльності, необхідної для опанування математичних знань та набуття математичних умінь.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Межі даної статті потребують деталізації та розкриття методичних умов, при яких використання у процесі реального навчання описаного інтегративного підходу буде набувати методичної доцільності у контексті формування в учнів знань та умінь інтегративної діяльності при продуктивному оперуванні математичним матеріалом. У якості згаданих умов за матеріалами дослідження можна вказати такі:

1. Інтегративний підхід у навчанні математики доцільно реалізовувати шляхом використання ІКТ для моделювання та дослідження задачних ситуацій в задачах інтегративного змісту.

2. Вибір обсягу реалізації інтегративного підходу проводиться з врахуванням загальної мети організації навчальної діяльності учнів (або суб'єктів навчання); інакше кажучи – проблема вибору типу чи обсягу є свого роду евристикою, а отже проблемою поставленої мети і залежить лише від планування вчителем можливої (або необхідної) широти поля можливостей навчальної діяльності учнів (або студентів).

3. При реалізації інтегративного підходу вчитель (викладач) організовує процес мисленого об'єднання компонентів математичних та суміжних умінь за їх істотними ознаками; а тому при проведенні описаної навчальної роботи продуктивним для використання є метод узагальнення знань та умінь учнів. При цьому здійснюється розподіл компонентів інтегрованого матеріалу на взаємопов'язані класи за найбільш істотними ознаками по їх подібності. На завершальному етапі – процесі безпосереднього формування інтегративних зв'язків – відбувається систематизація, або об'єднання класів компонентів інтегрованого матеріалу у єдину цілісність з подальшим синтезом нових знань.

Отже, проведене дослідження дає підстави підтвердити доцільність запропонованої методики у процесі формування у старшокласників узагальнених умінь розв'язування математичних задач інтегративного змісту та при побудові моделі навчального процесу з реалізацією поліпредметних інтегративних компонентів. Тоді результатом такої діяльності буде синтез нових знань – зв'язків між отриманими класами компонентів та самими компонентами – і, як наслідок, формування цілісного уявлення про предмет вивчення. Більше того, до сформованого кінцевого продукту буде належати і сама інтеграція основних прийомів та методів дослідницької діяльності. Продовження цього дослідження ми бачимо у розробці системи задач інтегративного змісту для використання як при вивченні математики учнями старших класів, так і для навчання майбутніх вчителів математики в системі *їхньої підготовки в педагогічних університетах*.

Список використаних джерел

1. Desmos (graphing) // From Wikipedia, the free encyclopedia. 2011. https://en.wikipedia.org/wiki/Desmos_(graphing)
2. Farzam Rozita, Allahdadi Marzieh (2018). Developing a Framework for Designing Educational Aids through Games Method in Order to Facilitate Teaching Mathematics for Elementary Students. Revista Romaneasca pentru Educatie Multidimensionala, 10 (3), 77–90.
3. Nastja Cotič, Mara Cotič, Darjo Felda, Jurka Lepičnik Vodopivec. An Example of Integrated Teaching of Mathematics and Environmental Education in the Second Grade of Basic School. The New Educational Review. 2015. Vol. 41.
4. Nurulhuda Md Hassan, Saemah Rahman. The Problem Solving Skills, Metacognitive Awareness, and Mathematics Achievement: A Mediation Model. The New Educational Review. 2017. Vol. 49.
5. Pehoiu Gica. Percept of Teachers Regarding Integration of Education for Environment and Sustainable Development in Primary Schools. Revista Romaneasca pentru Educatie Multidimensionala. 2019. 11 (2). 256–269.
6. Piriya Somasundram, Sharifah Norul Akmar, Leong Kwan Eu. Year Five Pupils' Number Sense and Algebraic Thinking: the Mediating Role of Symbol and Pattern Sense. The New Educational Review. 2019. Vol. 55.
7. Starčič Andreja Istenic, Cotič Mara, Solomonides Ian, Volk Marina. Engaging preservice primary and preprimary school teachers in digital storytelling for the teaching and learning of mathematics. British Journal of Educational Technology. 2016. 47 (1). 29–50.
8. Вознюк О.В. Цільові орієнтири розвитку особистості у системі освіти: інтегративний підхід: [монографія]. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2009. 684 с.
9. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. Москва: Физматлит, 2006. 816 с.

10. Козловська І.М. Теоретичні та методичні основи інтеграції знань учнів професійно-технічної школи: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.04. Київ, 2001. 60 с.
11. Кушнір В.А., Ріжняк Р.Я. Формування в учнів складних умінь використовувати моделювання у процесі розв'язування математичних задач інтегративного змісту. *Математика в школі*. 2009. 5. С. 13–17.
12. Нічишина В.В. Інтегративний підхід до вивчення математичних дисциплін у процесі підготовки майбутніх вчителів математики: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.04. Кіровоград, 2008. 20 с.
13. Пасічник Н.О. Методика навчання основ економіки: Навчально-методичний посібник. Кіровоград: Поліграфічно-видавничий центр «Імекс-ЛТД», 2008. 112 с.
14. Раков С.А. Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ. Харків: Факт, 2005. 360 с.
15. Ріжняк Р.Я., Кушнір В.А. Розв'язування математичних задач інтегративного змісту засобами комп'ютерного моделювання. *Математика в школі*. 2009. 10. С. 34–39.
16. Ромашкина Г.Ф., Татарова Г.Г. Коэффициент конкордации в анализе социологических данных. Социология: методология, методы, математическое моделирование. 2005, 20, 131–158.

References.

1. Desmos (graphing) (2011). From Wikipedia, the free encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Desmos_(graphing)
2. Farzam Rozita, Allahdadi Marzieh (2018). Developing a Framework for Designing Educational Aids through Games Method in Order to Facilitate Teaching Mathematics for Elementary Students. Revista Romaneasca pentru Educatie Multidimensionala, 10 (3), 77–90.
3. Nastja Cotič, Mara Cotič, Darjo Felda, Jurka Lepičnik Vodopivec (2015). An Example of Integrated Teaching of Mathematics and Environmental Education in the Second Grade of Basic School. The New Educational Review. Vol. 41.
4. Nurulhuda Md Hassan, Saemah Rahman (2017). The Problem Solving Skills, Metacognitive Awareness, and Mathematics Achievement: A Mediation Model. The New Educational Review. Vol. 49.
5. Pehoiu Gica (2019). Percept of Teachers Regarding Integration of Education for Environment and Sustainable Development in Primary Schools. Revista Romaneasca pentru Educatie Multidimensionala, 11 (2), 256–269.
6. Piriya Somasundram, Sharifah Norul Akmar, Leong Kwan Eu. (2019). Year Five Pupils' Number Sense and Algebraic Thinking: the Mediating Role of Symbol and Pattern Sense. The New Educational Review. Vol. 55.
7. Starčič Andreja Istenic, Cotič Mara, Solomonides Ian, Volk Marina (2016). Engaging preservice primary and preprimary school teachers in digital storytelling for the teaching and learning of mathematics. British Journal of Educational Technology, 47 (1), 29–50.
8. Kobzar', A.I. (2006). Prikladnaja matematicheskaja statistika. Dlja inzhenerov i nauchnyh rabotnikov [Applied mathematical statistics. For engineers and scientists]. Moskva: Fizmatlit. [in Russian]
9. Kozlovska, I.M. (2001). Teoretychni ta metodychni osnovy intehratsii znan uchniv profesiino-tekhnichnoi shkoly [Theoretical and methodological bases of integration of knowledge of students of vocational school]. Doctor's thesis. 13.00.04. Kyiv. [in Ukrainian].
10. Kushnir, V.A., Rizhniak, R.Ya. (2009). Formuvannia v uchniv skladnykh umin vykorystovuvaty modeliuvannia u protsesi rozv'iazuvannia matematychnykh zadach intehratyvnoho zmistu [Formation of students' abilities to use sophisticated modeling in the process of solving mathematical problems of integrative content]. *Matematyka v shkoli – Mathematics at school*. 5. 13–17. [in Ukrainian].
11. Nichyshyna, V.V. (2008). Intehratyvnyi pidkhid do vyvchennia matematychnykh dystsyplin u protsesi pidhotovky maibutnikh vchyteliv matematyky [An Integrative Approach to the Study of Mathematical Disciplines in the Process of Preparing of Future Teachers of Mathematics]. Candidate's thesis. 13.00.04. Kirovohrad. 20 p. [in Ukrainian].
12. Pasichnyk, N.O. (2008). Metodyka navchannia osnov ekonomiky [Methods of teaching the basics of Economics]: A manual. Kirovohrad, Printing and Publishing Centre "Imex-LTD". 112 p. [in Ukrainian].
13. Rakov, S.A. (2005). Matematychna osvita: kompetentnisnyi pidkhid z vykorystanniam IKT [Mathematics Education: A Competent Approach with the usage of ICT]: monograph. Kharkiv, Fakt. 360 p. [in Ukrainian].
14. Rizhniak, R.Ya., Kushnir, V.A. (2009). Rozv'iazuvannia matematychnykh zadach intehratyvnoho zmistu zasobamy komp'iuternoho modeliuvannia [Solving of mathematical problems of integrative content by means of computer simulation]. *Matematyka v shkoli – Mathematics at school*. 2009. 10. 34–39. [in Ukrainian].
15. Romashkina, G.F., & Tatarova, G.G. (2005). Kojefficient konkordacii v analize sociologicheskih dannyh [Concordance coefficient in the analysis of sociological data]. *Sociologija: metodologija, metody, matematicheskoe modelirovanie – Sociology: methodology, methods, mathematical modeling*, 20, 131–158. [in Russian].
16. Vozniuk, O.V. (2009). Tsilovi oriientyry rozvytku osobystosti u systemi osvity: intehratyvnyi pidkhid [Targets for personal development in the education system: an integrative approach]: monograph. Zhytomyr, Publishing of Zhytomyr Ivan Franko State University. 684 p. [in Ukrainian].

SOLVING OF MATHEMATICAL PROBLEMS WITH THE IMPLEMENTATION OF MULTIPRICULTURAL (ECONOMICS, INFORMATICS, MATHEMATICS) INTEGRATIVE COMPONENTS

N.O. Pasichnyk, R.Ya. Rizhniak

The Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State Pedagogical University, Ukraine

Abstract.

The formulation of the problem. *The article explores the problem of the method of forming of high-school students the ability to solve and explore mathematical problems of integrative content that is an important component of the acquisition of mathematical competence of high school students.*

Materials and methods. *In the course of the experimental study, the analysis of psychological and pedagogical literature, pedagogical observation of the educational and cognitive activity of the students, conversations with the teachers of Mathematics, as well as mathematical methods of statistical processing of experimental data were used, by which quantitative and qualitative dependencies between the indicators were determined. The expert evaluation of the results of the experiment involved 24 qualified specialists in this field.*

Results. *The content of the study was to use modeling through Information and Communication Technologies (the mobile version of the Desmos graphing calculator) of a given situation of mathematical problems of integrative content of economic topics. According to the experts, this method of working with the tasks significantly increased the level of educational motivation of high school students and aroused interest in students of the educational program Mathematics, Informatics and Economics specialty 014 Secondary education (Mathematics). According to the results of the research, the authors formulated the methodological conditions for the implementation of an integrative approach in the formation of skills to solve mathematical problems, that included, firstly, a thesis about the importance of using ICT to model and study situations in the problems of integrative content, secondly, the conclusion about the dependence of the implementation of the integrative approach to organize students' learning activities, thirdly, a description of the algorithm for implementing an integrative approach in the formation of skills to solve mathematical problems, which includes the processes of generalization and systematization of components of the integrated material.*

Conclusions. *The study provides a basis to confirm the feasibility of the suggested method in the process shaping of skills for solving mathematical problems of integrative content in high school students and in building a model of the educational process with the implementation of multi-subject integrative components. The authors see the continuation of this study in the development of a system of tasks of integrative content for using both in the study of Mathematics by high school students and for the preparation of the future teachers of Mathematics in the system of their training in pedagogical universities.*

Keywords: *integration, mathematical problem, the problem of integrative content, mathematical competencies, economic topics, information and communication technologies, Desmos.*

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Пономарева Н.С. Структура та зміст інформаційно-комунікаційних компетентностей учителя математики у зарубіжних дослідженнях. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 123-133.

Ponomareva N. Structure and content of information and communication competences of mathematics' teacher: a review of foreign studies. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 2(24). P. 123-133.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-024-2-017
УДК 004::[378+51]

Н.С. Пономарева
Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди, Україна
ponomareva.itstep@gmail.com
ORCID: 0000-0001-9840-7287

СТРУКТУРА ТА ЗМІСТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧИТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ У ЗАРУБІЖНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. *Суттєві зміни у підготовці майбутніх фахівців, зумовлені впровадженням перспективних технологій Індустрії 4.0, поки що не знайшли відповідного відображення в роботах, присвячених формуванню та розвитку інформаційно-комунікаційних компетентностей майбутніх учителів математики. З огляду на це метою статті є висвітлення зарубіжного досвіду визначення компонентів інформаційно-комунікаційних компетентностей майбутніх учителів, зокрема – учителів математики.*

Методи. *Аналіз джерел, самоаналіз власного досвіду, систематизація та узагальнення.*

Результати. *1. Визначено співвідношення математичних та цифрових компетентностей, виокремлених європейськими та міжнародними установами. 2. Схарактеризовано нову версію рекомендацій ЮНЕСКО із структурування ІКТ-компетентностей учителів. 3. Визначено нові здатності вчителя з використання ІКТ, пов'язані з розвитком технологій. 4. Встановлено доцільність та необхідність посилення інформатичної підготовки майбутніх учителів математики.*

Висновки. *Розвиток Індустрії 4.0 зумовлює необхідність уточнення інформаційно-комунікаційних компетентностей майбутніх учителів математики шляхом відображення у них нового змісту та нових здатностей, зокрема, із застосування нових ІКТ (мобільних, повсюдних, хмаро-туманних та квантових обчислень) та здатностей до віддаленого управління соціальними та кіберфізичними системами, а також застосування до них математичних методів та моделей штучного інтелекту. Також пропонується уточнити систему інформатичних компетентностей учителя математики, розроблену Ю. С. Рамським, у частині структури, змісту та показників їх сформованості: формування інформатичних компетентностей учителя математики має розпочинатись із базових інформатичних компетентностей, подальший розвиток яких відбуватиметься насамперед у компетентностях у системному адмініструванні, веб-технологіях, програмуванні та системному аналізі.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *ІКТ, інформаційно-комунікаційні компетентності, професійна підготовка учителів математики, Індустрія 4.0, навчання інформатики учителів математики.*

ВСТУП

Постановка проблеми. Закон України «Про основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки» основною стратегічною ціллю розвитку інформаційного суспільства в Україні визначає створення системи освіти, орієнтованої на використання новітніх ІКТ у формуванні всебічно розвиненої особистості (Верховна Рада України, 2007). Державна національна програму «Освіта» («Україна XXI століття») (Кабінет Міністрів України, 1993) серед пріоритетних напрямів реформування освіти визначає, зокрема, досягнення якісно нового рівня у вивченні математики через широке застосування нових педагогічних, інформаційних технологій. Указ Президента України «Про оголошення 2020/2021 навчального року Роком математичної освіти в Україні» передбачає створення умов для рівного доступу до сучасної та якісної математичної освіти й забезпечення сучасного рівня викладання математичних дисциплін, зокрема із застосуванням ефективних технологій з урахуванням кращих вітчизняних та міжнародних практик (Президент України, 2020). Таким чином, існує суспільно зумовлена та законодавчо обґрунтована необхідність підвищення якості підготовки майбутніх учителів математики, зокрема – через формування та розвиток їх інформаційно-комунікаційних компетентностей.

Аналіз актуальних досліджень. Професійні компетентності майбутнього вчителя математики розглянуті у роботах О. І. Матяш (Матяш, 2013), О. В. Семеніхіної, А. О. Юрченка (Семеніхіна&Юрченко, 2015), С. О. Скворцової (Скворцова, 2013), Ю. С. Рамського (Рамський, 2013), М. В. Мар'єнко (Попель, 2016), В. М. Ракути (Ракута, 2013), Л. В. Лебедик (Лебедик, 2017), П. П. Грабовського (Грабовський, 2016), В. М. Жукової (Жукова, 2010), Б. С. Садулаєвої (Садулаева, 2012), І. М. Разливинських (Разливинских, 2011). Зокрема, використання ІКТ у підготовці майбутніх учителів математики та формування їх відповідних компетентностей висвітлюється в роботах М. І. Жалдака (Жалдак, 2011), С. Д. Криштоф (Криштоф, 2011), Н. М. Кириленко (Кириленко, 2010), О. В. Тутової (Тутова, 2010), В. А. Кушніра (Кушнір, 2014), О. А. Жерновникової (Жерновникова, 2015), Л. П. Мартиросян (Мартиросян, 2010), М. В. Сніжка (Сніжко, 2010), А. М. Саркеєвої (Саркеева, 2010), В. А. Губанова (Губанов, 2010). Водночас суттєві зміни у підготовці майбутніх фахівців, зумовлених упровадженням перспективних технологій Індустрії 4.0, поки що не знайшли відповідного відображення в роботах вітчизняних дослідників, присвячених формуванню та розвитку інформаційно-комунікаційних компетентностей майбутніх учителів математики.

З огляду на це **метою статті** є висвітлення зарубіжного досвіду визначення компонентів інформаційно-комунікаційних компетентностей майбутніх учителів, зокрема – учителів математики.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення поставленої мети були використані методи теоретичного дослідження, такі як аналіз джерел, самоаналіз власного досвіду, систематизація та узагальнення.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У відповідності до рекомендації Європейської Комісії (The Council of the European Union, 2018, с. 7), компетентність визначається як комбінація знань, умінь та ставлень, де: знання є композицією із встановлених фактів та цифр, концепцій, ідей та теорій, які необхідні для розуміння певної предметної галузі; уміння визначаються як здатність та спроможність виконувати дії та застосовувати знання для досягнення результатів; ставлення описують схильності, уподобання та склад розуму, що визначає спосіб дії або реакції на ідеї, особистості або ситуації.

Ключовими компетентностями є ті, які потрібні всім людям для особистого самовдосконалення та розвитку, можливості працевлаштування, соціальної інтеграції, сталого способу життя, успішного життя в мирних товариства, здоров'язбережувального управління життєдіяльністю та активної громадянської позиції. Вони розвиваються протягом усього життя, починаючи з раннього дитинства, за допомогою формального, неформального та інформального навчання у всіх контекстах, включаючи сім'ю, школу, роботу, сусідство та інші спільноти (The Council of the European Union, 2018, с. 7).

Оновлений у 2018 році перелік включає 8 ключових компетентностей: грамотність (literacy competence); багатомовна компетентність (multilingual competence); математична компетентність та компетентність у природничих науках, технологіях та інженерії (mathematical competence and competence in science, technology and engineering); цифрова компетентність (digital competence); особиста, соціальна та компетентність у самонавчанні (personal, social and learning to learn competence); громадянська компетентність (citizenship competence); підприємницька компетентність (entrepreneurship competence); компетентність культурної обізнаності та самовираження (cultural awareness and expression competence).

Математична компетентність – це здатність розвивати та застосовувати математичне мислення та інтуїцію для розв'язання ряду проблем у повсякденному житті. Ґрунтуючись на міцних уміннях рахувати, вона спирається на процес і діяльність, а також знання. Математична компетентність передбачає, на різних рівнях, здатність і бажання застосовувати математичне мислення та подання (формули, моделі, конструкції, графіки, діаграми).

Математична компетентність проявляється у: *знаннях* чисел, мір та структур, основних операцій та основних математичних презентацій, розуміння математичних термінів і понять та усвідомлення питань, на які математика може запропонувати відповіді; *уміннях* застосування основні математичні принципи та процеси у контексті повсякденного життя вдома та на роботі (наприклад, фінансові навички), а також застосовувати й оцінювати логічні ланцюжки аргументів; здатностях математично міркувати, розуміти математичні доведення та спілкуватися математичною мовою, а також застосовувати доцільні засоби, включно із статистичними даними та графіками, для розуміння математичних аспектів цифровізації; позитивному *ставленні* до математики, що ґрунтується на повазі до істини і готовності шукати причини та оцінювати їх валідність (The Council of the European Union, 2018, с. 9).

Цифрова компетентність включає впевнене, критичне та відповідальне використання та взаємодія з цифровими технологіями для навчання, роботи та участі у житті суспільства. Вона включає інформаційну грамотність та грамотність у даних, комунікацію та співпрацю, створення цифрового контенту (зокрема програмування), безпеку (включно із цифровим благополуччям та компетентностями, пов'язаними із кібербезпекою), питання інтелектуальної власності, розв'язання проблем та критичне мислення.

Цифрова компетентність проявляється у: *розумінні* того, як цифрові технології можуть підтримувати спілкування, творчість та інновації; *обізнаності* щодо можливостей, обмежень, впливів та ризиків цифрових технологій; *розумінні* загальних принципів, механізмів та логіки розвитку цифрових технологій та *знаннях* базових функцій та використання різних пристроїв, програмного забезпечення та мереж; *критичному ставленні* до валідності, надійності та значущості інформації та даних, що надаються за допомогою цифрових засобів; *знанні* правових та етичних принципів, пов'язаних із використанням цифрових технологій; *уміннях* використання цифрових технологій для підтримки активної громадянської та соціальної інтеграції, співпраці з іншими людьми та творчості для досягнення особистих, соціальних або комерційних цілей; *здатності* до використання, доступу, фільтрування, оцінки, створення, програмування та поширення цифрового контенту; вміння управляти та захищати інформацію, контент, дані (включно із особистими), а також розпізнавати та ефективно взаємодіяти з програмним забезпеченням, пристроями, штучним інтелектом або роботами; *роботі* з

цифровими технологіями та контентом передбачає рефлексивно та критичне, навіть допитливе, відкрите та перспективне *ставлення* до їхньої еволюції, а також етичного, безпечного та відповідального підходу до використання цих засобів (The Council of the European Union, 2018, с. 9-10).

Для підтримки розвитку цифрової компетентності та покращення навчання у Рекомендаціях пропонується широке залучення тих, хто навчається, тих, хто навчає та тих, хто організує навчання до використання нових, включно із цифровими, технологій: «цифрові технології, зокрема, мають сприяти діагностиці багатьох вимірів розвитку тих, хто навчається» (The Council of the European Union, 2018, с. 12-13).

У таблиці 1 наведено порівняльну характеристику математичної компетентності й компетентності у природничих науках, технологіях та інженерії, а також цифрової компетентності, виокремлених Європейською Комісією, із спорідненими компетентностями, виокремлені іншими організаціями.

У 2018 році Всесвітній економічний форум виокремив 3 набори ключових навичок 21 століття для працівників 2030 року (World Economic Forum, 2016), серед яких обчислювальна, природничо-наукова та ІКТ-грамотність відносяться до навичок фундаментальної грамотності, що підкреслює роль ІКТ у вирішенні повсякденних завдань. ІКТ-грамотність включає в себе можливість використання та створення контенту на основі технологій, включаючи пошук та обмін інформацією, відповіді на запитання, взаємодія з іншими людьми та комп'ютерне програмування (World Economic Forum, 2016, с. 23).

Критичне мислення та прийняття рішень в умовах невизначеності, в свою чергу, є складовими цифрової компетентності. Взаємозв'язок складових ключових компетентностей (які Всесвітній економічний форум поділяє на компоненти фундаментальної грамотності та власне компетентності) та якостей особистості студента, здатного до навчання протягом життя, подано за (World Economic Forum, 2016, с. 3): *фундаментальна грамотність* (повсякденні уміння): мовна грамотність; обчислювальна грамотність; природничо-наукова грамотність; ІКТ-грамотність; фінансова грамотність; культурна та цивільна грамотність; *інші компетентності*: критичне мислення та вирішення проблем; креативність; комунікативність; співпраця; *особистісні якості*: допитливість; ініціативність; наполегливість та твердість; адаптивність; лідерство; соціальна та культурна обізнаність.

Таблиця 1

Математичні та цифрові компетентності, виділені європейськими та міжнародними установами

Ключові компетентності Європейської Комісії	**Ключові компетентності Організації економічного співробітництва та розвитку (Organization for Economic Cooperation and Development, 2005)**	**Навички 21-го століття Всесвітнього економічного форуму (World Economic Forum, 2016)**	**Компетентності Партнерства для навчання в 21 столітті (Partnership for 21st Century Learning, 2009)**	**Компетентності ЮНЕСКО (UNESCO, 2014)**
Математична компетентність та компетентність у природничих науках, технологіях та інженерії	Здатність інтерактивно використовувати технології	Обчислювальна, природничо-наукова грамотність	Англійська мова та мови світу, мистецтва, математика, економіка, природничі науки, географія, історія, держава та суспільство	Обчислення та математика Наука та технології
Цифрова компетентність	Здатність інтерактивно використовувати технології	ІКТ-грамотність	Інформаційна грамотність, медіа-грамотність та ІКТ-грамотність	

У іншому документі Всесвітнього економічного форуму наголошується, що попит на працівників, які матимуть розвинені високорівневі когнітивні (креативність, критичне мислення та прийняття рішень, а також комплексна обробка інформації) та технологічні навички, до 2030 року збільшиться майже вдвічі (World Economic Forum, 2018).

Фахівці Інституту інформаційних технологій і засобів навчання, визначаючи інформаційно-комунікаційну компетентність (інформаційно-комунікаційно-технологічну, або ІКТ-компетентність) як підтверджену здатність особистості автономно і відповідально використовувати на практиці інформаційно-комунікаційні технології для задоволення власних індивідуальних потреб і розв'язування суспільно значущих, зокрема професійних, задач у певній предметній галузі або виді діяльності (Биков et al., 2010, с. 46), наголошують на тому, що задля цілей стандартацизації доцільно вживати даний термін у множині, визначаючи відповідні групи компетентностей (Биков et al.,, 2010, с. 2). Такої ж думки дотримуються фахівці ЮНЕСКО: так, у 2018 році ЮНЕСКО опубліковано третю версію рекомендацій щодо структури ІКТ-компетентностей учителів (UNESCO ICT Competency Framework for Teachers) (UNESCO, 2018), подану на рис. 1.

У Порядку денному в галузі сталого розвитку на період до 2030 року (2030 Agenda for Sustainable Development (General Assembly United Nations, 2005)), прийнятої Генеральною Асамблеєю ООН, стверджується, що глобальні зміни в напрямку побудови інклюзивних товариств знань повинен здійснюватися на основі поваги до прав людини, прагнення до гендерної рівності та надання усім рівних можливостей. ІКТ мають велике значення для досягнення всіх 17 цілей сталого розвитку, зокрема якісної освіти, гендерної рівності, індустріалізації та інновацій, подолання нерівності, забезпечення миру та партнерства в інтересах сталого розвитку.

Третя версія рекомендацій ЮНЕСКО, розроблена з урахуванням (General Assembly United Nations, 2005), передбачає збереження тих компетенцій, які залишаються актуальними, забезпечуючи їх відповідність передовим технологіям і постійно мінливим вимогам життя і роботи (UNESCO, 2018, с. 14). Документ містить опис трьох основних принципів (концепцій): 1) *формування суспільств знання*, які заохочують різноманітність і прагнуть ефективно використовувати всі можливі типи знань – від традиційної народної мудрості до науково-технічних знань (UNESCO, 2018,

с. 14); 2) *універсальний дизайн навчання*, що полягає у забезпеченні гнучкості та доступності методів подання відомостей, методів взаємодії з учнями, а також методів залучення учнів до навчання, усуваючи при цьому бар'єри в викладанні (UNESCO, 2018, с. 14); 3) *інклюзивна освіта*, що включає збереження та розвиток мови і культури, забезпечення доступу до навчання людей з обмеженими можливостями, забезпечення гендерної рівності в доступі до освіти засобами ІКТ та надання учням з різними здібностями можливостей вибору індивідуальних траєкторій навчання (UNESCO, 2018, с. 14-15).

Рис. 1. Структура ІКТ-компетентностей учителів (за UNESCO ICT Competency Framework for Teachers)

У Рекомендаціях ЮНЕСКО визначаються основні ІКТ-інновації, що мають бути відображені у змісті навчання: відкриті освітні ресурси, соціальні медіа, мобільні технології, Інтернет речей, штучний інтелект, віртуальна та доповнена реальність, великі дані, програмування, етика та захист конфіденційності (UNESCO, 2018, с. 16-18).

Рекомендації включають 18 компетенцій, які структуровані відповідно до шести аспектів професійної діяльності вчителя та за трьома рівнями використання ІКТ в педагогічних цілях. Основна ідея полягає в тому, що вчителі, що володіють відповідними компетентностями, зможуть забезпечити високу якість освіти і в кінцевому рахунку зуміють ефективно сприяти розвитку ІКТ-компетентностей учнів.

Кожен із рівнів охоплює шість аспектів, що відображають стандартні обов'язки вчителя: 1) «роль ІКТ в освітній політиці» – це аспект передбачає, що вчителі повинні бути інформовані про те, як ІКТ застосовуються в рамках пріоритетних напрямів розвитку, закріплених у державній освітній політиці, та чітко розуміти значимість їх ролі в підготовці майбутніх поколінь до успішного життя в суспільстві; 2) «навчальна програма та оцінювання» – цей аспект передбачає застосування ІКТ для вирішення конкретних завдань в рамках навчальної програми, а також для оцінювання знань; 3) «педагогічні практики» – цей аспект включає оволодіння вчителями такими навичками роботи з ІКТ, які дозволять їм використовувати ефективні методики викладання і навчання, інтегруючи ІТК у традиційні методики; 4) «цифрові навички» – цей аспект визначає базові навички роботи з ІКТ як обов'язкову умова для інтеграції технологій у процес навчання; 5) «організація освітнього процесу та управління ним» – у рамках цього аспекту пропонуються способи управління цифровими ресурсами школи та забезпечення безпеки людей, які їх використовують, для організації ефективного навчального середовища; 6) «професійний розвиток педагогів» – у рамках даного аспекту пропонуються способи використання ІКТ для професійного розвитку вчителів протягом усього життя (UNESCO, 2018, с. 24-25).

На першому рівні формуються 6 базових ІКТ-компетентностей, що надають учителям можливість ефективно працювати і активно брати участь у житті шкільної спільноти для того, щоб допомогти учням стати активними та корисними членами суспільства. На другому рівні вчителі набувають 6 ІКТ-компетентностей зі створення сприятливого освітнього середовища, орієнтоване на учнів та розвиток навичок спільної роботи. На третьому рівні вчителі набувають 6 ІКТ-компетентностей, що допомагають їм моделювати передові практики і створювати таке середовище навчання, яке сприяло б формуванню в учнів принципово нових знань, необхідних для розвитку більш гармонійних, досконалих і процвітаючих суспільств.

У 2016 році був проведений аналіз можливостей застосування рекомендацій у різних країнах світу. В результаті аналізу було підтверджено, що в період між 2008 і 2016 роками рекомендації вплинули на: розвиток державної політики застосування ІКТ в освіті; створення державних професійних стандартів підготовки вчителів, пов'язаних з інтеграцією ІКТ в освіту; розробку критеріїв оцінки ІКТ-компетентностей учителів на державному рівні та аналіз різних ініціатив з підвищення їх кваліфікації; формування навчальних програм з використання ІКТ в освіті; розробку курсів підвищення кваліфікації вчителів (UNESCO, 2018, с. 11-12).

Рекомендації ЮНЕСКО широко використовуються при розробці національних рамок ІКТ-компетентностей учителів. Так, О. М. Спірін виокремив 6 рівнів сформованості ІКТ-компетентностей майбутніх учителів та індикатори для кожного з них (Спірін, 2009); департаментом освіти та навчання (Австралія) розробляються та динамічно оновлюються збірники компетентностей (training packages) для різних галузей знань, що є складовою національного реєстру

професійної освіти та навчання. Зокрема, у пакеті TAE Training and Education Training Package (Commonwealth of Australia, 2020) визначено вимоги до підготовки бакалаврів та магістрів, що спеціалізуються у цифровій освіти – Graduate Certificate in Digital Education (8 рівень Австралійської рамки кваліфікацій з терміном навчання від половини до повного року (Commonwealth of Australia, 2020, с. 22)). Дана кваліфікація є доповненням до набутої кваліфікації вчителя та передбачає опанування 5 модулів (3 основних та 2 вибіркових з двох груп), яким відповідають наступні основні компетентності:

1.Здатність до оцінювання, реалізації та використання ІКТ зорієнтованих освітніх платформ проявляється через застосування знань та умінь, необхідних для оцінювання, реалізації та використання складних освітніх ІКТ в контексті організаційного управління, включно із мобільними та бездротовими технологіями, а також умінь, необхідних для підтримки проєктно зорієнтованого навчання, спільної роботи та розвитку онлайн спільнот із застосування ІКТ (Commonwealth of Australia, 2020, с. 164-165).

2.Здатність до застосування е-навчання в соціальних медіа проявляється через уміння та знання, необхідні для створення навчальної спільноти у соціальних медіа з метою організації е-навчання та підтримки традиційного навчання із використанням технологій соціального конструктивізму та коннективізму (Commonwealth of Australia, 2020, с. 170-173).

3.Здатність до педагогічного проєктування для е-навчання проявляється через уміння та знання, необхідні для оцінювання того, як сучасні педагогічні практики можуть бути покращені через мобільні технології та можливості навчання у будь-який час та у будь-якому місці на різноманітних цифрових пристроях, з різних цифрових джерел та з усіма людьми з усього світу (Commonwealth of Australia, 2020, с. 224-227).

4.Здатність до аналізу, реалізації та оцінки ефективності е-оцінювання проявляється через уміння та знання, необхідні для аналізу різноманітних варіантів технологічно зорієнтованого оцінювання (діагностичного, формувального та підсумкового) навчальних досягнень (е-оцінювання) з метою забезпечення його правильності, гнучкості, валідності та надійності (Commonwealth of Australia, 2020, с. 116-119).

5.Здатність до застосування знань, пов'язаних з ІКТ проявляється через знання та уміння, необхідні для аналізу та застосування ефективних методів використання ІКТ для задоволення потреб освітніх установ (Commonwealth of Australia, 2020, с. 230- 234).

6.Здатність до впровадження вдосконалених навчальних практик проявляється через знання та уміння, необхідні для започаткування та реалізації практик, що сприятимуть вдосконаленню стратегій навчання в контексті його організації, зокрема оцінювання способів покращення навчання, управління та моніторинг ними, аналіз, застосування та адаптація вдосконалених навчальних практик, а також володіння методами вдосконалення навчальних практик, включно із розвитком персоналу (Commonwealth of Australia, 2020, с. 235-238).

7.Здатність до аналізу промислових реалізацій та систем е-навчання проявляється через знання та уміння, необхідні для розробки, перегляду та впровадження сучасних рішень для е-навчання, зокрема, оцінювання тенденцій розвитку е-навчання, моніторинг ресурсів е-навчання, перевірку та оцінювання запропонованих рішень відповідно до організаційних вимог (Commonwealth of Australia, 2020, с. 241–244).

ОБГОВОРЕННЯ

Будь-яка компетентність у процесі свого розвитку проходить різні етапи, що можуть бути ідентифіковані рівнями або іншими компетентностями. Так, ключові цифрова та математична компетентність, формування яких розпочинається у дошкільному періоді, під час навчання у закладі загальної середньої освіти розвиваються до предметних інформатичних та математичних компетентностей, а також до інформаційно-комунікаційної компетентності. Так, Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти (Кабінет Міністрів України, 2011) визначає ключову інформаційно-комунікаційну компетентність як здатність учня використовувати інформаційно-комунікаційні технології та відповідні засоби для виконання особистісних і суспільно значущих завдань, а предметну (галузеву) інформаційно-комунікаційну (інформатичну) компетентність як набутий учнями у процесі навчання досвід специфічної для певного предмета (інформатики) діяльності, пов'язаної із засвоєнням, розумінням і застосуванням нових знань. Формування інформаційно-комунікаційної компетентності учнів, зміст якої є інтегративним, відбувається у результаті застосування під час вивчення всіх предметів навчального плану діяльнісного підходу, в тому числі інформатики.

Основними завданнями навчання інформатики у старшій школі є формування в учнів здатностей: виявляти та аналізувати інформаційні процеси в технічних, біологічних і соціальних системах; будувати і використовувати інформаційні моделі, а також засоби опису та моделювання явищ і процесів. Виходячи з того, що математичне моделювання є основою інформатики як науки та навчальної дисципліни, доцільним є перенос частини інформаційно-комунікаційного компоненту Державного стандарту, пов'язаного з теоретичною інформатикою, з освітньої галузі «Технології» до галузі «Математика».

У системі вищої освіти спільність професійної підготовки вчителя математики та вчителя інформатики підкреслюється частим поєднанням предметних спеціальностей 014 «Середня освіта» (математика, інформатика) та розробкою відповідних навчальних планів, базовими нормативними та вибірковими дисциплінами у яких є: математичний аналіз, геометрія, алгебра та теорія чисел, теорія ймовірностей, математична статистика, методика навчання математики, історія математики та інші математичні дисципліни, при вивченні яких ключові та предметні інформатичні компетентності, що формуються у процесі навчання теоретичних основ інформатики, математичної логіки та теорії алгоритмів, мов програмування, комп'ютерного моделювання, комп'ютерної графіки, інформаційних систем та комп'ютерних мереж, архітектури обчислювальних систем, історії інформатики та ін.

Л. М. Васильєва визначає наступні напрями інтеграції математики та інформатики у формуванні професійної математичної компетентності: інтеграція змісту навчання математики та інформатики; використання професійно зорієнтованих завдань дослідницького змісту на основі технології моделювання; інтеграція форм організації навчання математики та інформатики (Васильева, 2014, с. 7).

У процесі професійної підготовки вчителя інформаційно-комунікаційна компетентність розвивається у систему загальнопрофесійних інформаційно-комунікаційних компетентностей (ІКТ-компетентностей) учителя, яка уточнюється та доповнюється відповідно до обраної предметної спеціалізації. Так, Американською асоціацією фахівців із підготовки вчителів математики (Association of Mathematics Teacher Educators) у 2017 році були розроблені стандарти підготовки вчителів математики (Association of Mathematics Teacher Educators, 2017). Національною радою вчителів математики США (National Council of Teachers of Mathematics) у стандарті 2012 року Secondary Math Teacher Preparation Program виокремлено 4 розділ «Математичне навчальне середовище», в якому вказується, що «ефективний вчитель математики ... застосовує засоби навчання, такі як фізичні, цифрові та віртуальні ресурси» (NCTM, 2012, с. 3).

Для вчителя математики обов'язковим є застосування математичного змісту та педагогічних знань для вибору та використання засобів навчання, таких як маніпулятивні (що передбачають активне експериментування з ними) та фізичні моделі (як засоби наочності), креслення, віртуальні середовища, електронні таблиці, засоби для презентації та специфічні математичні технології (наприклад, засоби для побудови графіків, системи динамічної геометрії, системи комп'ютерної математики та статистичні пакети), а також приймати обґрунтовані рішення про те, коли такі засоби покращують навчання та викладання, розуміючи як переваги, так й можливі обмеження таких засобів (NCTM Rubrics, 2012, с. 15).

У «Стандарті для вчителів математики середньої школи (учні віком від 11 до 18 років)» (Mathematics Standards Third Edition for teachers of students ages 11–18+) Національної ради професійних стандартів викладання стосовно змісту навчання математики вказується, що «... зміст навчання математики та педагогічні основи її викладання динамічні. База знань з математики, математичних теорій та застосувань, а також еволюції технологій, таких як фрактали, рекурсія та комп'ютерний веб-дизайн, надають можливості, що змінюють спосіб залучення людей до математичних міркувань» (National Board for Professional Teaching Standards, 2010, с. 44).

Асоціацією викладачів математики визначено стандарт С.1 «Математичні концепції, практики та навчальні програми» (Association of Mathematics Teacher Educators, 2017, с. 8-12), у якому визначені показники підготовки молодих учителів: «Добре підготовлені молоді вчителі математики володіють надійними знаннями з математичних та статистичних понять, що лежать в основі того, з чим вони стикаються у викладанні. Вони залучені до відповідних математичних та статистичних практик і підтримують своїх учнів у цьому. Вони можуть читати, аналізувати та обговорювати документи з навчальних програм, оцінювання та стандартів, а також математичні здобутки учнів». Серед таких показників можна виділити:

– володіння ґрунтовними та гнучкими знаннями основних математичних понять та процедур, які вони навчатимуть, а також іншими знаннями поза межами начальної програми та фундаментальними до тих, які вони навчатимуть;

– володіння ґрунтовними та гнучкими знаннями математичних процесів та практик і способів їх використання для розв'язання задач та передавання ідей;

– очікування, що математика буде всеможливо корисною для себе та інших, та віра у те, що всі люди здатні математично мислити та розв'язувати складні математичні задачі, докладаючи зусиль;

– навички аналізу математичного змісту навчальної програми: такі вчителі математики читають, аналізують, інтерпретують та вводять у дію навчальні програми з математики, змістові траєкторії, стандарти та настанови з оцінювання для класів, у яких вони готуються викладати.

Стосовно використання засобів ІКТ у стандарті підготовки вчителів математики (Association of Mathematics Teacher Educators, 2017) визначено показник С.1.6 «Застосування математичних засобів і технологій»: «Добре підготовлені молоді вчителі математики володіють засобами та технологіями, розробленими для підтримки математичних міркувань та умовиводів, як власне математичних, так й методичних. Добре підготовлені молоді вчителі математики володіють цифровими засобами та фізичними маніпулятивами для розв'язування математичних задач та для покращення висвітлення математичних і статистичних понять. ... Крім того, вони ... знають, що фізичні та цифрові моделі мають вирішальне значення для розуміння ключових статистичних понять. Вони знайомі з використанням віртуальних маніпулятивів... Добре підготовлені вчителі-початківці приймають обґрунтовані рішення щодо того, коли такі засоби покращують викладання та навчання, та знають їх переваги та недоліки. Не кожен засіб, електронний чи фізичний, є придатним у будь-якій ситуації, і різні засоби надають різні інтерпретації. Добре підготовлені вчителі-початківці розуміють швидкість, з якою з'являються технології, і прагнуть опановувати нові засоби, аналізуючи їх потенціал та обмеження в навчанні учнів математики» (Association of Mathematics Teacher Educators, 2017, с. 11-12).

Термін «маніпулятиви» (manipulative) у математичні освіті США позначає об'єкт (фізичну модель), призначену для активного експериментування із нею. Застосування таких моделей розглядається як спосіб опанування математичних концепцій через дії, виконувані учнями руками, переважно в ігровій формі. Якщо традиційна фізична модель математичного об'єкту є виключно засобом наочності, виготовленим їх виробником або вчителем, то маніпулятиви складаються з готових блоків самими учнями. Прикладами відомих маніпулятивів є блоки Дьонеша (Dienes Z. P., 2009). Відповідно до термінології, що вживається у обговорюваному стандарті, «фізичні моделі» розглядається як засоби наочності, призначені виключно для демонстрування у готовому вигляді, а «віртуальні маніпулятиви» – це педагогічні програмні засоби, у яких учень може скласти комп'ютерну модель, використовуючи готові блоки.

У Вимогах до інформатичної та математичної підготовки випускників (Computer Science and Mathematics Graduation Requirements) американських шкіл (NCTM, 2015) наголошується, що жоден математичний курс не можу бути поглинений інформатичним, навіть якщо в ньому глибоко розглядаються відповідні поняття. Гарним варіантом можуть бути курси інформатики, у яких теми інформатики тісно інтегровані з темами математичних курсів. У такому випадку теми з інформатики будуть інтегровані в математичні курси з математикою на «першому місці» (NCTM, 2015). Існує ряд проєктів, що розробляють деякі матеріали у цьому напрямі. Code.org спільно з Bootstrap розробляє навчальні програми та матеріали для навчання алгебраїчних і геометричних понять через програмування, такі як «Інформатика в алгебрі»

(Computer Science in Algebra) (CODE logo and Hour of Code, 2015). Результатом навчання за курсом є Проєкт комп'ютерної гри, створення якої вимагає активного використання всіх засвоєних понять.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

1. Основним джерелом для змін у системі освіти є суспільне замовлення, що відображає розвиток технологій, науки та суспільно-економічних відносин. У 20-ті роки XXI століття цей комплекс, що отримав назву Індустрія 4.0, є надзвичайно інформатизованим, що зумовлює необхідність уточнення інформаційно-комунікаційних компетентностей майбутніх учителів шляхом відображення у них нового змісту та нових здатностей. Так, майбутні учителі математики повинні оволодіти новими інформатичними технологіями (мобільних, повсюдних, хмаро-туманних та квантових обчислень) і здатностями до віддаленого управління як соціальними (наприклад, у процесі реалізації дистанційного навчання), так й кіберфізичними системами, а також застосування до них математичних методів та моделей штучного інтелекту задля реалізації оптимального управління навчанням та робототехнічними системами.

2. У результаті проведеного аналізу зарубіжних стандартів ключових компетентностей, базової та повної середньої освіти, підготовки учителів (зокрема, учителів математики) та фахівців з інформаційних технологій пропонується уточнити систему інформатичних компетентностей учителя математики, розроблену Ю. С. Рамським, у частині структури, змісту та показників їх сформованості: формування інформатичних компетентностей учителя математики має розпочинатись із базових інформатичних компетентностей, подальший розвиток яких відбуватиметься насамперед у компетентностях у системному адмініструванні, веб-технологіях, програмуванні та системному аналізі.

Список використаних джерел

1. Association of Mathematics Teacher Educators. Standards for Preparing Teachers of Mathematics. 2017. 182 p. URL: https://amte.net/sites/default/files/SPTM.pdf (дата звернення 12.08.2020).
2. Биков, В. Ю., Білоус, О. В., Богачков, Ю. М., Грабовський, П. П., Колос, К. Р., Кривонос, О. М., Литвинова, С. Г., Малицька, І. Д., Прилуцька, Н. С., Спірін, О. М., Овчарук, О. В., Рождественська, Д. Б., Шевчук, П. Г. & Шимон О. М. (2010). *Основи стандартизації іінформаційно-комунікаційних компетентностей в системі освіти України: Методичні рекомендації*. Атіка.
3. CODE logo and Hour of Code. Computer Science in Algebra. 2015. URL: https://code.org/curriculum/algebra (дата звернення 12.08.2020).
4. Commonwealth of Australia. TAE Training and Education Training Package. Release 3.0. 10.01.2020. 430 p. URL: https://training.gov.au/TrainingComponentFiles/TAE/TAE_R3.0.pdf (дата звернення 12.08.2020).
5. Dienes Z. P. A Concrete Approach to the Architecture of Mathematics: Collected Papers of Zoltan P. Dienes. – Auckland: University of Auckland, 2009. 345 p.
6. General Assembly United Nations. Resolution adopted by the General Assembly. *Seventieth session.* 25.10.2005. 35 p. URL: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E (дата звернення 12.08.2020).
7. National Board for Professional Teaching Standards. Mathematics Standards Third Edition for teachers of students ages 11–18+. 2010. 53 p. URL: http://www.nbpts.org/wp-content/uploads/EAYA-MATH.pdf (дата звернення 12.08.2020).
8. NCTM. CAEP Standards (2012) – Secondary (Initial Preparation). 2012. 5 p. URL: http://nctm.org/uploadedFiles/Standards_and_Positions/CAEP_Standards/NCTM%20CAEP%20Standards%202012%20-%20Secondary.pdf (дата звернення 12.08.2020).
9. NCTM. CAEP Standards (2012) Reviewer Rubrics – Secondary (Initial Preparation). 2012. 24 p. – URL: https://www.nctm.org/uploadedFiles/Standards_and_Positions/Updated020918_NCTM%202012%20ReviewerRubrics-Sec.pdf (дата звернення 12.08.2020).
10. NCTM. Computer Science and Mathematics Graduation Requirements. 2015. 10 p. – URL: https://www.nctm.org/uploadedFiles/About/President,_Board_and_Committees/Computer%20Science%20framing%20paper%20(EIC%20March%202015).pdf (дата звернення 12.08.2020).
11. Organization for Economic Cooperation and Development. The definition and selection of key competencies. Executive Summary. 27.05.2005. URL: http://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf (дата звернення 12.08.2020).
12. Partnership for 21st Century Learning. 21st century student outcomes. 2009. 9 p. URL: https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED519462.pdf (дата звернення 12.08.2020).
13. The Council of the European Union. Council Recommendation of 22 May 2018 on key competences for lifelong learning (Text with EEA relevance). *Official Journal of the European Union*. C 189. P. C1-13. 4.6.2018. URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=EN (дата звернення 12.08.2020).
14. UNESCO. Guiding Principle for Learning in the Twenty-first Century. Geneva, 2014. URL: http://www.ibe.unesco.org/sites/default/files/resources/practices_series_28_v3_002.pdf (дата звернення 12.08.2020).
15. UNESCO. UNESCO ICT Competency Framework for Teachers. Version 3. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2018. 68 p. URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265721 (дата звернення 12.08.2020).
16. World Economic Forum. New Vision for Education. 10.03.2016. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_NewVisionforEducation_Report2015.pdf (дата звернення 12.08.2020).
17. World Economic Forum. The 3 key skill sets for the workers of 2030. 2018. URL: https://www.weforum.org/agenda/2018/06/the-3-skill-sets-workers-need-to-develop-between-now-and-2030 (дата звернення 12.08.2020).
18. World Economic Forum. What are the 21st-century skills every student needs? 2016. URL: https://www.weforum.org/agenda/2016/03/21st-century-skills-future-jobs-students (дата звернення 12.08.2020).

19. Васильева Л. Н. Методика формирования профессионально-математической компетентности студентов технических направлений на основе интеграции математики и информатики : автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (математика). Орёл, 2014. 24 с.
20. Верховна Рада України. Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки : Закон України № 537-V. К., 9 січня 2007 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/537-16 (дата звернення 12.08.2020).
21. Грабовський П. П. Розвиток інформаційної компетентності вчителів природничо-математичних предметів у післядипломній педагогічній освіті : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. К., 2016. 250 с.
22. Губанов В. А. Формирование готовности учителя математики к использованию программных средств в образовательном процессе : автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 – теория и методика профессионального образования. Пенза, 2010. 22 с.
23. Жалдак М. І. Система підготовки вчителя до використання інформаційно-комунікаційних технологій в навчальному процесі. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 2: Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2011. Випуск 11 (18). С. 3-15.
24. Жерновникова О. А. Застосування хмарних технологій при підготовці майбутніх учителів математики до проєктування навчальної діяльності старшокласників. *Таврійський вісник освіти*. 2015. № 3. С. 98-103.
25. Жукова В. М. Розробка технології формування інформатичної компетентності майбутнього вчителя математики. *Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченко. Педагогічні науки*. 2010. № 17 (204). С. 128-137.
26. Кабінет Міністрів України. Про Державну національну програму "Освіта" ("Україна XXI століття") : постанова № 896. К., 3 листопада 1993 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896-93-%D0%BF (дата звернення 12.08.2020).
27. Кабінет Міністрів України. Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти : постанова № 1392. К., 23 листопада 2011 р. – URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF#Text (дата звернення 12.08.2020).
28. Кириленко Н. М. Педагогічні умови застосування комп'ютерних дидактичних ігор у фаховій підготовці майбутніх учителів математики й інформатики : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 – теорія і методика професійної освіти. Вінниця, 2010. 253 с.
29. Криштоф С. Д. Складники підготовки майбутнього вчителя природничо-математичних дисциплін до використання Інтернет-підтримки у навчальному процесі. *Засоби навчальної та науково-дослідної роботи*. 2011. Вип. 36. С. 53-61.
30. Кушнір В. А. Концепція моделювання інформаційно-освітнього середовища в професійній підготовці майбутніх учителів математики. *Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Сер.: Педагогічні науки*. 2014. Вип. 132. С. 6-11.
31. Лебедик Л. В. Дидактичні принципи формування ІКТ-компетентностей майбутніх учителів математики у процесі фахової підготовки. *Фізико-математична освіта*. 2017. Вип. 3 (13). С. 215-219.
32. Мартиросян Л. П. Теоретико-методические основы информатизации математического образования : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (информатизация образования). Москва, 2010. 42 с.
33. Матяш О. І. Теоретико-методичні засади формування методичної компетентності майбутнього вчителя математики до навчання учнів геометрії : монографія. Вінниця : ФОП Легкун В. М., 2013. 450 с.
34. Попель М. В. Дослідження інформаційно-комунікаційної компетентності майбутніх учителів математики та стану матеріально-технічного забезпечення навчального закладу в аспекті використання хмарних технологій. *Нова педагогічна думка*. 2016. № 1 (85). С. 54-59.
35. Президент України. Про оголошення 2020/2021 навчального року Роком математичної освіти в Україні : Указ № 31/2020. К., 30 січня 2020 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/31/2020#Text (дата звернення 12.08.2020).
36. Разливинских И. Н. Формирование математической компетентности у будущих учителей начальных классов в процессе профессиональной подготовки в вузе: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08 – теория и методика профессионального образования. Челябинск, 2011. 22 с.
37. Ракута В. М. Досвід запровадження системи розвитку професійної ІКТ-компетентності вчителів математики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2013. Том 38, № 6. С. 70-82. DOI : https://doi.org/10.33407/itlt.v38i6.892.
38. Рамський Ю. С. Методична система формування інформаційної культури майбутніх вчителів математики : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (інформатика). К., 2013. 560 с.
39. Садулаева Б. С. Формирование специальных компетенций будущих бакалавров профиля "Информатика" в процессе обучения математической информатике: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (информатика, уровень профессионального образования). Челябинск, 2012. 26 с.
40. Саркеева А. Н. Использование компьютерных математических пакетов для обучения программированию и моделированию в школьном курсе информатики на профильном уровне : автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 – теория и методика обучения и воспитания (информатика). Москва, 2010. 21 с.
41. Семеніхіна О. В., Юрченко А. О. Формування інформатичної компетентності вчителя математики і фізики на основі використання спеціалізованого програмного забезпечення. Н*аукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2015. Випуск 8 (III). С. 52-57.
42. Скворцова С. О. Нормативна складова методичної компетентності майбутнього вчителя в галузі викладання математики. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Педагогічні науки*. 2013. Вип. 110. С. 286-288.

43. Сніжко М. В. Методична система організації алгоритмічного тестування в процесі підготовки майбутніх вчителів математики. *Інформаційні технології в освіті*. 2010. Вип. (5). С. 160-167. DOI : 10.14308/ite000136.
44. Спірін О. М. Інформаційно-комунікаційні та інформатичні компетентності як компоненти системи професійно-спеціалізованих компетентностей вчителя інформатики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2009. № 5(13). 15 с.
45. Тутова О. В. Методична система формування професійної готовності майбутнього вчителя до використання інформаційно-комунікаційних технологій в евристичному навчанні математики : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 – теорія та методика навчання (математика). Київ, 2010. 20 с.

References

1. Association of Mathematics Teacher Educators. (2017). *Standards for Preparing Teachers of Mathematics*. https://amte.net/sites/default/files/SPTM.pdf
2. Bykov, V. Yu., Bilous, O. V., Bohachkov, Yu. M., Hrabovskyi, P. P., Kolos, K. R., Kryvonos, O. M., Lytvynova, S. H., Malytska, I. D., Prylutska, N. S., Spirin, O. M., Ovcharuk, O. V., Rozhdestvenska, D. B., Shevchuk, P. H. & Shymon O. M. (2010). *Osnovy standartyzatsii iinformatsiino-komunikatsiinykh kompetentnostei v systemi osvity Ukrainy: Metodychni rekomendatsii [Fundamentals of standardization of information and communication competencies in the education system of Ukraine: Methodological recommendations]*. Atika. [in Ukrainian]
3. CODE logo and Hour of Code. (2015). *Computer Science in Algebra*. https://code.org/curriculum/algebra
4. Commonwealth of Australia. (2020, January 10). *TAE Training and Education Training Package. Release 3.0.* https://training.gov.au/TrainingComponentFiles/TAE/TAE_R3.0.pdf
5. Dienes, Z. P. (2009). *A Concrete Approach to the Architecture of Mathematics: Collected Papers of Zoltan P. Dienes*. University of Auckland.
6. General Assembly United Nations. (2005, October 25). *Resolution adopted by the General Assembly. Seventieth session.* http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E
7. National Board for Professional Teaching Standards. (2010). *Mathematics Standards Third Edition for teachers of students ages 11–18+*. http://www.nbpts.org/wp-content/uploads/EAYA-MATH.pdf
8. NCTM. (2012). *CAEP Standards (2012) – Secondary (Initial Preparation)*. http://nctm.org/uploadedFiles/Standards_and_Positions/CAEP_Standards/NCTM%20CAEP%20Standards%202012%20-%20Secondary.pdf
9. NCTM. (2012). *CAEP Standards (2012) Reviewer Rubrics – Secondary (Initial Preparation).* https://www.nctm.org/uploadedFiles/Standards_and_Positions/Updated020918_NCTM%202012%20ReviewerRubrics-Sec.pdf
10. NCTM. (2015). *Computer Science and Mathematics Graduation Requirements.* https://www.nctm.org/uploadedFiles/About/President,_Board_and_Committees/Computer%20Science%20framing%20paper%20(EIC%20March%202015).pdf
11. Organization for Economic Cooperation and Development. (2005, May 27). *The definition and selection of key competencies. Executive Summary*. http://www.oecd.org/pisa/35070367.pdf
12. Partnership for 21st Century Learning. (2009). *21st century student outcomes.* https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED519462.pdf
13. The Council of the European Union. (2018, June 4). Council Recommendation of 22 May 2018 on key competences for lifelong learning (Text with EEA relevance). *Official Journal of the European Union*, *C 189*, C1–13. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=EN
14. UNESCO. (2014). *Guiding Principle for Learning in the Twenty-first Century*. http://www.ibe.unesco.org/sites/default/files/resources/practices_series_28_v3_002.pdf
15. UNESCO. (2018). *UNESCO ICT Competency Framework for Teachers. Version 3*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265721
16. World Economic Forum. (2016, March 10). *New Vision for Education*. http://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_NewVisionforEducation_Report2015.pdf
17. World Economic Forum. (2018). *The 3 key skill sets for the workers of 2030*. https://www.weforum.org/agenda/2018/06/the-3-skill-sets-workers-need-to-develop-between-now-and-2030
18. World Economic Forum. (2016). *What are the 21st-century skills every student needs?* https://www.weforum.org/agenda/2016/03/21st-century-skills-future-jobs-students
19. Vasileva, L. N. (2014). *Metodika formirovaniia professionalno-matematicheskoi kompetentnosti studentov tekhnicheskikh napravlenii na osnove integratcii matematiki i informatiki [Methods for the formation of professional and mathematical competence of students of technical fields on the basis of the integration of mathematics and computer science]*. [Unpublished doctoral dissertation]. Ural State Pedagogical University. [in Russian]
20. Verkhovna Rada Ukrainy. (2007, January 9). *Pro Osnovni zasady rozvytku informatsiinoho suspilstva v Ukraini na 2007-2015 roky [On the Basic Principles of Information Society Development in Ukraine for 2007-2015]*. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/537-16. [in Ukrainian]
21. Grabovskiy, P. P. (2016) *Rozvytok informatsiinoi kompetentnosti vchyteliv pryrodnycho-matematychnykh predmetiv u pisliadyplomnii pedahohichnii osviti [The development of information competence of teachers of Natural and Mathematical subjects in-service teachers' training]*. [Unpublished doctoral dissertation]. University of Educational Management of the NAES of Ukraine. [in Ukrainian]
22. Gubanov, V. A. (2010). *Formirovanie gotovnosti uchitelia matematiki k ispolzovaniiu programmnykh sredstv v obrazovatelnom protcesse [Formation of the readiness of a mathematics teacher to use software in the educational process].* [Unpublished

doctoral dissertation]. Penza State Pedagogical University named after V. G. Belinskiy [in Russian]
23. Zhaldak, M. I. (2011). Systema pidhotovky vchytelia do vykorystannia informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii v navchalnomu protsesi [The system of teacher training for the use of information and communication technologies in the educational process]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M. P. Drahomanova. Seriia 2: Kompiuterno-oriientovani systemy navchannia, 11*(18), 3–15. [in Ukrainian]
24. Zhernovnykova, O. A. (2015). Zastosuvannia khmarnykh tekhnolohii pry pidhotovtsi maibutnikh uchyteliv matematyky do proiektuvannia navchalnoi diialnosti starshoklasnykiv [Application of cloud technologies in the preparation of future mathematics teachers for the design of educational activities of high school students]. *Tavriiskyi visnyk osvity*, 3, 98–103. [in Ukrainian]
25. Zhukova, V. N. (2010). Rozrobka tekhnolohii formuvannia informatychnoi kompetentnosti maibutnoho vchytelia matematyky [The technology of forming informatic competence of future Mathematics teacher]. *Visnyk Luhanskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenko. Pedahohichni nauky*, 17(204), 128–137. [in Ukrainian]
26. Kabinet Ministriv Ukrainy. (1993, November 3). *Pro Derzhavnu natsionalnu prohramu "Osvita" ("Ukraina XXI stolittia") [About the State National Program "Education" ("Ukraine of the XXI Century")]*. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896-93-%D0%BF [in Ukrainian]
27. Kabinet Ministriv Ukrainy. (2011, November 23). *Pro zatverdzhennia Derzhavnoho standartu bazovoi i povnoi zahalnoi serednoi osvity [On the approval of the State standard of basic and full general secondary education]*. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF#Text [in Ukrainian]
28. Kyrylenko, N. M. (2010). *Pedahohichni umovy zastosuvannia kompiuternykh dydaktychnykh ihor u fakhovii pidhotovtsi maibutnikh uchyteliv matematyky y informatyky [Pedagogical conditions for stopping computer didactic games in the professional training of future teachers of mathematics and computer science]*. [Unpublished doctoral dissertation]. Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University. [in Ukrainian]
29. Kryshtof, S. D. (2011). Skladnyky pidhotovky maibutnoho vchytelia pryrodnycho-matematychnykh dystsyplin do vykorystannia Internet-pidtrymky u navchalnomu protsesi [Components of preparation of the future teacher of natural and mathematical disciplines for use of Internet support in educational process]. *Zasoby navchalnoi ta naukovo-doslidnoi roboty*, *36*, 53–61. [in Ukrainian]
30. Kushnir, V. A. (2014). Kontseptsiia modeliuvannia informatsiino-osvitnoho seredovyshcha v profesiinii pidhotovtsi maibutnikh uchyteliv matematyky [The concept of modeling the information and educational environment in the training of future teachers of mathematics]. *Naukovi zapysky Kirovohradskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka. Ser.: Pedahohichni nauky, 132*, 6–11. [in Ukrainian]
31. Lebedyk, L. V. (2017). Dydaktychni pryntsypy formuvannia IKT-kompetentnostei maibutnikh uchyteliv matematyky u protsesi fakhovoi pidhotovky [Didactic principles of formation of ICT competencies of future mathematics teachers in the process of professional training]. *Physical & Mathematical Education*, *3*(13), 215–219. [in Ukrainian]
32. Martirosian, L. P. (2010). *Teoretiko-metodicheskie osnovy informatizatcii matematicheskogo obrazovaniia [Theoretical and methodological foundations of informatization of mathematical education].* [Unpublished doctoral dissertation]. Institute of Informatization of Education of the Russian Academy of Education. [in Russian]
33. Matiash, O. I. (2013). *Teoretyko-metodychni zasady formuvannia metodychnoi kompetentnosti maibutnoho vchytelia matematyky do navchannia uchniv heometrii [Theoretical and methodical bases of formation of methodical competence of the future teacher of mathematics to training of pupils of geometry]*. FOP Lehkun V. M. [in Ukrainian]
34. Popel, M. V. (2016). Doslidzhennia informatsiino-komunikatsiinoi kompetentnosti maibutnikh uchyteliv matematyky ta stanu materialno-tekhnichnoho zabezpechennia navchalnoho zakladu v aspekti vykorystannia khmarnykh tekhnolohii [Research of information and communication competence of future mathematics teachers and the state of material and technical support of the educational institution in the aspect of using cloud technologies]. *Nova pedahohichna dumka*, 1(85), 54–59. [in Ukrainian]
35. Prezydent Ukrainy. (2020, January 30). *Pro oholoshennia 2020/2021 navchalnoho roku Rokom matematychnoi osvity v Ukraini [About the announcement of the 2020/2021 academic year as the Year of Mathematical Education in Ukraine]*. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/31/2020#Text [in Ukrainian]
36. Razlivinskikh, I. N. (2011). *Formirovanie matematicheskoi kompetentnosti u budushchikh uchitelei nachalnykh klassov v protcesse professionalnoi podgotovki v vuze [Formation of mathematical competence among future primary school teachers in the process of professional training at a university]*. [Unpublished doctoral dissertation]. Chelyabinsk State University [in Russian]
37. Rakuta, V. M. (2013) Dosvid zaprovadzhennia systemy rozvytku profesiinoi IKT-kompetentnosti vchyteliv matematyky [Experience in implementing a system for the development of professional ICT competence of mathematics teachers]. *Information Technologies and Learning Tools*, *38*(6), 70–82. https://doi.org/10.33407/itlt.v38i6.892. [in Ukrainian]
38. Ramskyi, Yu. S. (2013). *Metodychna systema formuvannia informatsiinoi kultury maibutnikh vchyteliv matematyky [Methodical system of formation of information culture of future teachers of mathematics]. [Unpublished doctoral dissertation]*. National Pedagogical Dragomanov University. [in Ukrainian]
39. Sadulaeva, B. S. (2012). *Formirovanie spetcialnykh kompetentcii budushchikh bakalavrov profilia "Informatika" v protcesse obucheniia matematicheskoi informatike [Formation of special competencies of future bachelors of the "Informatics" profile in the process of teaching mathematical informatics]*. [Unpublished doctoral dissertation]. Chelyabinsk State Pedagogical University. [in Russian]
40. Sarkeeva, A. N. (2010). *Ispolzovanie kompiuternykh matematicheskikh paketov dlia obucheniia programmirovaniiu i modelirovaniiu v shkolnom kurse informatiki na profilnom urovne [The use of computer mathematical packages for teaching*

programming and modeling in the school computer science course at the profile level]. [Unpublished doctoral dissertation]. Tula State Pedagogical University named after L. N. Tolstoy. [in Russian]

41. Semenikhina, O. V., Yurchenko, A. O. (2015). Formuvannia informatychnoi kompetentnosti vchytelia matematyky i fizyky na osnovi vykorystannia spetsializovanoho prohramnoho zabezpechennia [Formation of information competence of a teacher of mathematics and physics on the basis of the use of specialized software]. *Naukovi zapysky Kirovohradskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka. Seriia: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity,* 8(III), 52–57. [in Ukrainian]
42. Skvortsova, S. O. (2013). Normatyvna skladova metodychnoi kompetentnosti maibutnoho vchytelia v haluzi vykladannia matematyky [The normative component of the methodological competence of the future teacher in the field of teaching mathematics]. *Visnyk Chernihivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu. Pedahohichni nauky*, *110*, 286–288. [in Ukrainian]
43. Snizhko, M. V. (2010). Metodychna systema orhanizatsii alhorytmichnoho testuvannia v protsesi pidhotovky maibutnikh vchyteliv matematyky [Methodical system of organization of algorithmic testing in the process of training future mathematics teachers]. *Information Technologies in Education*, *5*, 160–167. https://doi.org/10.14308/ite000136. [in Ukrainian]
44. Spirin, O. M. (2009). Informatsiino-komunikatsiini ta informatychni kompetentnosti yak komponenty systemy profesiino-spetsializovanykh kompetentnostei vchytelia informatyky [Information-communication and information competencies as components of the system of professionally-specialized competencies of a computer science teacher]. *Information Technologies and Learning Tools, 5*(13). [in Ukrainian]
45. Tutova, O. V. (2010). *Metodychna systema formuvannia profesiinoi hotovnosti maibutnoho vchytelia do vykorystannia informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii v evrystychnomu navchanni matematyky [Methodical system of formation of professional readiness of the future teacher for use of information and communication technologies in heuristic teaching of mathematics]*. [Unpublished doctoral dissertation]. National Pedagogical Dragomanov University. [in Ukrainian]

STRUCTURE AND CONTENT OF INFORMATION AND COMMUNICATION COMPETENCES OF MATHEMATICS' TEACHER: A REVIEW OF FOREIGN STUDIES

N.S. Ponomareva

H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Ukraine

Abstract.

Formulation of the problem. *Significant changes in the training of future specialists due to the introduction of Industry 4.0 promising technologies have not yet been reflected in the works devoted to the formation and development of information and communication competencies of future mathematics teachers. So the purpose of the article is to highlight the foreign experience of selecting the components of ICT competencies of future mathematics teachers.*

Materials and methods. *Source analysis, self-reflection, systematization, and generalization.*

Results. *1. The ratio of mathematical and digital competencies identified by European and international institutions has been determined. 2. A new version of the UNESCO recommendation on the structuring of ICT-competence of teachers has been characterized. 3. The new ICT competencies of teachers related to the technology's development have been determined. 4. The expediency and necessity of strengthening the CS training of future mathematics teachers have been established.*

Conclusions. *The Industry 4.0 development determines a need to clarify the ICT competencies of future mathematics teacher by reflecting the new content and competencies, in particular, the use of new ICTs (mobile, ubiquitous, cloud and quantum computing) and the ability to remotely manage social and cyber systems, as well as the AI application of mathematical methods and models. It is also proposed to clarify the system of CS competencies of a mathematics teacher, developed by Yu. S. Ramskyi, in terms of structure, content, and indicators of their formation. The formation of the informatics competencies of a mathematics teacher should begin with basic informatics competencies, the further development of which occurs primarily in the competencies in system administration, web technologies, programming, and systems analysis.*

Keywords: *ICT, information and communication competencies, professional training of mathematics teachers, Industry 4.0, CS training of mathematics teachers.*

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Розуменко А.О., Розуменко А.М. Фахове спрямування математичних дисциплін при підготовці майбутніх учителів математики. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 134-141.

Rozumenko A.O., Rozumenko A.M. Professional direction of mathematical disciplines in preparation future teachers of mathematics. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 2(24). P. 134-141.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-024-2-018
УДК 373.5.016:519.2

А.О. Розуменко
Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Україна
angelarozumenko@ukr.net
ORCID: 0000-0002-4759-3320
А.М. Розуменко
Сумський національний аграрний університет, Україна
a.rozumenko@snau.edu.ua
ORCID: 0000-0002-3069-9313

ФАХОВЕ СПРЯМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН ПРИ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. *У статті розглянуто проблему реалізації фахового спрямування математичних дисциплін як одного із шляхів покращення якості підготовки майбутнього вчителя математики.*

Матеріали і методи. *У ході підготовки статті були використані такі методи дослідження: порівняльний аналіз теоретичних положень, розкритих у науковій та навчально-методичній літературі; спостереження за навчально-виховним процесом підготовки майбутніх учителів математики; бесіди із студентами та випускниками математичних спеціальностей педагогічних закладів освіти; узагальнення власного педагогічного досвіду з викладання математичних дисциплін.*

Результати. *У статті уточнено зміст поняття «фахова підготовка майбутнього вчителя», визначено основні функції такої підготовки (соціально-гуманітарну, психолого-педагогічну, фахову, особистісно-орієнтовану, практичну).*

Проаналізовано результати досліджень та узагальнено власний досвід щодо реалізації фахового спрямування фундаментальних математичних дисциплін у процесі підготовки майбутніх учителів математики. Зроблено висновок про можливість спеціальної організації навчальної діяльності студентів у ході лекційних та практичних занять з різних математичних курсів, яка спрямована на професійну підготовку майбутніх фахівців.

У статті запропоновано фрагменти занять з різних математичних дисциплін (теорія ймовірностей та математична статистика, філософські проблеми математики, історія математики) з методичними рекомендаціями щодо цілеспрямованої фахової підготовки майбутніх учителів математики.

Висновки. *Спеціальна організація навчальної діяльності студентів у процесі вивчення математичних дисциплін, спрямована на фахову підготовку майбутніх учителів математики, передбачає виконання таких методичних рекомендацій: виділення тем, що мають безпосередній зв'язок із змістом шкільного курсу математики; обговорення в ході лекційних та практичних занять питань загальної методики навчання математики та методики навчання окремих тем шкільного курсу математики; формулювання індивідуальних завдань фахового спрямування для самостійного виконання студентами. Реалізація фахового спрямування математичних дисциплін є необхідною умовою покращення якості підготовки майбутніх учителів математики.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *фахове спрямування, математичні дисципліни, майбутні вчителі математики.*

ВСТУП

Постановка проблеми. Проблема якісної підготовки майбутнього вчителя математики стає все більш актуальною. Професія вчителя є однією з найбільш відповідальних у всьому світовому просторі. Саме від навчання і виховання дітей і молоді залежить розвиток суспільства. Тому кожна країна зацікавлена у підготовці вчителів, які б не лише забезпечували обов'язковий рівень підготовки учнів, а й готували освічених, творчих особистостей, спроможних реалізовувати глобальні завдання наукового і технічного прогресу. Математична освіта займає чільне місце й має особливе значення в системі загальної освіти. Її роль визначається тим впливом, який має процес опанування математичних знань і способів діяльності на становлення й розвиток сучасної людини. Більше того, сучасний етап розвитку суспільства потребує зокрема фахівців

інженерно-технічних спеціальностей, які мають забезпечувати життєздатність технічної інфраструктури світових держав і від яких залежить безпека життєдіяльності людства. У підготовці таких фахівців особливе місце займає математична складова. Останнім часом спостерігається світова тенденція зниження якості математичної підготовки фахівців різних спеціальностей. Проблема важлива і багатоаспектна. Розуміння актуальності цієї проблеми на рівні нашої держави призвело до того, що наступний навчальний 2020-2021 рік в Україні оголошено роком математичної освіти. Але реалізація розробленої програми природничо-математичної освіти можлива тільки за умови наявності педагогічних працівників високо рівня професійності. Тому питання якісної підготовки майбутніх учителів математики сьогодні є достатньо гострим. Очевидно, що не можна швидко змінити ситуацію корінним чином. Разом з тим, власний досвід викладацької роботи дозволяє зробити висновок про те, що одним із шляхів покращення якості підготовки майбутнього вчителя математики є реалізація фахового спрямування математичних дисциплін у процесі його навчання.

Аналіз актуальних досліджень. Під поняттям «фахова підготовка майбутнього вчителя» в педагогіці й методиці розуміють єдність змісту, структури, цілей навчання й виховання студентів, способів реалізації набутих знань, навичок і вмінь у роботі з учнями. Фахова підготовка передбачає цілеспрямовану діяльність із засвоєння знань студентами та оволодіння ними навичками й уміннями, які будуть використані у майбутній професійній діяльності. У наукових пошуках вітчизняні вчені дедалі більше звертаються до проблематики професійної підготовки вчителя.

Такі дослідження ведуться в кількох напрямах, зокрема:

– виявлення сутності й структури педагогічної діяльності;

– обґрунтування теоретичних основ удосконалення професійної підготовки майбутнього вчителя;

– висвітлення загальних питань проблеми формування особистості вчителя;

– удосконалення й розробка нових педагогічних технологій навчально-виховного процесу в закладах вищої освіти;

– визначення критеріїв ефективності інноваційного навчально-виховного процесу (Моторіна, 2005).

Педагогічна діяльність вчителя математики є складною структурою.

В педагогічних дослідженнях розглядають наступні її складові:

– структурну організацію педагогічної діяльності вчителя математики;

– предмет педагогічної діяльності вчителя математики, тобто організацію навчально-виховного процесу, спрямованого на засвоєння учнями предметного досвіду як основи їхнього розвитку;

– засоби педагогічної діяльності вчителя математики, які формуються з наукових, методичних і предметних знань та практичних умінь вчителя математики, за допомогою яких у свою чергу формуються математичні знання й уміння учнів;

– результат педагогічної діяльності вчителя математики, яким є особистісний, інтелектуальний розвиток учня;

– функції професійно-педагогічної діяльності;

– компоненти професійно-педагогічної діяльності;

– зміст професійно-педагогічної діяльності (уміння передавати знання з предмета, застосовувати педагогічні технології, методичні правила, орієнтири й рекомендації, організовувати навчання).

Дослідники виокремлюють наступні функції професійної підготовки майбутнього вчителя:

– соціально-гуманітарну, яка передбачає поглиблення знань студентів українознавчого, мовознавчого, філософського, політологічного, соціального, історичного, економічного, екологічного, культурологічного, етико-естетичного, фізкультурно-оздоровчого, релігієзнавчого напрямів;

– психолого-педагогічну, яка забезпечує оволодіння знаннями з педагогіки й психології;

– фахову, зміст якої визначається фундаментальними дисциплінами за спеціальністю та навчальними предметами фахового спрямування;

– особистісно-орієнтовану, що забезпечує розвиток особистісних і професійних здібностей і якостей студентів;

– практичну, яка реалізовує поглиблення теоретичних знань на основі практичного навчання; вироблення у майбутніх педагогів умінь і навичок практичної діяльності в навчально-виховних закладах; формування й розвиток професійних умінь і навичок.

Отже, фахова функція має бути забезпечена засвоєнням студентами знань з фундаментальних наук і дисциплін із загальної методики навчання та методики навчання окремих предметів.

Якість фундаментальної математичної підготовки майбутнього вчителя математики завжди знаходиться в центрі уваги науково-педагогічного співтовариства.

Аналізу дисертаційних досліджень із проблематики професійної підготовки майбутніх учителів математики присвячено роботу А.О.Теплицької (Теплицька, 2016). Авторка статті називає ключові дисертаційні дослідження, в яких розглядаються питання вивчення фундаментальних дисциплін студентами педагогічних спеціальностей.

Серед них докторські дисертації А. Мордковича (Мордкович, 1986), у якій представлено концепцію професійно-педагогічної спрямованості математичної підготовки вчителя математики; Г. Михаліна (Михалін, 2004), з обґрунтуванням методичної системи навчання математичному аналізу; В. Моторіної (Моторіна, 2005), що містить теоретичну розробку концепції професійної підготовки майбутніх учителів математики в системі вищої педагогічної освіти; О. Співаковського (Співаковський, 2003), у якій відображено теоретико-методологічні засади та методичну систему навчання вищої математики майбутніх учителів з використанням сучасних інформаційних технологій; Ю. Триуса (Триус, 2005), у якій запропоновано концепцію створення й використання комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання у вищих навчальних закладах, зокрема в навчанні математичних дисциплін; М. Якубовскі (Якубовскі, 2004), що визначає вимоги до математичного апарату моделювання професійної діяльності вчителя.

У всіх цих дослідженнях підкреслюється, що вивчення будь-якого математичного курсу студентами вищих навчальних закладів освіти повинно оптимально поєднуватися з потребами майбутньої професійної діяльності та забезпечувати підготовку висококваліфікованих кадрів. Ми поділяємо думку про те, що одним з головних завдань

навчання математичним дисциплінам майбутніх учителів математики має бути встановлення зв'язку між фундаментальним курсом і відповідним шкільним предметом (Розуменко&Розуменко, 2018).

Власний досвід викладацької роботи дозволяє зробити висновок про необхідність та ефективність фахового спрямування математичних дисциплін у процесі підготовки майбутніх учителів математики. Потребують розробки методичні аспекти такого підходу та їх практична реалізація.

Мета статті полягає у визначенні методичних рекомендацій щодо фахового спрямування математичних дисциплін у процесі підготовки майбутніх учителів математики.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У ході підготовки статті були використані такі методи дослідження: порівняльний аналіз теоретичних положень, розкритих у науковій та навчально-методичній літературі; спостереження за навчально-виховним процесом підготовки майбутніх учителів математики; бесіди із студентами та викладачами щодо теми дослідження; узагальнення власного педагогічного досвіду.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Математика як наука, і як навчальний предмет має свою специфіку. Математичні знання відрізняються досить високим рівнем абстрагування. Цей факт зумовлює необхідність формування у майбутніх учителів математики спеціальних знань про знання. Відповідний навчальний матеріал включено до змісту курсу загальної методики викладання математики, що вивчається студентам математичних педагогічних закладів вищої освіти (на рівні бакалаврату, VI семестр)

Учені-методисти обґрунтували той факт, що провідними видами навчально-пізнавальної діяльності учнів при засвоєнні математичних знань є :

– формування математичних понять;
– доведення математичних тверджень;
– розв'язування математичних задач.

У курсі загальної методики навчання математики, передбачено вивчення відповідних тем (таблиця 1).

Таблиця 1

Тема	Зміст навчального матеріалу
Формування математичних понять	Поняття, його зміст і обсяг. Терміни і символи. Означення математичних понять. Систематизація і класифікація понять. Методика формування математичних понять.
Теореми та їх доведення в шкільному курсі математики	Математичні твердження. Теореми та аксіоми. Види теорем. Логіко-математичний аналіз теореми. Методи доведення. Методика навчання учнів доведенню теорем.
Задачі у навчанні математики	Функції задач у навчанні математики. Види задач у шкільному курсі математики. Методи розв'язування задач різних видів. Формування в учнів умінь розв'язувати математичні задачі.

Очевидно, що засвоєння студентами змісту різних математичних дисциплін будується на більш високому теоретичному рівні, але за тими ж видами навчально-пізнавальної діяльності. Більше того, зміст навчального матеріалу фундаментальних курсів містить достатньо велику кількість питань, що є предметом вивчення учнями середніх закладів освіти, де в подальшому мають працювати майбутні вчителі математики. Тому у викладачів математичних дисциплін завжди є можливість організувати цілеспрямовану фахову підготовку майбутніх випускників у процесі засвоєння ними відповідного навчального матеріалу. Власний досвід викладання доводить ефективність такої роботи.

Наведемо приклади реалізації фахового спрямування навчального матеріалу з деяких математичних дисциплін. Пропонуємо три фрагменти організації діяльності студентів, спрямованої на опрацювання вище зазначених тем з курсу загальної методики навчання математики.

Приклад 1.

Курс: Теорія ймовірностей та математична статистика.

Тема: Аксіоматичне означення ймовірності.

Питання для обговорення: математичні поняття, зміст та обсяг поняття, види означень математичних понять та вимоги до них, узагальнення математичних понять.

Методичні рекомендації. У курсі теорії ймовірностей для студентів математичних спеціальностей педагогічних університетів поняття ймовірності вводять поступово , а саме: вводяться класичне означення ймовірності випадкової події, статистичне означення, геометричне означення, а потім розглядається аксіоматичне означення поняття ймовірності.

Наведемо формулювання цих означень.

Класичному означенню ймовірності випадкової події передує введення понять випробування, результату випробування, випадкової події, повної групи подій.

Означення (класичний підхід). ***Ймовірністю випадкової події*** *A* називається відношення кількості елементарних подій, які сприяють появі цієї події, до загальної кількості всіх рівноможливих елементарних подій, що є наслідками випробування: $P(A) = \frac{m}{n}$, де m – число елементарних подій, сприятливих до появи події *A*, n – число всіх можливих елементарних подій (наслідків експерименту).

Статистичне означення використовує поняття відносної частоти появи події.

Означення. ***Відносною частотою появи події*** *А* називається відношення числа випробувань, в яких подія *А* відбулася до загального числа всіх проведених випробувань: $\Upsilon(A) = \frac{m}{n}$, де m – число випробувань, в результаті яких відбулася подія *А*, n – число всіх проведених випробувань.

Довготривалі спостереження над появою або не появою події *А* при великій кількості повторних випробувань за одних і тих же умов показують, що для широкого кола явищ відносна частота появи події *А* зберігає майже сталу величину.

Число $P(A)$, навколо якого коливається значення відносних частот і є ***статистичною ймовірністю події***.

Геометричну ймовірність вводять для трьох видів простору: одновимірного (на прямій); двовимірного (на площині); тривимірного (у просторі). В залежності від виду простору формулюють подію A і обчислюють ймовірність $P(A)$ (таблиця 2).

Таблиця 2

Геометричний простір	**Випадкова подія**	**Ймовірність випадкової події**
Одновимірний (пряма)	Точка, кинута на великий відрізок попаде на малий	Відношення довжин відрізків $P(A) = \frac{L(A)}{L(\Omega)}$ $L(A)$ - довжина меншого відрізка $L(\Omega)$ - довжина більшого відрізка
Двовимірний (площина)	Точка, кинута на велику фігуру попаде на малу	Відношення площ фігур $P(A) = \frac{S(A)}{S(\Omega)}$ $S(A)$ - площа меншої фігури $S(\Omega)$ - площа більшої фігури
Тривимірний (простір)	Точка, кинута у велике тіло попаде у мале	Відношення об'ємів тіл $P(A) = \frac{V(A)}{V(\Omega)}$ $V(A)$ - об'єм малого тіла $V(\Omega)$ - об'єм великого тіла

Аксіоматичне означення ймовірності ґрунтується на понятті функції та математичної структури (σ –алгебри).

Означення. Нехай Ω – множина елементарних подій, F - множина всіх підмножин множини Ω. Система підмножин F називається σ –алгеброю, якщо виконуються наступні умови:

1) множина Ω належить множині F;
2) якщо подія A належить множині F, то і протилежна їй подія $\overline{A}$ належить множині F;
3) якщо події A_k, де $k \in N$, належать множині F, і сума цих подій належить множині F.

Означення. Ймовірністю називається числова функція $P(A)$, яка визначена на σ –алгебрі F простору Ω і задовольняє наступні умови:

1) для всіх $A \in F$ значення функції $P(A) \geq 0$;
2) $P(\Omega)$=1 (ймовірність достовірної події);
3) якщо $A_1, A_2, A_3 \ldots A_k$- попарно несумісні події, то ймовірність їх суми дорівнює сумі їх ймовірностей, тобто $P(A_1 + A_2 + A_3 + \cdots + A_k) = P(A_1) + P(A_2) + P(A_3) + \cdots + P(A_k)$.

Обговорення питань методичного характеру:

1. Які види означень математичних понять вам відомі? Проаналізуйте кожне з наведених означень. Назвіть вид кожного.

2. Назвіть умови використання класичного, статистичного й геометричного підходів до означення ймовірності випадкової події. Чи є дані означення еквівалентними? Чи перетинаються обсяги понять, що визначені даними означеннями?

3. Переконайтеся у тому, що аксіоматичне означення є узагальненим для всіх розглянутих підходів. Що таке аксіома? Наведіть приклади аксіоматичних означень із шкільного курсу математики?

Приклад 2.

Курс: Філософські проблеми математики.

Тема: Кризи в математиці.

Питання для обговорення: теореми та методи їх доведення.

Методичні рекомендації. На лекційному занятті з даної теми обговорюються питання виникнення кризових явищ в математиці та шляхи їх подолання (Розуменко&Розуменко, 2019). Нагадаємо оглядово зміст цих питань.

Як відомо, перша криза основ математики пов'язана з відкриттям піфагорійцями несумірних відрізків в Стародавній Греції. Саме в Стародавній Греції математика стає наукою. Знання стають системними, необхідною складовою математики стає логічне доведення, обґрунтування результатів.

Математика розвивалась послідовно кількома школами. Такими школами були Мілетська природничо-математична школа та Піфагорійська спілка.

За свідченням грецьких істориків Фалес Мілетський вперше ввів доведення в математику. В його школі були доведені, зокрема, такі твердження: діаметр ділить круг на дві рівні частини; кути при основі рівнобедреного трикутника рівні; вертикальні кути рівні; трикутники рівні за умови рівності відповідних сторін та прилеглих кутів тощо.

Подальший розвиток математичних знань пов'язують з Піфагорійською спілкою. Основним гаслом філософської школи Піфагора було «Все є число». Отже, саме тому піфагорійці вивчали числові закономірності, які стали основою для розвитку теорії чисел. Було розкрито і обґрунтовано велику кількість різних властивостей натуральних та додатних раціональних чисел. Піфагорійці виділили поняття простого і складеного числа, вивчали ознаки подільності, розглядали фігурні числа, займалися вивченням деяких теоретико-числових задач, які виникли в їх школі. Зокрема, знаходженням досконалих чисел (числа, які вдвічі менші за суму своїх дільників) і пар дружніх чисел (пара чисел, кожне з яких дорівнює півсумі всіх дільників іншого). Значного розвитку в школі Піфагора дістала планіметрія (доведено теорему, яка ввійшла в математику як теорема Піфагора, хоча була відома ще з часів стародавніх цивілізацій) та стереометрія (досліджували побудову правильних многогранників). Але найвизначнішим відкриттям піфагорійців було доведення існування несумірних величин.

При розгляді квадрата зі стороною, яка дорівнює одиниці, виявилося що для його діагоналі немає відповідного числа. Сучасне пояснення цього факту дуже просте: греки не дійшли до розуміння ірраціонального числа. Але на той час неможливість «виміряти» відомим числом певний відрізок спричинив першу кризу в історії математики.

Це стало поштовхом для розвитку геометричної алгебри, основним методом якої є побудови.

На думку сучасних математиків, ця криза була подолана Евдоксом Кнідським, який побудував загальну теорію відношень величин, що по суті є геометричною теорією дійсних чисел.

Друга криза математики пов'язана зі створенням у XVII столітті диференціального та інтегрального числення, які не мали строгого обґрунтування до середини XIX століття.

Третя криза математики почалася з виявлення парадоксів в канторівській теорії множин і пов'язана з поняттям нескінченності.

Зауважимо, що в математиці розглядають два типи нескінченності, а саме потенційну та актуальну. Потенційна нескінченність полягає у можливості поступового, необмеженого збільшення скінченного. Актуальна нескінченність полягає у припущенні використання нескінченної кількості як завершеного. Філософи (Аристотель) і математики більш пізніх часів (К. Гаусс, М. Лобачевський) висловлювалися за неприпустимість використання в математиці поняття актуально нескінченного. Проте практика математичного мислення призвела до необхідності оперувати завершеними нескінченностями і приймати математичні теорії, побудовані на актуальній нескінченності. Однією з таких теорій і є канторівська теорія множин. Г.Кантор не тільки «ввів» у математику актуальну нескінченність, але й довів існування нескінченностей різних типів.

Парадокси теорії множин були усунені на початку XX століття, теорія множин стала «фундаментом» сучасної математики. Разом з тим, залишаються в математиці певні обставини, які можна вважати кризовими. Одна з них пов'язана з так званою проблемою континуум-гіпотези, яка була сформульована Д.Гільбертом на другому міжнародному конгресі математиків у 1900 році. Формулювання її досить просте: чи існує множина проміжної потужності між потужністю зліченної множини та потужністю континуум? У 1940 році К.Гьодель обґрунтував неможливість спростувати континуум-гіпотезу, а в 1963 році П.Коен обґрунтував неможливість її доведення. Отже, можна вважати, що дана проблема розв'язана умовно.

Обговорення питань методичного характеру:

1. У чому полягає аксіоматичний метод? Як побудовано шкільний курс геометрії?
2. Що таке аксіома? Що таке теорема?
3. Яку структуру має теорема? Які види теорем розглядають у шкільному курсі математики?
4. Яку теорему шкільного курсу математики називають теоремою Фалеса? Теоремою Піфагора?
5. Які методи доведення теорем використовуються в шкільному курсі математики? Доведіть методом від супротивного ірраціональність числа $\sqrt{2}$ (довжина діагоналі квадрата із стороною 1).
6. Чи можна вважати третю кризу математики подоланою?
7. У чому полягає суть процесу доведення математичного твердження?

Приклад 3.

Курс: Історія математики.

Тема: Математика в стародавній Греції.

Питання для обговорення: задачі в шкільному курсі математики.

Методичні рекомендації. Дана тема відкриває другий період розвитку математики. На вивчення даної теми нами планується дві лекції та три семінарсько-практичних заняття. Зміст лекційного матеріалу є традиційним (загальна характеристика другого періоду розвитку математики, особливості математичних знань в стародавній Греції, математично-філософські школи та відомі математики стародавньої Греції, значення математичних досягнень стародавніх греків для розвитку математичної науки).

На семінарсько-практичні заняття, які доповнюють лекційний курс, ми виносимо наступні питання:

1. Відкриття несумірних відрізків у школі Піфагора. Геометрична алгебра.
2. Три знамениті задачі давнини (задача про квадратуру круга, трисекцію кута, подвоєння куба).

При обговоренні першого питання акцентується увага на причини виникнення геометричної алгебри, об'єкти її вивчення. Пояснюється «монополія» лінійки та циркуля при розв'язуванні задач на побудову, формулюються постулати

Евкліда, які можна розглядати як аксіоматичне обґрунтування використання названих інструментів. Отже, задачі на побудову знайшли своє широке застосування саме в стародавній Греції.

Обговорення питань методичного характеру:

1. Які види задач виокремлюють у шкільному курсу математики?
2. Що означає «розв'язати задачу на побудову»? Чим відрізняються позиційні та непозиційні задачі на побудову?
3. Виконайте за допомогою циркуля і лінійки основні побудови, що розглядують у 7 класі середньої загальноосвітньої школи (побудова трикутника за трьома сторонами; побудова кута, рівного даному; побудова бісектриси кута; поділ відрізка навпіл; побудова прямої, яка перпендикулярна даній прямій).
4. Назвіть етапи розв'язання задачі на побудову. Дайте характеристику кожного з них.
5. Назвіть методи розв'язання задач на побудову. Наведіть приклади.

Друге питання семінарсько-практичного заняття (три знамениті задачі давнини) пропонуємо обговорити за такою схемою:

1. Історія виникнення задачі.
2. Формулювання задачі.
3. Обґрунтування неможливості розв'язання задачі за допомогою циркуля і лінійки.
4. Розв'язання задачі штучними методами.

У ході обговорення студентам пропонуються задачі на побудову, які «працюють» при розв'язанні даних задач (і які також можна знайти в шкільних підручниках з геометрії), а саме:

1. Побудувати суму та різницю відрізків.
2. Поділити відрізок на декілька рівних частин (як парну, так і непарну кількість).
3. Поділити прямий кут на три рівні частини за допомогою циркуля і лінійки.
4. Побудувати середнє арифметичне та середнє геометричне двох заданих відрізків.
5. Побудувати геометричне місце точок, з яких даний відрізок «видно» під заданим кутом.

Як бачимо, всі питання методичного характеру мають безпосередній зв'язок як з курсом методики навчання математики, так і із змістом шкільного курсу математики.

У наведених прикладах фахове спрямування математичних дисциплін реалізується безпосередньо у ході лекційних та практичних занять. Вважаємо за необхідне посилити таку роботу за рахунок змісту завдань для індивідуальної роботи, що мають виконати студенти протягом навчального семестру. Нами було розроблено загальну структуру таких завдань з історії математики, теорії ймовірностей та математичної статистики, проективної геометрії.

Індивідуальне завдання фахового спрямування з історії математики передбачає вибір студентами історичних фактів, що їх зацікавили. Це може бути : біографія відомого математика, історія виникнення математичних результатів, узагальнення відомого із шкільного курсу математичного твердження, історія походження певного символу, тлумачення математичної термінології тощо. Студент має підготувати методичну розробку щодо використання історичних відомостей за такою схемою (структура індивідуального завдання):

1. Вказати клас, в якому передбачається використання елементів історизму.
2. Назвати тему шкільного курсу математики, на якому пропонується використання елементів історизму.
3. Визначити мету, з якою пропонується історичний матеріал.
4. Обґрунтувати вибір типу та етапу уроку, на якому пропонується використання історичного матеріалу.
5. Обґрунтувати форму подання історичних відомостей (повідомлення учнів, повідомлення вчителя, вікторина, історична задача тощо).
6. Проаналізувати діяльність учнів.

Для виконання такого завдання студенту необхідно:

1. Проаналізувати навчальну програму з математики і з'ясувати в якому класі вивчають відповідний матеріал.
2. Проаналізувати орієнтовний календарний план щодо кількості годин .
3. Проаналізувати зміст підручників з математики щодо наявності відповідного історичного матеріалу.
4. Обґрунтувати вибір форми подання історичних відомостей в залежності від мети, з якою пропонується історичний матеріал, а також дати характеристику діяльності учнів(Розуменко, 2011).

Виконання даного індивідуального завдання вимагає як знань з курсу історії математики, так і достатньої методичної підготовки майбутніх учителів математики.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Проблема підготовки майбутнього вчителя математики є багатоаспектною. Одним із можливих шляхів підвищення якості підготовки майбутнього вчителя математики є фахове спрямування математичних дисциплін.

У результаті аналізу теоретичних досліджень та узагальнення власного педагогічного досвіду ми прийшли до наступних висновків:

1. Реалізація фахового спрямування математичних дисциплін є необхідною умовою якісної професійної підготовки майбутнього вчителя математики.
2. Фахове спрямування математичних дисциплін може бути реалізовано безпосередньо у ході лекційних і практичних занять з математичних курсів.
3. Реалізація фахового спрямування математичних дисциплін відбувається через зміст навчального матеріалу шляхом:

– встановлення міжпредметних зв'язків з методикою навчання математики;
– встановлення міжпредметних зв'язків з курсом елементарної математики;
– встановленням аналогій із змістом шкільного курсу математики.

4. Ефективність фахового спрямування математичних дисциплін можна посилити через індивідуальні завдання, що пропонуються студентам протягом навчального семестру.

Подальшої розробки потребують питання встановлення міжпредметних зв'язків між фундаментальними курсами у підготовці майбутнього вчителя математики та змістом шкільного курсу математики, а також з курсом методики викладання математики.

Список використаних джерел

1. Михалін Г. О. Формування основ професійної культури вчителя математики у процесі навчання математичного аналізу: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / Київ, 2004. 37 с.
2. Мордкович А. Г. Профессионально-педагогическая направленность специальной подготовки учителя математики в педагогическом институте: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02 / М., 1986. 36 с.
3. Моторіна В. Г. Дидактичні і методичні засади професійної підготовки майбутніх учителів математики у вищих педагогічних навчальних закладах: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04 / Х., 2005. 512 с.
4. Розуменко А. О., Розуменко А. М. Фахове спрямування курсу теорії ймовірностей при підготовці майбутніх учителів математики. *Фізико-математична освіта.* 2018. Випуск 1(15), частина 2. С. 67-71.
5. Розуменко А.О., Розуменко А.М. Фахове спрямування курсу «Філософські проблеми математики» у процесі підготовки майбутніх учителів математики. *Фізико-математична освіта*. 2019. Випуск 2(20), частина 2. С. 36-41.
6. Розуменко А.О. Використання індивідуальних завдань з історії математики як засобу формування професійних компетентностей майбутніх учителів математики. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. Суми. 2011. С. 250-255.
7. Співаковський О. В. Теоретико-методичні основи навчання вищої математики майбутніх вчителів математики з використанням інформаційних технологій: дис. ... д-ра пед. наук: спец. 13.00.02 / К., 2003. 534 с.
8. Теплицька А. О. Професійна підготовка майбутнього вчителя математики як об'єкт теоретичного аналізу. *Наукові праці Чорноморського державного університету імені Петра Могили комплексу «Києво-Могилянська академія». Серія: Педагогіка*. 2016. Т. 269, Вип. 257. С. 125-130.
9. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у вищих навчальних закладах: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: спец. 13.00.02 / К., 2005. 48 с.
10. Якубовскі М. А. Теоретико-методологічні основи математичного моделювання професійної діяльності вчителя: автореф. дис. …д-ра пед.наук: 13.00.04 / К., 2004. 40 с.

References

1. Mykhalin, H. O. (2004). Formuvannia osnov profesiinoi kultury vchytelia matematyky u protsesi navchannia matematychnoho analizu [Formation of foundations of professional culture of mathematics teacher in the process of teaching mathematical analysis] Extended abstract of Doctor's thesis. Kyiv [in Ukrainian].
2. Mordkovych, A. H. (1986). Professyonalno-pedahohycheskaia napravlennost spetsyalnoi podhotovky uchytelia matematyky v pedahohycheskom ynstytute [Professional and pedagogical orientation of special training of a teacher of mathematics at a pedagogical institute] Extended abstract of Doctor's thesis. Moskva [in Russian].
3. Motorina, V. H. (2005). Dydaktychni i metodychni zasady profesiinoi pidhotovky maibutnikh uchyteliv matematyky u vyshchykh pedahohichnykh navchalnykh zakladakh [Didactic and methodical foundations of professional training of future mathematics teachers in higher pedagogical institutions] Doctor's thesis. Kharkiv [in Ukrainian].
4. Rozumenko, A. O. & Rozumenko, A. M. (2018). Fakhove spriamuvannia kursu teorii ymovirnostei pry pidhotovtsi maibutnikh uchyteliv matematyky [Professional direction of the probability theory course while preparation future mathematics teachers]. *Fizykomatematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 1(15), 2, 67-71. [in Ukrainian].
5. Rozumenko A.O., Rozumenko A.M. (2019). Fakhove spriamuvannia kursu «Filosofski problemy matematyky» u protsesi pidhotovky maibutnikh uchyteliv matematyky. *Fizykomatematychna osvita – Physical and Mathematical Education,* 2(20), 36-41. [in Ukrainian].
6. Rozumenko A.O. (2011). Vykorystannia indyvidualnykh zavdan z istorii matematyky yak zasobu formuvannia profesiinykh kompetentnostei maibutnikh uchyteliv matematyky. *Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnolohii*, 250-255. [in Ukrainian].
7. Spivakovskyi, O. V. (2003). Teoretyko-metodychni osnovy navchannia vyshchoi matematyky maibutnikh vchyteliv matematyky z vykorystanniam informatsiinykh tekhnolohii [Theoretical and methodological foundations of teaching higher mathematics to future mathematics teachers using information technologies] Doctor's thesis. Kyiv [in Ukrainian].
8. Teplytska, A. O. (2016). Profesiina pidhotovka maibutnoho vchytelia matematyky yak obiekt teoretychnoho analizu [Professional training of the future mathematics teacher as an object of theoretical analysis]. *Naukovi pratsi Chornomorskoho derzhavnoho universytetu imeni Petra Mohyly kompleksu «Kyievo-Mohylianska akademiia». Seriia: Pedahohika - Scientific papers of the Black Sea State University named after Peter Mohyla of the Kyiv Mohyla Academy Complex. Series: Pedagogy,* 269 (257), 125-130. [in Ukrainian].
9. Tryus, Yu. V. (2005). Kompiuterno-oriientovani metodychni systemy navchannia matematychnykh dystsyplin u vyshchykh navchalnykh zakladakh [Computer-oriented methodical systems for teaching mathematical subjects in higher education] Extended abstract of Doctor's thesis. Kyiv [in Ukrainian].
10. Yakubovski, M. A. (2004). Teoretyko-metodolohichni osnovy matematychnoho modeliuvannia profesiinoi diialnosti vchytelia [Theoretical and methodological foundations of mathematical modeling of teacher's professional activity] Extended abstract of Doctor's thesis. Kyiv [in Ukrainian].

PROFESSIONAL DIRECTION OF MATHEMATICAL DISCIPLINES IN PREPARATION FUTURE TEACHERS OF MATHEMATICS

A.O.Rozumenko
Makarenko Sumy State Pedagogical University, Ukraine
A.M.Rozumenko
Sumy National Agrarian University, Ukraine

Abstract.

Formulation of the problem. *The problem of realization the professional direction of mathematical disciplines as one of quality improvement ways of preparation the future teacher of mathematics is viewed in the article.*

Materials and methods. *The following research methods were used during the article preparation: comparative analysis of theoretical positions revealed in the scientifical and educational literature; observation of the educational process of preparation the future teachers of mathematics; conversations with students and graduates of mathematical specialties of pedagogical educational institutions; generalization of authors' own pedagogical experience in teaching mathematical disciplines.*

Results. *The article clarifies the content of the concept "professional preparation of future teachers", defines the main functions of such preparation (socio-humanitarian, psychological and pedagogical, professional, personal-oriented, practical).*

The results of researches are analyzed and the authors' experience concerning realization the professional direction of fundamental mathematical disciplines during the preparation future teachers of mathematics is generalized. The conclusion about the possibility of special organization of students' educational activities during lectures and practical classes in various mathematical courses aimed at preparation future professionals is made.

The article offers fragments of classes in various mathematical disciplines (theory of probability and mathematical statistics, philosophical problems of mathematics, history of mathematics) with methodological recommendations for purposeful professional preparation of future teachers of mathematics.

Conclusions. *The special organization of students' educational activities in the process of studying mathematical disciplines, oriented on professional preparation future teachers of mathematics, involves implementation of the following guidelines: highlighting topics that are directly related to the content of the school course of mathematics; discussions during lectures and practical classes on the general methods of teaching mathematics and methods of teaching certain topics of the school course of mathematics; forming individual, professionally oriented tasks to be done by students on their own. Implementation of the professional direction of mathematical disciplines is a necessary condition for quality improvement of preparation future teachers of mathematics.*

Key words: *professional direction, mathematical disciplines, future teachers of mathematics.*

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Сороко Н.В. Педагогічні моделі STEAM-орієнтованого освітнього середовища для розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителя основної школи. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 142-150.

Soroko N. The pedagogical models of STEAM-oriented educational environment for the teachers' digital competence development. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 2(24). P. 142-150.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-024-2-019
УДК 37.016:004.378.091.12.011.3-051

Н.В. Сороко
Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, Україна
nvsoroko@gmail.com
ORCID: 0000-0002-9189-6564

ПЕДАГОГІЧНІ МОДЕЛІ STEAM-ОРІЄНТОВАНОГО ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ РОЗВИТКУ ІНФОРМАЦІЙНО-ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ВЧИТЕЛЯ ОСНОВНОЇ ШКОЛИ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. *Активний розвиток суспільства знань вимагає реформування освіти та перегляду традиційних методів навчання з позиції оновлення форм, засобів та її змісту відповідно до таких світових процесів, як глобалізація та інформаційна революція. З огляду на це важливого значення набуває проєктування моделей освітніх середовищ відповідно до впровадження світових тенденцій щодо нових підходів навчання на різних рівнях освіти особистості. Однією з таких тенденцій є STEAM-освіта, що потребує проєктування STEAM-орієнтованого освітнього середовища. При цьому особливого значення набуває розвиток інформаційно-цифрової компетентності вчителів, що є важливим для підтримки та розвитку освіти відповідно до вимог інформаційного суспільства. З огляду на це, метою статті є аналіз педагогічних моделей STEAM-орієнтованого освітнього середовища закладу загальної освіти та виокремлення характерних особливостей такого середовища та пропозицій щодо його основних компонентів.*

Матеріали і методи. *Для досягнення мети статті були використані методи системного і порівняльного аналізу наукової літератури та звітів проєктів щодо процесів проєктування педагогічних моделей STEAM-орієнтованого освітнього середовища; теоретичні методи синтез та узагальнення для формулювання висновків та пропозицій щодо створення моделі STEAM-орієнтованого освітнього середовища закладу загальної освіти для розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителів.*

Результати. *Виокремлені важливі компоненти, що є необхідними при проєктуванні STEAM-орієнтованого освітнього середовища закладу загальної освіти для розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителів: цільовий, комунікативний, змістовий, організаційно-діяльнісний, технологічний, результативно-діагностичний.*

Визначено, що цільовий компонент має стосуватися окреслення чинників впливу на формування мети, завдань, принципів та підходів навчання; комунікативний компонент має охоплює завдання щодо підтримки взаємодії учасників навчального процесу; організаційно-педагогічний компонент має передбачати застосування необхідних підходів, форм, методів і засобів для розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителів; змістовий компонент моделі має відображати навчальний контент, що сприятиме розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителів для підтримки та розвитку STEAM-орієнтованого освітнього середовища закладу загальної освіти; технологічний компонент має передбачати рішення завдань підбору засобів для забезпечення створення, підтримки та розвитку середовища; результативно-діагностичний компонент є реалізацією цільового компоненту і передбачає аналіз розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителів для підтримки та розвитку STEAM-орієнтованого освітнього середовища закладу загальної освіти.

Висновки. *В результаті проведеного аналізу педагогічних моделей STEAM-орієнтованого освітнього середовища закладу загальної освіти, були визначені основні компоненти STEAM-орієнтованого освітнього середовища закладу загальної освіти для розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителів та описані завдання у межах цих компонентів.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *STEAM-освіта, STEAM-орієнтоване освітнє середовище, інформаційно-цифрова компетентність, інформаційно-цифрова компетентність вчителя, проєктування педагогічних моделей.*

ВСТУП

Постановка проблеми. Швидкий розвиток суспільства знань вимагає реформування освіти та перегляду традиційних методів навчання з позиції оновлення форм, засобів та її змісту відповідно до таких світових процесів, як глобалізація та інформаційна революція (Педагогічна Конституція Європи (англ. Pedagogical Constitution of Europe), 2013).

З огляду на це важливого значення набуває проєктування моделей освітніх середовищ відповідно до впровадження світових тенденцій щодо нових підходів навчання на різних рівнях освіти особистості.

Однією з таких тенденцій є STEAM-освіта, що набула активного розвитку у світі із затвердженим у 2016 році проєктом «Європейський тиждень робототехніки» (англ. European Robotics Week, електронна адреса опису проєкту: https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/news/european-robotics-week-2016) у межах програми Горізон 2020 (англ. Horizon 2020). Тиждень робототехніки, організований euRobotics AISBL, був спрямований на те, щоб надихнути учнів різного віку вибирати освіту в галузі технологій та продовжувати кар'єру, пов'язану із STEM.

STEAM-освіта – це педагогічний процес, що сприяє формуванню і розвитку розумово-пізнавальних і творчих здібностей молоді, рівень яких визначає їхню конкурентну спроможність на світовому ринку праці: здатність і готовність до вирішення комплексних проблем, що стосуються розв'язання задач, які потребують задіяння особистістю знань, вмінь і навичок у галузях STEAM, а саме (Сороко, 2019): науки (англ. Science), технології (англ. Technology), інжиніринг (англ. Engineering), мистецтво (англ. Arts), математика (англ. Mathematics). Основною метою STEAM-освіти є реалізація державної політики згідно з вимогами закону України «Про освіту» 2017 року щодо посилення розвитку науково-технічного напряму в навчально-методичній діяльності на всіх освітніх рівнях та створенні науково-методичної бази для підвищення творчого потенціалу молоді й професійної компетентності науково-педагогічних працівників (Закон України «Про освіту», 2017). При цьому особливого значення набуває розвиток інформаційно-цифрової компетентності вчителів, що є важливим для підтримки та розвитку освіти відповідно до вимог інформаційного суспільства.

Аналіз актуальних досліджень. Проєктування освітнього середовища є темою досліджень вітчизняних учених В.Ю. Бикова (2008), В.Г. Кременя (2013), В.В. Лапінського (2008), С.М. Литвінової (2016), О.М. Спіріна (2009), М.П. Шишкіної (2016) та ін., зарубіжних науковців Дж. Сіменс (Siemens, 2019), Дж. Ренда (Renda, 2015), Б. Куис (Kuys, 2015) та ін.

Обґрунтуванню, створенню та розвитку педагогічної моделі STEAM-орієнтованого освітнього середовища присвячені роботи науковців Н.І. Поліхун, К.Г. Постової, І.А. Сліпухіної, Г.В. Онопченко, О.В. Онопченко (Поліхун & Постова & Сліпухіна & Онопченко, 2019) у межах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів; Н. В. Морзе, М. А. Гладун, С. М. Дзюба (2018) щодо STEM-орієнтованого середовища (без акцентування уваги на використання галузей мистецтва) стосовно формування ключових і предметних компетентностей учнів робототехнічними засобами STEM-освіти; А. Старзінські (Starzinski, 2017) щодо виокремлення та застосування основних елементів моделі STEAM навчання для початкової школи; Тіни Мякела, Крістофера Фенівесі, Оллі Мержоваари, Матіас Мякі-Кутті, Вера Кенттеллі, Мар'я Канкааранті, Крістіни Хаф, Панагіота Крістодулу (Mäkelä & Fenyvesi & Merjovaara & Mäki-Kuutti & Kenttälä & Kankaanranta & Haaf & Christodoulou, 2016-2019) щодо результатів впровадження в межах програми досліджень та інновацій Horizon 2020 гібридного навчального середовища STEM у заклади освіти, що об'єднує такі складові як віртуальна, фізична, формальна та неформальна, та ін.

Слід зауважити, що питанню розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителів через створення та використання STEAM-орієнтованого освітнього середовища, не приділялося особливої уваги у науково-педагогічних дослідженнях. Варто відмітити, що подібна мета, як розвиток інформаційно-цифрової компетентності вчителів через створення та використання STEAM-орієнтованого освітнього середовища, була поставлена у межах масових відкритих онлайн курсах Європейської академії шкільних мереж (англ. European Schoolnet Academy), що проводились у 2019 року, а саме: «Навчання ІКТ через дослідження» (англ. Teaching ICT with Inquiry), «Тиждень коду Європейського Союзу» (англ. EU Code Week – Deep Dive MOOC), «Мережний вчитель – викладання у 21 столітті» (англ. The Networked Teacher – Teaching in the 21st Century), «Ігри в школі» (англ. Games in Schools) та ін. (Сороко, Інформаційний бюлетень № 3, 2019).

При цьому інформаційно-цифрова компетентність учителів розглядається згідно з рамкою «Цифрова компетентність 2.1: Цифрова рамка компетентностей для громадян з восьми рівнями знання та прикладами використання» (англ. DigComp 2.1: the Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use), а саме: впевнене та критичне застосування інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) щодо пошуку та обробки даних, обміну інформацією для професійної діяльності в освітньому інформаційному просторі, створенні нових відомостей із врахуванням безпеки в Інтернеті, авторського права, інтелектуальної власності та ін. (Carretero & Vuorikari & Punie, 2017).

Метою статті є аналіз педагогічних моделей STEAM-орієнтованого освітнього середовища закладу загальної освіти та виокремлення характерних особливостей такого середовища та пропозицій щодо основних компонентів STEAM-орієнтованого освітнього середовища закладу загальної освіти для розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителів.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення мети статті нами були використані методи системного і порівняльного аналізу наукової літератури та звітів проєктів щодо процесів проєктування педагогічних моделей STEAM-орієнтованого освітнього середовища закладу загальної освіти; теоретичні методи синтез та узагальнення для формулювання висновків та пропозицій щодо створення моделі STEAM-орієнтованого освітнього середовища закладу загальної освіти для розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Одним із важливих поштовхів до розвитку STEM освіти став проєкт ЄС 2016-2019 років, фінансований в межах програми досліджень та інновацій Horizon 2020 (англ. Framework Programme For Research and Innovation). Виконавцями проєкту (Mäkelä & Fenyvesi & Merjovaara & Mäki-Kuutti & Kenttälä & Kankaanranta & Haaf & Christodoulou, 2019) була розроблена педагогічна рамка для проєктування гібридного (віртуального, фізичного, формального та неформального) навчального середовища STEM, не враховуючи засоби мистецтва у термінології.

Рамка складається із (рис. 1):

– принципів проєктування, що створені на основі теоретичного та емпіричного розуміння освіти і навчання;

– рекомендацій та вказівок щодо розгляду цих принципів у моделі навчального середовища;

– конкретних прикладів того, як ці принципи були розглянуті в проєктуванні навчального середовища щодо використання інноваційних технологій навчання наукам, технологіям, математики (англ. Science Technology Innovation Mathematics Engineering for the Young in learning environment, STIMEY LE) та як їх можна розглядати при використанні у викладанні та навчанні.

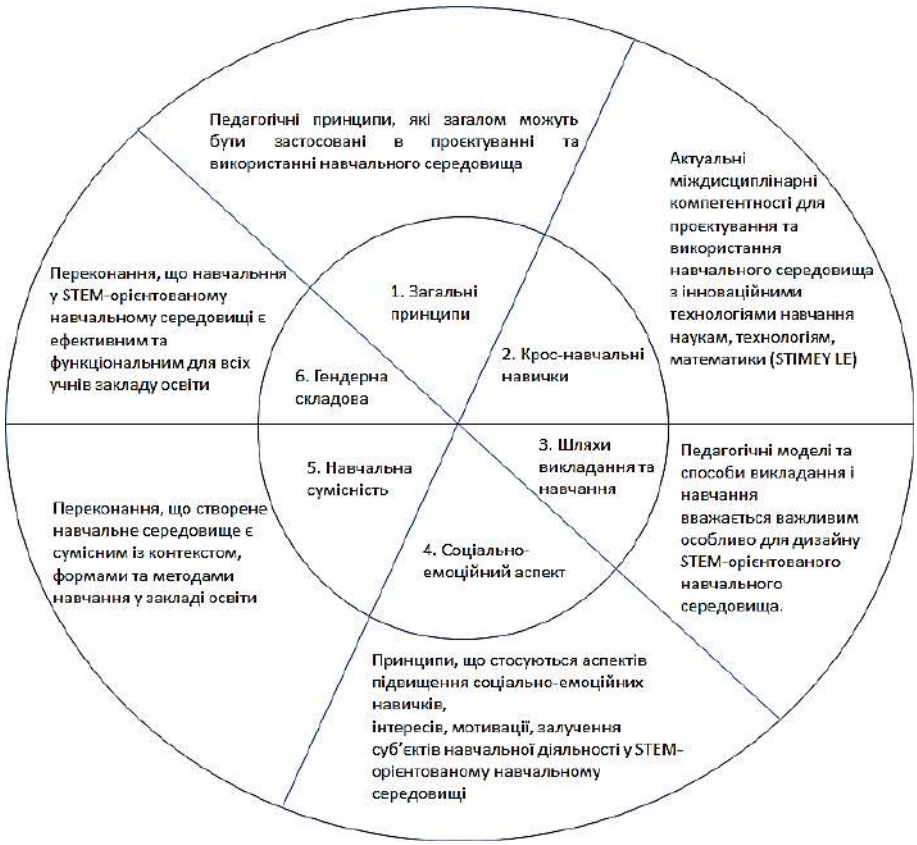


Рис. 1. Рамка для проєктування гібридного STEM-орієнтованого навчального середовища
(Mäkelä & Fenyvesi & Merjovaara & Mäki-Kuutti & Kenttälä & Kankaanranta & Haaf & Christodoulou, 2019)

Так, рамка для проєктування гібридного STEM-орієнтованого навчального середовища охоплює шість категорій. Розглянемо їх докладніше, відповідно до рисунку 1.

1. Загальні принципи, що є педагогічними принципами, які мають бути застосовані в проєктуванні та використанні навчального середовища:

– зв'язок із досвідом учнів;
– персоналізація;
– гідтримка викладання та навчання;
– гнучкість та адаптивність;
– універсальність як нових, так і звичайних інструментів та методів;
– зв'язок формального, неформального та інформального навчальних середовищ.

2. Крос-навчальні навички, що є актуальними міждисциплінарними компетентностями для проєктування та використання навчального середовища з інноваційними технологіями навчання наукам, технологіям, математики (STIMEY LE):

– професійні навички;
– підприємницькі навички;
– творчість та інноваційність;
– стійкість.

3. Шляхи викладання та навчання, педагогічні моделі та способи викладання і навчання, що вважаються важливими для проєктування STEM-орієнтованого навчального середовища:

– активна побудова знань;
– участь і залучення;
– групове навчання;
– навчання через досвід;
– експерименти та дослідження;
– проєктне STEM-орієнтоване навчання;
– самонавчання;
– рефлексивне навчання;

– навчання із використанням інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ);
– використання ігр для навчання;
– різні представлення навчальних результатів та дидактичних матеріалів.

4. Соціально-емоційний аспект, що охоплює принципи, які стосуються аспектів підвищення соціально-емоційних навичків, інтересів, мотивації, залучення суб'єктів навчальної діяльності у STEM-орієнтованому навчальному середовищі:
– соціальні та емоційні навички;
– задоволення від навчання;
– зовнішня мотивація;
– внутрішня мотивація;
– справедливість, рівність, небайдужість;
– почуття приналежності;
– взаємодія учнів та вчителів;
– взаємозв'язок між домашнім і шкільним навчанням та спільнотами;
– безпека.

5. Навчальна сумісність, що передбачає забезпечення переконання учасників навчального процесу, що створене навчальне середовище є сумісним із контекстом, формами та методами навчання у закладі освіти:
– освітні потреби та виклики;
– освітня система;
– загальні навчальні цілі та зміст;
– предметні цілі та зміст;
– навчальні практики на рівні групи;
– організаційні практики;
– система та практика оцінювання;
– завдання та види діяльності.

6. Гендерна складова, яка передбачає забезпечення переконання учасників навчального процесу, що навчальння у STEM-орієнтованому навчальному середовищі є ефективним та функціональним для всіх учнів закладу освіти:
– гендерно-чутливий підхід при навчанні та викладанні;
– заохочення всіх учнів до STEM кар'єри поза традиційними гендерними ролями;
– розширення можливостей навчального середовища;
– підкреслювання актуальності STEM кожного дня.

Ця рамка стосується загальних принципів проєктування, що можуть бути застосовані при проєктуванні STEAM-орієнтованого освітнього середовища. Крім вищезазначених категорій, що мають бути враховані при створенні моделі цього середовища, організаторам навчання необхідно забезпечити динамічне поєднання цифрових інструментів (зокрема ІКТ) із звичайними інструментами та методами, що потребує постійної підтримки розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителів, які є безпосередніми учасниками навчального процесу у межах STEAM-орієнтованого освітнього середовища.

Слід відмітити педагогічну модель STEAM-орієнтованого освітнього середовища «Логічна модель STEM і STEAM школи» (англ. STEM and STEAM School Logic Model), що запропонували вчителі школи Огайо (Dell'Erba, 2019), що відображена на рисунку 2.

Модель враховує зовнішній вплив глобалізаційних процесів суспільства, економіки та освіти на формування цілей, що відображено у блоках «Культура навчання» і «Шляхи до успіху».

Так, у блоці «Культура навчання» визначені такі основні орієнтири щодо формування цілей STEAM освіти:
– культурні стратегії, що відображають інновації, підприємницький дух, запитання та співпрацю з індивідуальною відповідальністю учасників навчального процесу;
– інклюзивна місія, яка підтримує всіх студентів, адаптуючи навчальний процес до різних ситуацій, що можуть виникати у тих, хто навчаються;
– можливості для персоналізованого навчання учнів, що передбачає індивідуальні консультації учнів учителями;
– гнучке та автономне керівництво навчальним процесом, що передає спільне бачення і інноваційну інструкцію вчителів для проведення навчального проєкту у галузях STEAM.

У блоці «Шлях до успіху» визначені такі шляхи щодо забезпечення успішного результату навчання учнів:
– зв'язки навчання з бізнесом, промисловістю, вищою освітою, що забезпечують можливості досягти успіху в майбутній кар'єрі випускників школи;
– партнерські стосунки із представниками бізнесу, промисловістю, університетами та інститутами, що пропонують вищу освіту, надають та розширюють можливості молоді практичного і реального досвіду у світі.

Вище зазначені блоки відображають вплив на наступний блок моделі «Навчання і викладання», що включає:
– навчання, що готує учнів до майбутнього навчання у коледжах та кар'єри у галузях STEM, зберігає дисциплінарну та міждисциплінарну цілісність;
– автентичне, проблемне навчання та сприяння формування в учнів креативного дизайнерського мислення;
– інтегрована, інноваційна навчальна програма STEM;
– динамічні системи оцінювання, що включають автентичні оцінки, які передбачають використання завдань в умовах, наближених до реальних;
– добре підготовлений викладацький склад закладу освіти з постійним та персоналізованим професійним розвитком.

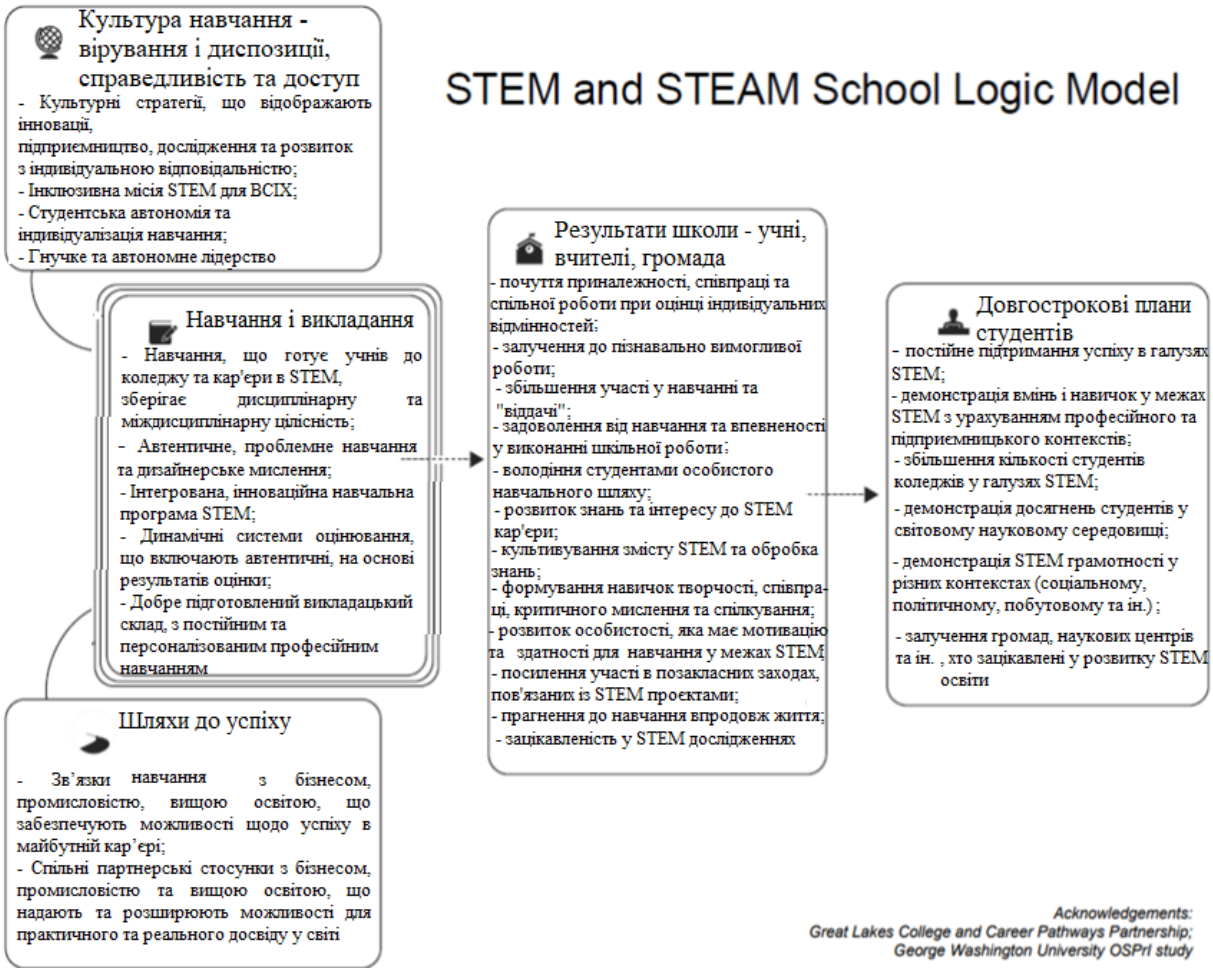


Рис. 2. Логічна модель STEAM навчання у школі досвід учителів США (Dell'Erba, 2019)

Блок «Навчання і викладання» пов'язаний з наступним блоком «результати школи», що відображає так звані «короткострокові плани» (зазвичай ці плани розраховані на рік). Цей блок охоплює такі основні пункти:

– співпраця всіх учасників навчального процесу при оцінюванні навчальних результатів учнів;

– володіння учнями особистими навчальними шляхами;

– набуття учнями нових знань та розвиток їхніх вмінь і навичок у галузях STEM;

– формування навичок творчості, співпраці, творчого мислення та спілкування у всіх учасників навчального процесу;

– розвиток особистості, яка має мотивацію та здатності для навчання у межах STEM;

– сприяння участі учнів у позакласних заходах, пов'язаних із STEAM проєктами;

– зацікавленість у STEAM дослідженнях усіх учасників навчального процесу.

Останній блок моделі є довгострокові плани щодо розвитку STEAM освіти у закладі освіти. Він включає такі напрями:

– постійне підтримання успіху учасників навчального процесу у галузях STEM;

– демонстрація учнями вмінь і навичок у межах STEAM з урахуванням професійного і підприємницького контекстів у їхній майбутній кар'єрі;

– демонстрація STEM грамотності у різних контекстах (соціальному, політичному, побутовому та ін.);

– залучення до розвитку STEAM освіти громад, наукових центрів та ін.

На нашу думку, блоки даної моделі є важливими для результативного впровадження STEAM підходу у навчальний процес школи та мають бути взаємопов'язаними та взаємозалежними один від одного.

Крім цього, відмітимо, що блок «Навчання та викладання» може бути пов'язаний із моделлю, яку пропонують дослідники М. Столман, Т. Дж. Мур, Г. Х. Роейр (Stohlmann & Moore & Roehrig, 2012), а саме, «Модель міркувань щодо інтегрованого викладання у STEM-орієнтованих класах» (англ. «The s.t.e.m. model of considerations for teaching integrated STEM education classes»). Нижче у таблиці 1 наданий план цієї моделі, згідно з баченням її авторів.

Так, ця модель складається з таких компонентів: підтримка, що відображає залежність розвитку моделі від різних чинників; навчання, що охоплює пропозиції для планування уроків із використанням STEM підходу та їх практичної реалізації; ефективність, що відображає основні напрями діяльності, які мають закінчуватися конкретним результатом навчального процесу; матеріали, що включають набори матеріалів, які слід оновлювати кожного навчального року, ІКТ та ін.

Таблиця 1

План «Моделі міркувань щодо інтегрованого викладання у STEM-орієнтованих класах» (Stohlmann & Moore & Roehrig, 2012)

<table>
<tr><td colspan="2">Підтримка</td></tr>
<tr><td colspan="2">– партнерство з університетами, коледжами, школами;
– забезпечення професійного розвитку вчителів, зокрема їхньої інформаційно-цифрової компетентності;
– забезпечення комунікації вчителів з учнями, батьками учнів, фахівцями та між собою;
– створення, організація та впровадження навчальних планів на основі STEM підходу та використання різних галузей мистецтв (англ. Art), тренінгів та контактів із фахівцями різних галузей STEM.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Навчання</td></tr>
<tr><td>Планування уроку</td><td>Практична реалізація навчального плану</td></tr>
<tr><td>– зосередження на взаємодії;
– подання презентацій;
– фокусування на поясненні учням концепцій;
– досягнення розуміння учнями вмінь і навичок, що вони мають набути у процесі навчання;
– базування навчання на креативному рішенні проблем;
– утілення ідеї учнецентризму;
– спирання на попередні знання учнів;
– використання ІКТ;
– зосередження на актуальних проблемах реального життя та культури</td><td>– формулювання питань, що необхідно поставити перед учнями;
– сприяння формуванню в учнів аргументованого мислення;
– врахування рефлексії;
– фокусування на розумінні учнями схем і моделей;
– використання динамічного оцінювання навчальної діяльності учнів, заснованого на використанні ІКТ;
– застосування імітаційних систем, тренажерів та ін.;
– сприяння дослідницькій діяльності учнів</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ефективність</td></tr>
<tr><td colspan="2">– використання змістових знань та педагогічних знань сприяють позитивній самоефективності;
– сприяння прихильності учнів до STEM освіти;
– планування результатів навчання;
– планування та організація критики результатів</td></tr>
<tr><td colspan="2">Матеріали</td></tr>
<tr><td colspan="2">– технологічні ресурси;
– широкий погляд на технології;
– набори матеріалів для занять;
– простір приміщення та зберігання матеріалів;
– столи для групової роботи</td></tr>
</table>

ОБГОВОРЕННЯ

З огляду на вищеописані моделі, слід підкреслити, що важливими є такі їх характеристики:

– нелінійнійність, що забезпечується прямими і зворотними зв'язками між учасниками начального процесу, оновленням змісту, засобів, методів і форм організації навчання відповідно до глобалізаційних процесів розвитку освіти;

– залежність від розвитку світової економіки, інформаційно-комунікаційних технологій, тенденцій розвитку освіти та ін.;

– гібрідність, що передбачає поєднання різних видів освіти (формальної, неформальної, інформальної), форм освіти (очна (денна, вечірня), заочна, дистанційна, мережева), використання змішаного навчання та ін.;

– залежність від цілей і результатів впровадження моделі, тобто формування навчального змісту відбувається відповідно до цілей і результатів впровадження моделі;

– мобільність, що передбачає доступність навчальних матеріалів та спілкування з учасниками навчального процесу у будь-який час і у будь-якому місці як для вчителів, так і для учнів;

– прогнозованість тенденцій і результатів проєктного навчання та досліджень, що плануються у межах моделі.

Вище описані моделі мають загальні важливі компоненти, що є необхідними при проєктуванні STEAM-орієнтованого освітнього середовища закладу загальної освіти (ЗЗО) для розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителів, а саме, їх можна назвати як: цільовий, комунікативний, змістовий, організаційно-діяльнісний, технологічний, результативно-діагностичний.

Розглянемо ці компоненти моделі STEAM-орієнтованого освітнього середовища ЗЗО для розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителів більш докладніше.

Цільовий компонент включає в себе: окреслення чинників впливу на формування мети, завдань, принципів та підходів навчання. Так, мета нашої моделі – розвиток інформаційно-цифрової компетентності вчителів, що є обов'язковою умовою для створення, підтримки та розвитку самого STEAM-орієнтованого освітнього середовища ЗЗО. Відповідно до мети сформовані такі завдання: створення STEAM-орієнтованого освітнього середовища ЗЗО, що буде впливати на розвиток інформаційно-цифрової компетентності вчителів та їхньої плідної роботи щодо удосконалення та підтримки зазначеного середовища; створення умов для розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителів; створення технологічної бази для здійснення навчального процесу у межах STEAM.

Комунікативний компонент охоплює такі завдання: забезпечення підтримки взаємодії учасників навчального процесу; підбір та ефективне застосування необхідних ІКТ для забезпечення постійної взаємодії учасників навчального процесу не залежно від часу та місця їх перебування; забезпечення якісного спілкування суб'єктів навчальної діяльності у вебінарах, тематичних форумах та ін.; сприяння розвитку вмінь і навичок учителів використанню ІКТ для підтримки взаємодії усіх учасників навчального процесу.

Організаційно-педагогічний компонент передбачає застосування необхідних підходів, форм, методів і засобів для розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителів, зокрема через їхню роботу над створенням, підтримкою та розвитком STEAM-орієнтованого освітнього середовища ЗЗО.

Змістовий компонент моделі охоплює такі завдання: створення курсів, тренінгів, відкритих масових он-лайн курсів, що сприятимуть розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителів для підтримки та розвитку STEAM-орієнтованого освітнього середовища ЗЗО.

Технологічний компонент передбачає рішення таких основних завдань: вибір інструментів (зокрема ІКТ) для створення середовища; вибір інструментів для підтримки STEAM навчання; добір інструментів для сумісної роботи учасників навчальних проєктів у галузях STEAM; вибір засобів для створення і проведення оцінювання діяльності та результатів навчання учнів у галузях STEAM.

Результативно-діагностичний компонент є реалізацією цільового компоненту і передбачає аналіз розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителів для підтримки та розвитку STEAM-орієнтованого освітнього середовища ЗЗО.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Отже, в результаті проведеного аналізу педагогічних моделей STEAM-орієнтованого освітнього середовища загального закладу освіти, були виокремлені характерні особливості такого середовища, а саме: нелінійність; залежність від розвитку світової економіки, інформаційно-комунікаційних технологій, тенденцій розвитку освіти та ін.; гібридність; залежність від цілей і результатів впровадження моделі; мобільність; прогнозованість тенденцій і результатів проєктного навчання та досліджень, що плануються у межах моделі.

Визначені основні компоненти STEAM-орієнтованого освітнього середовища загального закладу освіти для розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителів та описані завдання у межах цих компонентів: цільового, комунікативного, змістового, організаційно-діяльнісного, технологічного, результативно-діагностичного.

До перспектив подальшого дослідження можна віднести розробку методичних рекомендацій щодо проєктування та впровадження моделі STEAM-орієнтованого освітнього середовища загального закладу освіти для розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителів.

Список використаних джерел

1. Закон України «Про освіту» від 5.09.2017 №2145-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19 (Дата звернення 12.01.2020).
2. Педагогічна Конституція Європи (Pedagogical Constitution of Europe), 2013. URL: https://arpue.npu.edu.ua/ (Дата звернення 12.01.2020).
3. Поліхун Н. І., Постова К. Г., Сліпухіна І. А., Онопченко Г. В., Онопченко О. В. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів: методичні рекомендації. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 80 с.
4. Сороко Н. В. Проектування STEAM-орієнтованого цифрового середовища школи (зарубіжний досвід). Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. Випуск 177. Частина ІІ. Кропивницький: РВВ Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка, 2019. 100-104 с.
5. Сороко Н. В. Актуальні теми міжнародних масових відкритих он-лайн курсів для розвитку інформаційно-цифрової компетентності вчителя. Інформаційний бюлетень № 3, 2019. URL: https://u.to/ncyXGA (Дата звернення 02.02.2020).
6. Carretero S., Vuorikari R. and Punie Y. DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use, EUR 28558 EN, 2017. DOI:10.2760/38842.
7. Kuys B., Renda G. Connectivism as a pedagogical model within Industrial Design education. The International Design Technology Conference, DesTech2015, 29th of June – 1st of July 2015, Geelong, Australia. URL: https://researchbank.swinburne.edu.au/file/16177a7c-dcaa-4b07-8bfa-1c18afff27ba/1/PDF%20%28Published%20version%29.pdf (Last accessed: 12.04.2020).
8. Renda G. Connectivism as a Pedagogical Model within Industrial Design Education, 2015. URL: https://doi.org/10.1016/j.protcy.2015.07.004 (Last accessed: 12.04.2020).
9. Siemens G. Learning analytics and open, flexible, and distance learning, Distance Education, 2019, 40:3, 414-418, DOI: 10.1080/01587919.2019.1656153.
10. Dell'Erba M. Policy Considerations for STEAM Education, 2019. URL: https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED595045.pdf (Last accessed: 15.01.2019).
11. Mäkelä T., Fenyvesi K., Merjovaara O., Mäki-Kuutti M., Kenttälä V., Kankaanranta M., Haaf Ch., Christodoulou P. Pedagogical framework, design principles, recommendations, and guidelines for a STEM learning environment design. URL: https://stimey.eu/pedagogical_framework.pdf (Last accessed: 17.03.2020).
12. Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER),* *2*(1), Article 4, 2012. URL: https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1054&context=jpeer (Last accessed: 17.03.2020).

References

1. Zakon Ukrainy «Pro osvitu» (2017) [Law of Ukraine «On Education»]. Retrieved from: http://osvita.ua/legislation/ law/2231/ [in Ukrainian].
2. Pedahohichna Konstytutsiya Yevropy (2013) [Pedagogical Constitution of Europe]. Retrieved from https://arpue.npu.edu.ua/ [in Ukrainian].
3. Polikhun, N. I., Postova, K. H., Slipukhina, I. A., Onopchenko, H. V., Onopchenko, O. V. (2019). Uprovadzhennya STEM-osvity v umovakh intehratsiyi formal'noyi i neformal'noyi osvity obdarovanykh uchniv: metodychni rekomendatsiyi [Introduction of STEM-education in the conditions of integration of formal and non-formal education for gifted students: methodical recommendations]. Kyiv: Institute of Gifted Children of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, 80. [in Ukrainian].
4. Soroko, N. V. (2019). Proektuvannya STEAM-oriyentovanoho tsyfrovoho seredovyshcha shkoly (zarubizhnyy dosvid) [Designing a STEAM-oriented education environment (foreign experience)]. Naukovi zapysky. Seriya: Pedahohichni nauky. Vypusk 177. Chastyna II. Kropyvnyts'kyy: RVV Tsentral'noukrayins'koho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu. [in Ukrainian].
5. Soroko, N. V. (2019). Aktual'ni temy mizhnarodnykh masovykh vidkrytykh on-layn kursiv dlya rozvytku informatsiyno-tsyfrovoyi kompetentnosti vchytelya. Informatsiynyy byuleten' № 3. [Topics massive international open online courses for the development of information and digital competence of teachers. Newsletter № 3.]. Retrieved from https://u.to/ncyXGA. [in Ukrainian].
6. Carretero, S., Vuorikari, R. and Punie, Y. (2017). DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use, EUR 28558 EN, doi:10.2760/38842, 48 p. [in English].
7. Blair Kuys, Gianni Renda. Connectivism as a pedagogical model within Industrial Design education. The International Design Technology Conference, DesTech2015, 29th of June – 1st of July 2015, Geelong, Australia. Retrieved from https://researchbank.swinburne.edu.au/file/16177a7c-dcaa-4b07-8bfa-1c18afff27ba/1/PDF%20%28Published%20version%29.pdf. [in English].
8. Gianni Renda. Connectivism as a Pedagogical Model within Industrial Design Education. https://doi.org/10.1016/j.protcy.2015.07.004. [in English].
9. George Siemens (2019) Learning analytics and open, flexible, and distance learning, Distance Education, 40:3, 414-418, DOI: 10.1080/01587919.2019.1656153. [in English].
10. Mary Dell'Erba (2019). Policy Considerations for STEAM. Education Retrieved from: https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED595045.pdf. [in English].
11. Pedagogical framework, design principles, recommendations, and guidelines for a STEM learning environment design / Tiina Mäkelä, Kristof Fenyvesi, Olli Merjovaara, Matias Mäki-Kuutti, Veera Kenttälä, Marja Kankaanranta, Christina Haaf, Panagiota Christodoulou. Retrieved from: https://stimey.eu/pedagogical_framework.pdf. [in English].
12. Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 2*(1), Article 4. [in English].

THE PEDAGOGICAL MODELS OF STEAM-ORIENTED EDUCATIONAL ENVIRONMENT FOR THE TEACHERS' DIGITAL COMPETENCE DEVELOPMENT

Nataliia Soroko

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

Abstract.

Formulation of the problem. *The active development of the knowledge society requires the reform of education and the revision of traditional teaching methods from the standpoint of updating the forms, means, and content following such global processes as globalization and the information revolution. Because of this, it is important to design models of educational environments under the implementation of global trends in new approaches to learning at different levels of personal education. One such trend is STEAM education, which requires the design of the STEAM-oriented educational environment. At the same time, the teachers' information and digital competence development becomes especially important, which is important for the support and development of education following the requirements of the information society. With this in mind, the article aims to analyze pedagogical models of the STEAM-oriented educational environment of a general school and highlight the characteristics of such an environment and proposals for the main components of the STEAM-oriented educational environment of a general school for the teachers' information and digital competence development.*

Materials and methods. *To achieve the goal of the article, we used methods of systematic and comparative analysis of scientific literature and project reports on the processes of designing pedagogical models of STEAM-oriented educational environment of a general school; theoretical methods of synthesis and generalization to formulate conclusions and proposals for creating a model of STEAM-oriented educational environment of a general school for the teachers' information and digital competence development.*

Results. *Models of STEAM-oriented educational environment of a general school, which were created within the framework of international projects and Ukraine, are analyzed. The important components which are necessary at designing of STEAM-oriented educational environment of a general school for the teachers' information and digital competence development are allocated: purpose, communicative, semantic, organizational and activity, technological, resultant, and diagnostic.*

It is determined that the purpose component should relate to the delineation of factors influencing the formation of goals, objectives, principles and approaches to learning; the communicative component should cover the following tasks to support the interaction of participants in the learning process; the organizational and pedagogical component should provide for the application of the necessary approaches, forms, methods and tools for the teachers' information and digital competence development; the content component of the model should reflect the main objectives of creating courses, trainings, open mass online courses that will promote the teachers' information and digital competence development to support and develop STEAM-oriented educational environment of the general school; the technological component should include the solution of tasks of selection of means for maintenance of creation, support and development of STEAM-oriented educational environment of general school; the result-diagnostic component

is the implementation of the purpose component and provides an analysis of the teachers' information and digital competence development to support and develop STEAM-oriented educational environment of the general school.

Conclusions. *As a result of the analysis of pedagogical models of STEAM-oriented educational environment of the general school, the characteristic features of such environment were singled out, namely: nonlinearity; dependence on the development of the world economy, information and communication technologies, trends in education, etc .; hybridity; dependence on the goals and results of the model implementation; mobility; predictability of trends and results of project-based learning and research planned within the model.*

The main components of the STEAM-oriented educational environment of a general school for teachers' information and digital competence development are defined and the tasks within these components are described: target, communicative, content, organizational-activity, technological, result-diagnostic.

Prospects for further research include the development of guidelines for the design and implementation of a model of STEAM-oriented educational environment of the general school for the teachers' information and digital competence development.

Keywords: *STEAM-education, STEAM-oriented educational environment, information-digital competence, teachers' information-digital competence, design of pedagogical models.*

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Татауров В.П., Шишкіна М.П. Методика використання сервісів Microsoft Office 365 для підтримування спільної роботи студентів. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 151-158.

Tataurov V., Shyshkina M. The method of using Microsoft Office 365 services to support students collaborative learning. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 2(24). P. 151-158.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-024-2-020
УДК 378.091.31:004.9

В.П. Татауров
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, Україна
viktor.tataurov@kpnu.edu.ua
ORCID: 0000-0001-9490-8981
М.П. Шишкіна
Інститут Інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, Україна
shyshkina@iitlt.gov.ua
ORCID: 0000-0001-5569-2700

МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ СЕРВІСІВ MICROSOFT OFFICE 365 ДЛЯ ПІДТРИМУВАННЯ СПІЛЬНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

АНОТАЦІЯ

У роботі охарактеризовано основні компоненти методики використання хмарного сервісу Microsoft Office365 для підтримування спільної роботи студентів педагогічних спеціальностей в процесі навчання дисципліни «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті».

Формулювання проблеми. *Необхідність дослідження обумовлена потребою підвищення рівня ІКТ компетентності студентів, викладачів закладів педагогічної освіти в аспекті розвитку навичок використання хмарних сервісів підтримування спільної роботи, зокрема, сервісів Microsoft Teams, що входить до складу Microsoft Office365, ознайомлення їх з методичними засадами використання сервісів даного типу в освітньому процесі.*

Матеріали і методи. *Для досягнення мети роботи були використані загальнонаукові методи: а) теоретичні – аналіз психолого-педагогічної літератури з проблеми дослідження; узагальнення вітчизняного і зарубіжного досвіду; теоретичний аналіз, систематизація та узагальнення наукових фактів і закономірностей б) емпіричні – анкетування; опитування; бесіди з учасниками освітньо-наукового середовища; педагогічні спостереження за начальною і науковою діяльністю суб'єктів освітнього процесу, педагогічний експеримент. Експериментальна база дослідження: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, в експерименті взяли участь магістри фізичних, математичних, педагогічних спеціальностей закладу вищої педагогічної освіти, об'єм вибірки – 160 чоловік.*

Результати. *У роботі обґрунтовано, що запровадження методики використання сервісів Microsoft Office365 в освітній процес у закладі вищої педагогічної освіти сприятиме запровадженню інноваційних форм і методів навчання, більш активному використанню найсучасніших ІКТ, розвитку ІКТ-компетентностей учасників освітнього процесу, зокрема, навичок роботи у групі, покращенню результатів навчання.*

Висновки. *Використання сервісів Microsoft Office 365, зокрема сервісів Microsoft Teams, що входить до складу Microsoft Office365, в освітньому процесі є методично доцільним, запровадження спеціально розробленої методики використання цих сервісів підтвердило свою ефективність щодо організації спільної роботи студентів, полішенню їх активності і вмотивованості до навчання, розвитку ІКТ-компетентності в аспекті використання хмарних технологій, поліпшенню результатів навчання.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *хмарні сервіси, методика, спільна робота, освітнє середовище, заклад вищої освіти.*

ВСТУП

Постановка проблеми. У сучасному інформаційно-освітньому середовищі існують нові моделі організації навчальної діяльності, які базуються на інноваційних технологічних рішеннях щодо проектування освітнього середовища, серед яких значну роль відіграють хмарні рішення.

Питання адаптації і налаштування засобів та сервісів інформаційно-технологічного освітнього середовища з метою максимально реалізувати педагогічний потенціал використання найсучасніших ІКТ, зокрема, хмарних, досягти поліпшення результатів навчання, а також удосконалення процесу науково-дослідної діяльності студентів, розвитку навичок спільної роботи, потребує запровадження інноваційних підходів. Ці підходи мають забезпечити найбільш

доцільні способи організації доступу до програмного забезпечення навчального призначення, зокрема, на базі хмаро орієнтованих підходів, що належать до провідних моделей інформаційно-технологічних рішень організації інфраструктури освітнього середовища, а також постають каталізатором запровадження інноваційних методів і підходів в освітню практику.

Викладання дисципліни «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті» в системі підготовки фахівців зі спеціальності «Освітні, педагогічні науки» в педагогічному університеті відіграє особливу важливу роль, оскільки воно поєднує в собі як основні поняття та принципи інформатичних дисциплін, так і прикладні моделі та підходи до їх реалізації. Існують основні педагогічні підходи до проектування освітніх систем, у яких моделювання процесів використання ІКТ в освіті і наукових дослідженнях, прийняття рішень та математичного опису основних понять та принципів обробки даних, що є предметами комп'ютерного моделювання в інформатиці, відіграють провідну роль.

Використання *сервісів Microsoft Office 365* у процесі навчання дисципліни «ІКТ в освіті» дозволяє підвищити рівень ІКТ компетентності студентів, вчителів, поліпшення їх обізнаності з методиками і досвідом використання програмного забезпечення, що входить до складу *MS Office 365;* органічно поєднати викладення навчального матеріалу з допомогою сайтів SharePoint, Teams, проводити контрольні опитування та консультації; постійне удосконалення організації своєї діяльності за допомогою хмарних сервісів; змінити підхід до організації навчального процесу в цілому.

Актуальність роботи обумовлена необхідністю підвищення ефективності і результативності формування ІКТ компетентностей студентів педагогічних спеціальностей за рахунок ширшого використання у процесі навчання закладів вищої педагогічної освіти засобів і технологій хмарних обчислень, кращих зразків електронних ресурсів і сервісів, що гуртуються на використанні хмаро орієнтованих рішень, імплементація їх у до методику навчання дисципліни «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті», покращення рівня підготовки кадрів. Використання у закладах вищої педагогічної освіти найсучасніших хмарних сервісів є суттєвою передумовою підготовки фахівців, здатних до активної професійної діяльності і самореалізації у високотехнологічному суспільстві, готових до запровадження і використання інноваційних методик і засобів навчання, реалізації інноваційних форм, методів і підходів до його організації.

Аналіз актуальних досліджень. Результати останніх досліджень *(Вакалюк, 2016; Литвинова, 2016; Arpaci, 2017)* свідчать, що використання хмарних сервісів в освітньому процесі закладів вищої освіти є актуальним предметом досліджень. Аналіз вітчизняного та міжнародного досвіду використання хмарних технологій в процесі навчання педагогічних дисциплін підтверджує, що такий клас засобів навчання на основі ІКТ, як сервісів *Microsoft Office 365*, постійно привертає увагу дослідників [Glazunova et al., 2017; Harefa et al., 2019; Ratnam, K. A., 2017]. Цей пакет програм, що є складним, багатофункціональним, досить потужними і в той же час простим у використанні, стає незамінним при обслуговуванні різних процесів організації навчального процесу, візуалізації шаблонів, реалізації консультацій, організація групової роботи [Веденев]. *Microsoft Office 365* - це середовище для проектування та використання програмних засобів підтримки викладання педагогічних дисциплін, формування інноваційних педагогічних технологій.

В останні роки засоби та технології навчання основ використання інформаційних технологій в освіті в педагогічному університеті отримали подальший розвиток, зокрема на основі концепції хмарних обчислень. Ця концепція суттєво змінює існуючі погляди на організацію доступу та інтеграції додатків, тому існує можливість керувати більшими інфраструктурами ІКТ, що дозволяють створювати та використовувати як індивідуальні, так і колективні "хмари" у навчанні, хмаро орієнтованому просторі [Вакалюк, 2016, Носенко та ін., 2016, Glazunova et al, 2020].

Локалізація засобів, інструментів, програмних додатків навчального призначення «у хмарі», є перспективним напрямком їх розвитку, коли існує більше можливостей адаптації навчального середовища до навчальних досягнень, індивідуальних потреб та цілей тих, хто вчиться. "Спектр" навчальної та науково-дослідної діяльності розширюється як завдяки більшій професійній спрямованості змісту навчання дисципліни, так і розширенню доступу до інструментів дослідження. У зв'язку з цим ми повинні звернути увагу на питання обґрунтування теоретичних та методичних основ впровадження та використання *Microsoft Office 365*, визначення переваг та недоліків різних підходів до розгортання, дослідження та аналізу досвіду їх впровадження.

Методичні особливості організації навчання інформатичних дисциплін,ж зокрема, спільної роботи студентів із використанням *Microsoft Office 365* розглядаються у роботі [Glazunova et al, 2020]. Графічний інтерфейс MS Teams та способи його налаштування для навчального процесу описані у роботах Литвинової С.Г., Веденева В.М.

Все це свідчить про значний педагогічний потенціал використання хмарних сервісів у навчанні інформатичних дисциплін, здебільшого завдяки запровадженню нових форм і методів навчання, таких, як “перевернутий клас” [Glazunova, 2017], навчання у співробітництві, проектна робота студентів [Glazunova, 2020]та інших. Ці інноваційні педагогічні технології залишаються нині недостатньо методично опрацьованими, є лише перший досвід і напрацювання щодо їх педагогічного застосування. Тим часом, саме цей напрямок потребує найбільш ретельної уваги у зв'язку запровадженням нині парадигми Освіти 4.0, що ґрунтується на методах адаптивного і персоніфікованого навчання, функціонуванні практико-орієнтованих спільнот, інтелектуалізаццї ІКТ-середовища навчання, застосуванні передових “проривних” технологій. Зростає роль змішаного і дистанційного навчання, з огляду на поширення COVID-19. Кардинально змінюються підходи до навчання і ставлення до нього студентів і викладачів, яких не влаштовують застарілі підходи і обмеження.

В цих умовах необхідне масове впровадження найсучасніших технологій в освіту, що ґрунтуються в першу чергу, на хмаро орієнтованих підходах. Це неможливо без переосмислення підходів до формування ІКТ компетентності майбутніх педагогів, а також підвищення кваліфікації вже працюючих вчителів. У звязку з цим, Європейською Комісією були розроблені рамки цифрових компетентностей громадян, зокрема, Рамка цифрових компетентностей освітян - Digital Competence Framework for Educators (DigCompEdu), 2017, https://ec.europa.eu/jrc/en/digcompedu. Цей документ покликаний певною мірою відповісти на виклики, які постали перед освітянською спільнотою у зв'язку з промисловою і технологічною революцією. В ньому наголошується на необхідності пошуку принципово нових підходів до навчання, що

узгоджувалися б із сучасними запитами суспільства на підготовку високо компетентних, технологічно і професійно грамотних фахівців, які в той же час володіють навичками самоорганізації, спроможні до саморозвитку і самовдосконалення, ефективного розпізнавання і розв'язування проблем, а також до взаємодії і співпраці. Саме на формування такої особистості має бути спрямовано застосування провідних ІКТ у закладах освіти.

У зв'язку з цим, на перший план виходять методичні аспекти використання *Microsoft Office 365* у процесі навчання дисципліни «ІКТ в освіті», у межах якої як раз мають бути закладені основи ІКТ-компетентності майбутніх педагогів. Формування в студентів ІКТ-компетентностей, що відбувається у хмаро орієнтованому середовищі, забезпечує можливість використання інноваційних форм і методів навчання завдяки: ознайомленню з функціональними характеристиками *Microsoft Office 365*; розвитку навичок роботи з хмарним пакетом офісних програм; створення електронного навчального курсу з допомогою Sway; формування навичок роботи в групах з допомогою Teams; отримання необхідної бази знань для вивчення інших дисциплін; підвищення рівня засвоєння основ інформаційних технологій в освіті за рахунок широкого використання хмаро орієнтованих систем у навчальному процесі та науково-дослідній роботі.

Мета статті. Метою статті є обґрунтування компонентів методики використання системи *сервісів Microsoft Office 365* у процесі навчання дисципліни «ІКТ в освіті» у педагогічному університеті, спрямованої на розвиток навчання у співробітництві, групової взаємодії студентів та розвитку їх ІКТ-компетентності у відповідності до сучасних потреб і викликів інформаційного суспільства.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення мети роботи були використані загальнонаукові методи: а) теоретичні – аналіз психолого-педагогічної літератури з проблеми дослідження для з'ясування стану розробленості проблеми; узагальнення вітчизняного і зарубіжного досвіду; теоретичний аналіз, систематизація та узагальнення наукових фактів і закономірностей; б) емпіричні – анкетування; опитування; бесіди з учасниками освітньо-наукового середовища; педагогічні спостереження за начальною і науковою діяльністю суб'єктів освітнього процесу, педагогічний експеримент; в) статистичні – перевірка статистичних гіпотез для аналізу та інтерпретації результатів дослідження.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Методика використання MS Office 365 була запроваджена в освітній процес на фізико-математичному факультеті Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. MS Office 365 використовувався для надання спільного доступу до навчальних матеріалів студентам і викладачам, забезпечення умов для колективної роботи. Учасники освітнього процесу мали зареєструватися у хмаро орієнтованому середовищі, отримати акаунт, завдяки якому вони мали доступ до низки сервісів як для індивідуального, так і колективного використання. Зокрема, застосовувалися офісні сервіси (MS Word, MS PowerPoint, MS Excel, а також електронний записник OneNote), також учасникам надавався доступ до соціальної мережі Yammer, необмеженого обсягу пам'яті в хмарному сховищі для кожного користувача, а також інструментарію для створення сайтів SharePoint. За умов використання хмарних сервісів дані зберігаються у центрі обробки даних, а не на локальному комп'ютері користувача, тоді як доступ до них забезпечується через браузер, є можливим з різних пристроїв, з яких можна вийти в Інтернет. За хмарної моделі організації доступу до ІКТ виникають необхідні умови для формування навичок командної роботи, які потрібні сучасному фахівцеві, що має бути обізнаним з використанням ІТ (Рис. 1.).

Найважливіші особливості *Microsoft Office 365* з точки зору педагогічного використання вільний доступ, безпека та надійність зберігання інформації, контроль прав доступу, здатність легко адаптувати під різні цілі та задачі.

В умовах формування інформаційного суспільства дуже важливо підготувати висококваліфікованих фахівців, здатних проводити продуктивну роботу в цьому суспільстві. Тому необхідно шукати нові методичні підходи до організації навчання, які б сприяли глибокому засвоєнню та розумінню основних понять, правил, принципів і методів вивчення дисциплін, їх взаємозв'язку з суміжними дисциплінами та способів їх використання на практиці. Перспективний напрямок – інтеграція *Microsoft Office 365* у процес навчання з одного боку, автоматизувати деякі рутинні дії, зосереджуючи увагу студентів на оволодінні поняттями та принципами, які вивчаються, а з іншого – на зосередити увагу студентів на організацію навчального процесу як очного так і дистанційного.

Використання хмарних інструментів проектування середовища навчання є важливим фактором розширення доступу до них у процесі викладацької та дослідницької діяльності в галузі освітніх і педагогічних наук. Для цілей підтримування спільної роботи вибір необхідних сервісів залежить від вхідних даних та результату, який слід одержати. Наприклад, в курсі «Комп'ютерні мережі» одним із завдань є спроектувати корпоративну комп'ютерну мережу при цьому визначити можливі труднощі, «вузькі місця» та за необхідності додати додаткові аргументи, врахувати, що каналів доступу до всесвітньої мережі є кілька. В даному випадку ми підбираємо такі сервіси, які зможуть забезпечити комунікацію, планування етапів розробки, ведення звітності, доступ до технічної документації і т.п.

Для організації групової роботи нами використано сервіс Microsoft Teams, оскільки в даному сервісі реалізовано наступні можливості: можливість проводити відеоконференції, вести групове та індивідуальне спілкування, робити нотатки, створювати завдання, відслідковувати прогрес успішності, підключати сторонні сервіси. Уразі запису відеоконференції її в подальшому можна переглянути у Stream. Крім того оснащений системою меню, яка дозволяє організувати навчальний процес, тобто представити навчальні матеріали, провести опитування, оцінити результати навчання. Тому Microsoft Teams може бути використано для організації навчального процесу як педагогічного університету так і класичного університету (Кузьмінська, Волошина, Саяпіна, 2016). Застосування сервісів Microsoft Teams не спричинить студентам ніяких труднощів у вирішенні навчальних завдань від студентів потрібно лише мати доступ до мережі інтернет. Однак для користування хмарними сервісами необхідно пройти короткий інструктаж роботи з ними.

Мета використання *Microsoft Office 365* у процесі підготовки фахівців – формування здатності до успішного використання інформаційних технологій у своїй професійній діяльності, творчого підходу до вирішення нестандартних проблем, глибокого оволодіння основами дисципліни. З цією метою була розроблена методика використання *Microsoft Office 365* у процесі навчання дисципліни «ІКТ в освіті», спрямована на (i) формування професійних компетенцій майбутніх фахівців з основ інформаційних технологій в освіті, що дасть можливість у майбутньому адаптуватися до вимог інформаційного суспільства; (ii) розвиток творчого підходу до вирішення нестандартних завдань; та (iii) формування навичок використання ІКТ, необхідних для аналізу, моделювання та вирішення теоретичних та практичних задач у професійній діяльності. Використання цієї методики було предметом експериментальних досліджень із застосуванням *Microsoft Office 365*.

Одним із важливих напрямків використання *Microsoft Office 365* у навчанні дисциплін «ІКТ в освіті» є розв'язання та вивчення проблем використання ІКТ у професійній діяльності та наукових дослідженнях.

Завдяки впровадженню *Microsoft Office 365* у навчальний процес дисципліни «ІКТ в освіті» з'являється можливість зосередити студентів на ключових концепціях, принципах, підходах, звільнити час та зусилля, які витрачаються на створення навчального матеріалу, мультимедійне обслуговування і значно покращити процес викладання.

Велика кількість практичних задач з вивченням можливостей сервісів вивчається в рамках дисциплін «Організація та обробка електронної інформації», «Вступ до спеціальності», «Інформаційна культура діяльності сучасного фахівця», «Інформатика та комп’ютерна техніка», які вивчаються на різних спеціальностях фізико-математичного факультету

Прикладами таких завдань є робота в Word online, Excel online, створення текстових завдань в MS Forms, PowerPoint та Sway, отримують навички роботи з корпоративною поштою, планування свого часу з допомогою Завдань і несення їх в календар тощо.

При вирішенні задач галузі основ ІКТ в освіті реалізуються міждисциплінарні зв’язки інформатики, математики, економіки та інших дисциплін, що сприяє інтелектуальному розвитку студентів на основі формування уявлень про цілісність бачення світу, забезпечує формування навичок не тільки декларативні, але й процесуальні знання.

Можливості використання *Microsoft Office 365* для вирішення задач пошуку, обробки, обміну, зберігання та подання даних і відомостей досить широкі. Студент, використовуючи хмарні сервіси, вирішує поставлену перед ним задачу, і, таким чином, він не має психологічного бар'єру у застосуванні сучасних засобів ІКТ, а крім того, він також усвідомлює, які сервіси потрібно добрати для успішної реалізації проблеми. Рішення задач прикладного характеру за допомогою хмарних сервісів забезпечує можливість формування професійних компетентностей. Цікавим є також дослідження проблем організації групової (командної роботи), а саме забезпечення рівноправного доступу до середовища виконання завдань з можливістю одночасного їх розв’язання. Це, у свою чергу, сприяє вдосконаленню навичок командної роботи.

Вивчаючи модуль «Інформаційне освітнє середовище навчального закладу» студентам пропонується вивчити теоретичні засади моделювання й інтеграції хмарних сервісів, розглянути основні характеристики. Хмарні технології у просторі відкритої освіти. Моделі організації доступу до програмного забезпечення у хмаро орієнтованому освітньому середовищі закладу освіти. Модель інтеграції сервісів, додатків та технологій навчального середовища. Створення облікового запису, створення й оформлення власної сторінки користувача. Створення курсу за допомогою сайтів SharePoint (Рис1). Налаштування загальної структури сайту курсу на SharePoint: Встановлення необхідної кількості модулів курсу; додавання до модулів опису тем; координація навчального процесу. Організація спільної робочої дошки Padlet. Це все сприяє підвищенню розвитку ІКТ компетентності.

Рис. 1. Приклад сайту курсу «Програмування» створеного з допомогою SharePoint

Підсумовуючи розгляд курсу «ІКТ в освіті», слід зазначити, що широкий набір засобів комп'ютерної підтримки аналітичних, обчислювальних та графічних операцій робить хмарні сервіси одними із основних інструментів у професійній діяльності. У цьому сенсі MS Office 365 є з’єднувальною ланкою між інформатикою та методикою викладання, де дослідження зосереджуються як на розробці форм і методів представлення інформації, так і на створенні якісного навчального матеріалу.

Характеристики Microsoft Teams і аналіз шляхів використання сервісу для навчання основ інформаційних технологій в освіті.

Метою використання Microsoft Teams у процесі навчання основ ІКТ в освіті є фундаменталізація навчання та засвоєння основних принципів дисципліни. Ось приклад змістового модулю на тему "Хмаро орієнтовна система управління навчанням», під час вивчення якого студентам пропонується ознайомитись та вивчити наступні теми:

Система управління навчанням MS Teams. Філософія MS Teams, перспективи використання, можливості.

Початок роботи із системою Microsoft Teams. Ролі користувачів. Робота користувача в ролі автора курсу. Робота з навчальним курсом у Microsoft Teams. Структура вікна електронного навчального курсу. Робота з блоками курсу: блок «Команди» (перегляд учасників курсу, редагування відомостей про користувача), блок «Завдання», блок «Календар», «Чат» тощо. Знайомство зі сторінкою налаштувань параметрів курсу, редагування (зміна) загальних налаштувань електронного курсу.

Робота з «Блокнот для класу». Структура вікна, створення закладок. Особливості роботи з текстом, зображеннями тощо.

Створення електронного навчального курсу (Рис. 2). Створення категорій (підкатегорій). Навчальні плани і графіки навчального процесу. Формати створення курсів. Створення курсу в з допомогою «Блокнот для класу» структури.

Додавання та налаштування вкладок-програм: MindMeister, Planner, Stream, Web сайт, Вікі, Youtube.

Організація контролю і оцінювання навчальної діяльності студентів у Ms Forms. Створення і наповнення банку тестових завдань. Створення тесту. Додавання тесту до електронного навчального курсу. Додавання питань до тесту. Тестування та аналіз його результатів. Журнал оцінок. Робота з журналом оцінок. Виставлення оцінок за види навчальної діяльності. Дії з журналом оцінок. Шкали оцінок. Завершення курсу. Звіти.

Керування файлами в OneDrive. Робота з файлами. Комунікація в системі – розсилання сповіщень (чат), повідомлень; робота з блогами.

Кожна лабораторна робота супроводжується переліком питань для самоперевірки та низкою завдань для виконання під час самостійної роботи студентів. Основне завдання - сформувати практичні навички майбутніх фахівців формалізувати завдання та вирішити їх за допомогою сервісів MS Office365.

Таким чином, метод використання *Microsoft Office 365* як засобу навчання вивчення операцій майбутніх фахівців з комп'ютерів можна узагальнити так: ІКТ в освіті — Визначення розділів, підрозділів, тем і завдань —Відбір завдань — Демонстраційний приклад — Розвязання індивідуальних завдань за допомогою хмарного сервісу —Перевірка рівня засвоєння знань — Формування компетентного фахівця в галузі Освітніх, педагогічних наук.

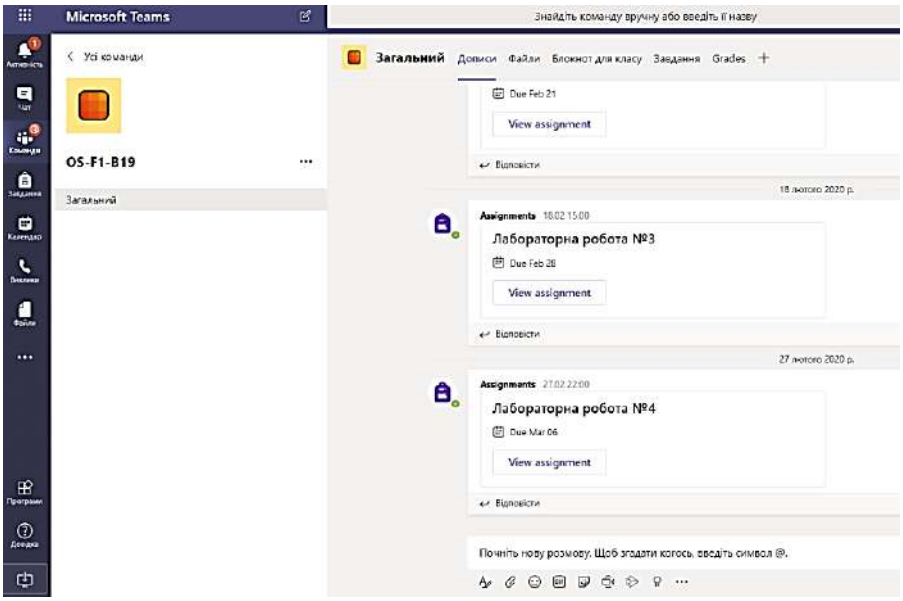


Рис. 2. Робоче вікно навчального курсу «Операційні системи» для студентів спеціальності Фізика

Дана методика використання хмарного сервісу MS Teams виправдала себе при організації та проведенні навчального процесу під час пандемії COVID-19. Лекційні, практичні проводились з домового функції відеозвязку та демонстрацією робочих столів студентів. Як вже було сказано вище відеозапис проведеного заняття зберігається на в сервісі Stream для того щоб студенти, які з різних причин не змогли вчасно бути присутніми на занятті могли переглянути лекцію чи практичну Рис. 3.

Для перевірки ефективності розробленої методики навчання було виконано порівняння навчальних досягнень студентів за рівнями підготовки за традиційною методикою та розробленою. Експериментальна база дослідження: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, в експерименті взяли участь магістри фізичних, математичних, педагогічних спеціальностей закладу вищої педагогічної освіти, об'єм вибірки – 160 чоловік. В ході експерименту було підтверджено ефективність розробленої методики, завдяки якій вдалося досягти підвищення рівня навчальних досягнень студентів, підтверджене за λ-критерієм Колмогорова-Смирнова. Результати експериментального [Татауров, Шишкіна, 2019].

Рис. 3. Вікно запису лекції

ОБГОВОРЕННЯ

Проведене дослідження свідчить, що засоби MS Office, зокрема, MS Teams, є ефективними для організації навчання курсу "ІКТ в освіті" для студентів педагогічних спеціальностей. Завдяки опануванню низки навчальних тем і проведення лабораторних робіт, які можна було організувати на єдиній платформі, до якої студенти могли отримувати доступ у будь-якому місці і у будь-який час, значно розширилися можливості організації якісного навчання; розширився доступ до навчальних ресурсів; підвищився рівень організації навчального процесу завдяки структуруванню навчального матеріалу і підтримуванню навчальних ресурсів в актуальному стані. У створеному середовищі можна застосовувати інноваційні методи навчання, зокрема, метод навчання у співробітництві, завдяки чому покращуються результати навчання, це виявляється у зростанні частки студентів з середнім і високим рівнем успішності з дисципліни. Виникає більше можливостей для студента взяти участь у дискусії, звернутися зі своїми питаннями до викладача або до інших членів групи, активно залучитися до виконання завдань. Він має персоніфікований доступ до навчальних ресурсів, а також може брати участь у колективній роботі з ними, в залежності від тих цілей, які будуть поставлені.

Завдяки використанню хмарних технологій можна сформувати поліфункціональне навчальне середовище на єдиній основі, завдяки чому вдається досягти активізації освітнього процесу, формувати у студентів навички колективної роботи над навчальними проектами, модерувати спільну роботу студентів та викладачів, ефективно опрацьовувати значні обсяги даних і відомостей, раціонально організовувати час і наявні ресурси. Всі ці навички є необхідними для повноцінного існування і самореалізації майбутнього фахівця в інформаційному суспільстві, що ставить перед його членами нові, сучасні вимоги.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Впровадження розробленої методики навчання дисципліни "ІКТ в освіті" в освітній процес студентів педагогічних спеціальностей створює умови для покращення результатів навчання, активізації групової роботи студентів. При рнозробленні методики були використані такі засоби і інфструментарій навчання у складі Microsoft Office 365, як OneDrive, OneNote, MicrosoftTeams, групи, календарі та ін. Це призвело до модернізації середовища навчання, розширення доступу до кращих знязків електронних ресурсів і сервісів, підвищення рівня ІКТ-компетентності студентів.

Перспективою подальших досліджень є подальше теоретичне обґрунтування та більш широка апробація розробленої методики, створення методичних рекомендацій щодо формування на цій основі високотехнологічного середовища навчання дисциплін у педагогічному університеті.

Список використаних джерел

1. Биков В.Ю. Хмарні технології, ІКТ-аутсорсинг і нові функції ІКТ підрозділів освітніх і наукових установ. Інформаційні технології в освіті, 2011. №10. С. 8-23.
2. Вакалюк Т.А. Модель хмаро орієнтованої системи підтримки навчання бакалаврів інформатики. Інформаційні технології і засоби навчання, 2016. № 6 (56). С. 64-76. http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1415/1098
3. Vedenev V. M. Transform Learning with Microsoft Teams http://surl.li/czvd
4. Кузьмінська, О. Г., Волошина, Т. В., & Саяпіна, Т. П. (2016). Технології навчання в умовах інноваційно-оієнтованого освітнього середовища: компетентснісний підхід та освітні комунікації. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Педагогіка, психологія, філософія, (253), 134-143.
5. Литвинова С. Г., Спірін О. М., Анікіна Л. П. Хмарні сервіси Office 365. Київ. : Компринт, 2015. 170 с.
6. Литвинова С. Г. Проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу : монографія. Київ. : Компринт, 2016. 354 с.
7. Носенко Ю. Г., Попель М. В., Шишкіна М.П.. Хмарні сервіси і технології у науковій і педагогічній діяльності. Київ, 2016. 79 с. http://lib.iitta.gov.ua/706199/
8. Ревунов Р.В., Янченко Д.В. К вопросу обеспечения дистанционного образовательного процесса программными продуктами компании Microsoft. Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. Т. 7. № 4(25). С. 189-192.

9. Татауров В.П., Чевська К.С. Використання сервісів для організації освітньо-інформаційного середовища студентів ІТ-спеціальностей. Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна, 2018. Вип. 24: С. 120-124.
10. Татауров В.П., Шишкіна М.П. Використання сервісів Microsoft Office 365 у процесі навчання дисципліни «Інформаційні технології в освіті» у закладі вищої педагогічної освіти. Фізико-математична освіта. 2019. Випуск 4(22). С. 124-129.
11. Arpaci Ibrahim. Antecedents and consequences of cloud computing adoption in education to achieve knowledge management. Computers in Human Behavior, 2017. Vol.70. Pp. 382-390.
12. Glazunova, O. G., Kuzminska, O. G., Voloshyna, T. V., Sayapina, T. P., & Korolchuk, V. I. (2017). E-environment based on Microsoft Sharepoint for the organization of group project work of students at higher education institutions. Інформаційні технології і засоби навчання, (62,№ 6), 98-113. https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1837
13. Glazunova, O. G., Voloshyna, T. V., & Dorosh, N. (2017). Development of professional and soft skills of future IT specialists in cooperation with leading IT companies. Інформаційні технології і засоби навчання, (60, вип. 4), 141-154.
14. Glazunova, O., Voloshyna, T., Korolchuk, V., & Parhomenko, O. (2020). Cloud-oriented environment for flipped learning of the future IT specialists. In E3S Web of Conferences (Vol. 166, p. 10014). EDP Sciences.
15. Harefa, N., Silalahi, N. F. D., Sormin, E., Purba, L. S. L., & Sumiyati, S. (2019). The difference of students' learning outcomes with project based learning using handout and sway Microsoft 365. Jurnal Pendidikan Kimia, 11(2), 24-30.
16. Ratnam, K. A., Sanghrajka, M., Su, I., Pawar, A., & Choo, R. (2017). Innovating teaching & learning practices with technology integration frameworks: A case on Asia Pacific University of Technology & Innovation on the adoption of Office 365 education platform & Cortana intelligence suite for education. In Proceedings of Microsoft Academic Conference for Higher Education 2017 (Vol. 8, No. 1).

References

1. Bykov, V. (2012). Khmarni tekhnolohii, IKT-autsorsynh i novi funktsii IKT pidrozdiliv osvitnikh i naukovykh ustanov [ICT Outsourcing and New Functions of ICT Departments of Educational and Scientific Institutions]. Information Technologies and Learning Tools, 30(4), http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/717 [In Ukrainian].
2. Vakaliuk T. (2016). Model khmaro oriientovanoi systemy pidtrymky navchannia bakalavriv informatyky [The model of the cloud-based system of informatics bachelors learning support]. Information Technologies and Learning Tools, 6 (56), 64-76, http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1415/1098 [In Ukrainian].
3. Vedenev V. M. Transform Learning with Microsoft Teams http://surl.li/czvd
4. Kuzminska, O. H., Voloshyna, T. V., & Sayapina, T. P. (2016). Texnolohiyi navchannya v umovax innovacijno-oiyentovanoho osvitn"oho seredovyshha: kompetentsnisnyj pidxid ta osvitni komunikaciyi. Naukovyj visnyk Nacional"noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrayiny. Seriya: Pedahohika, psyxolohiya, filosofiya, (253), 134-143.
5. Lytvynova, S. H., Spirin, O. M., Anikina, L. P. (2015). Khmarni servisy Office 365. [Office 365 cloud services]. Kiev. : Comprint [In Ukrainian].
6. Lytvynova S. H. (2016). Proektuvannia khmaro oriientovanoho navchalnoho seredovyshcha zahalnoosvitnoho navchalnoho zakladu [Designing a cloud-oriented educational environment of a comprehensive educational institution]: a monograph. Kyiv: Comprint [In Ukrainian].
7. Nosenko Yu. H., Popel M. V., Shyshkina M.P. (2016). Khmarni servisy i tekhnolohii u naukovii i pedahohichnii diialnosti. [Cloud services and technologies in scientific and pedagogical activity], Kyiv, http://lib.iitta.gov.ua/706199/ [In Ukrainian].
8. Revunov R.V., Yanchenko D.V. K voprosu obespechenyya dystancyonnoho obrazovatel"noho processa prohrammnыmy produktamy kompanyy Microsoft. Azymut nauchnых yssledovanyj: pedahohyka y psyxolohyya. 2018. T. 7. № 4(25). S. 189-192
9. Tataurov, V.P., Chevska, K.S. (2018). Vykorystannia servisiv dlia orhanizatsii osvitno-informatsiinoho seredovyshcha studentiv IT-spetsialnostei. [Use of services for organization of educational and information environment of students of IT-specialties]. Collection of scientific works of Kamianets-Podilskyi National University named after Ivan Ogienko. The series is pedagogical, 24, 120 – 124 [In Ukrainian].
10. Tataurov, V.P., Shyshkina M.P. The use of Microsoft Office 365 services in the process of learning information technologies in education in higher education pedagogical institution. Physical and Mathematical Education. 2019. Issue 4(22)/ P.124-129 [In Ukrainian].
11. Arpaci Ibrahim. (2017). Antecedents and consequences of cloud computing adoption in education to achieve knowledge management. Computers in Human Behavior, 70, 382-390.
12. Glazunova, O. G., Kuzminska, O. G., Voloshyna, T. V., Sayapina, T. P., & Korolchuk, V. I. (2017). E-environment based on Microsoft Sharepoint for the organization of group project work of students at higher education institutions. Інформаційні технології і засоби навчання, (62,№ 6), 98-113. https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1837
13. Glazunova, O. G., Voloshyna, T. V., & Dorosh, N. (2017). Development of professional and soft skills of future IT specialists in cooperation with leading IT companies. Інформаційні технології і засоби навчання, (60, вип. 4), 141-154.
14. Glazunova, O., Voloshyna, T., Korolchuk, V., & Parhomenko, O. (2020). Cloud-oriented environment for flipped learning of the future IT specialists. In E3S Web of Conferences (Vol. 166, p. 10014). EDP Sciences.
15. Harefa, N., Silalahi, N. F. D., Sormin, E., Purba, L. S. L., & Sumiyati, S. (2019). The difference of students' learning outcomes with project based learning using handout and sway Microsoft 365. Jurnal Pendidikan Kimia, 11(2), 24-30.
16. Ratnam, K. A., Sanghrajka, M., Su, I., Pawar, A., & Choo, R. (2017). Innovating teaching & learning practices with technology integration frameworks: A case on Asia Pacific University of Technology & Innovation on the adoption of Office 365 education platform & Cortana intelligence suite for education. In Proceedings of Microsoft Academic Conference for Higher Education 2017 (Vol. 8, No. 1).

THE METHOD OF USING MICROSOFT OFFICE 365 SERVICES TO SUPPORT STUDENTS COLLABORATIVE LEARNING

Viktor Tataurov
Kamianets-Podilskyi National University named after Ivan Ogienko, Ukraine
Mariya Shyshkina
Institute of Information Technologies and Learning Tools of NAES of Ukraine

Abstract. *The paper describes the main components of the methodology of using the cloud service Microsoft Office365 to support the joint work of students of pedagogical specialties in the process of learning the discipline "Information and Communication Technologies in Education".*

Formulation of the problem. *The value for this research is due to the need to increase the level of ICT competence of students, teachers of pedagogical universities in terms of developing their skills in using cloud services to support collaboration, in particular, Microsoft Teams services, as part of Microsoft Office365.*

Materials and methods. *To achieve the goal of the work the research methods were used: a) theoretical - analysis of psychological and pedagogical literature on the problem of research; generalization of domestic and foreign experience; theoretical analysis, systematization, and generalization of scientific facts and laws b) empirical - questioning; poll; conversations with participants of the educational and scientific environment; pedagogical observations on the initial and scientific activity of the subjects of the educational process, pedagogical experiment. The experimental base of research: Kamyanets-Podilskyi National University named after Ivan Ogienko, masters of physical, mathematical, pedagogical specialties of the pedagogical institution of higher education, sample size - 160 people.*

Results. *The paper substantiates that the introduction of methods of using Microsoft Office365 services in the educational process of pedagogical universities will promote the introduction of innovative forms and methods of teaching, more active use of modern ICT, development of ICT competencies of participants in the educational process, in particular, group learning skills.*

Conclusions. *The use of Microsoft Office 365 services, in particular Microsoft Teams services, which is part of Microsoft Office365, in the educational process is methodically expedient, the introduction of specially developed methods of using these services has proved its effectiveness to support student collaboration, improving their activity and motivation to learn, develop ICT competence in the aspect of using cloud technologies, improving learning outcomes.*

Keywords: *cloud services, methodology, collaboration, educational environment, higher education institution.*

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

Ткачук В.В., Семеріков С.О., Єчкало Ю.В., Маркова О.М., Мінтій М.М. Засоби розробки доповненої реальності для Web: порівняльний аналіз. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 159-167.

Tkachuk V., Semerikov S., Yechkalo Yu., Markova O., Mintii M. WebAR development tools: comparative analysis. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 2(24). P. 159-167.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-024-2-021
УДК [004.946+004.358]::004.4'27::004.738.5

В.В. Ткачук
Криворізький національний університет, Україна
viktoriya.tkachuk@gmail.com
ORCID: 0000-0002-5879-5147
С.О. Семеріков
Криворізький державний педагогічний університет, Україна
semerikov@gmail.com
ORCID: 0000-0003-0789-0272
Ю.В. Єчкало
Криворізький національний університет, Україна
uliaechk@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0164-8365
О.М. Маркова
Криворізький національний університет, Україна
kissa_oks@ukr.net
ORCID: 0000-0002-5236-6640
М.М. Мінтій
Криворізький державний педагогічний університет, Україна
mykhailo.mintii@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0488-5569

ЗАСОБИ РОЗРОБКИ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ДЛЯ WEB: ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. *Засоби розробки доповненої реальності для Web, призначені для підвищення рівня наочності навчання, самі є далекими від наочності та доступності, що породжує проблему добору та апробації засобів розробки програмного забезпечення із доповненою реальністю для Web для початківців, що володіють основами веб-розробки: учнів ліцеїв та студентів молодших курсів інформатичних спеціальностей. Мета дослідження: виконати порівняльний аналіз засобів розробки доповненої реальності для Web з метою добору засобів, доступних для початківців.*

Матеріали і методи: *аналіз джерел та програмного забезпечення з метою визначення стану розв'язання проблеми дослідження та добору засобів розробки доповненої реальності для Web.*

Результати. *Виконаний огляд засобів розробки програмного забезпечення із доповненою реальністю для Web надав можливість рекомендувати для опанування початківцями такі комбінації засобів візуалізації комп'ютерних моделей у Web та засобів відстеження реальних об'єктів: A-Frame та AR.js – API для швидкого прототипування, значна частина програм з використанням яких є HTML-подібним кодом; Three.js та JSARToolKit – для поглибленого рівня, що передбачає створення програм засобами JavaScript.*

Висновки. *Програмні засоби із доповненою реальністю, розроблені із використанням вказаних пар засобів, можуть бути розміщені в Інтернет на одному із хмарних сервісів. Виходячи з того, що бібліотека Three.js є основною A-Frame так само, як JSARToolKit є основою AR.js, необхідною є розробка інструктивних матеріалів насамперед із спільного використання A-Frame та AR.js. У майбутніх дослідженнях планується розробити окремі елементи методики навчання розробки програмного забезпечення із доповненою реальністю для Web, а також прототип програмного забезпечення, що надає можливість використання наочних (фотографічних та рисункових) маркерів для підготовки профорієнтаційних веб-квестів.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *доповнена реальність, програмне забезпечення, WebAR, A-Frame, AR.js, Three.js, JSARToolKit.*

ВСТУП

Постановка проблеми. Доповнена реальність (augmented reality, також відома як mixed reality) є сьогодні досить популярною технологією, що поступово набуває поширення в системі освіти. Основним напрямом застосування доповненої реальності в освіті є забезпечення наочності навчання шляхом візуалізації комп'ютерних моделей об'єктів та систем за допомогою пристроїв загального (комп'ютер, обладнаний убудованою або зовнішньою веб-камерою), спеціального (окуляри доповненої реальності, шоломи віртуальної реальності) призначення та адаптованих пристроїв (мобільні телефони). Саме останній клас пристроїв є найбільш поширеним серед всіх учасників освітнього процесу. Станом на травень 2020 року в Україні нараховується 8,3 млн. користувачів мобільних ігор, 26,2 % яких – у віці 18-24 роки (www.statista.com/outlook/211/338/mobile-games/ukraine). За даними 2019 року, українські мобільні користувачі у віці 16-25 років найчастіше використовують соціальні мережі (92 %), засоби для обміну повідомленнями (66 %), відеозастосунки (64 %) та мобільні ігри (50 %) (www.statista.com/statistics/1023304/ukraine-popularity-app-categories/). Порівняння останніх двох джерел надає можливість зробити висновок про те, що в Україні від 16 до 16,6 млн. користувачів мобільних пристроїв, що є учнями старших класів, студентами всіх рівнів вищої освіти або особами юнацького віку. За даними Держстату України, на початок 2019/2020 року в коледжах, технікумах, училищах, університетах, академіях та інститутах навчалось 1,440 млн. студентів (www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2005/osv_rik/osv_u/vuz_u.html), при цьому у віці 16-25 років перебувало 4,163 млн. осіб (database.ukrcensus.gov.ua/PXWEB2007/ukr/publ_new1/2020/zb_chuselnist%202019.pdf).

Аналіз актуальних досліджень. Порівняння наведених статистичних даних вказує на те, що кожна особа юнацького віку має у середньому 2 мобільні номери (один мобільний пристрій із двома SIM-картами або два окремих мобільних телефони).

Станом на квітень 2020 року, на 82,1 % мобільних пристроїв в Україні встановлена операційна система Android (gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/ukraine), а провідним веб-браузером є Chrome (використовується на 72,9 % пристроїв) (gs.statcounter.com/browser-market-share/mobile-tablet/ukraine/). Ураховуючи, що третій за популярністю веб-браузер – Opera – побудований на ядрі Chrome (dev.opera.com/tags/webkit/), частка Chrome досягає 80 %.

Незважаючи на наявність окремих клієнтів для соціальних мереж, обміну повідомленнями, перегляду відео та мобільних ігор, веб-браузер є універсальним засобом для виконання відповідних задач та швидкого створення нових програм для роботи у веб-середовищі. Головною перевагою веб-клієнтів є їх універсальність (версії Chrome існують для всіх мобільних платформ), а головним недоліком донедавна була низька швидкість виконання програм. Поява у березні 2017 року WebAssembly (webassembly.org/) надала можливість не лише суттєво прискорити виконання веб-програм, а й перенести у веб-середовище програмне забезпечення, створене для інших платформ.

Ключовим для створення програмного забезпечення із доповненою реальністю є доступ до якісних бібліотек машинного зору, розпізнавання та відслідковування об'єктів, таких як ARToolKit та її веб-версії JSARToolKit5 (github.com/artoolkitx/jsartoolkit5), застосування якої надає можливість розробки програмного забезпечення із доповненою реальністю для Web. Водночас досвід спільного застосування JSARToolKit5 та WebGL виявив, що:

– маркери, що використовує JSARToolKit5, є двовимірним різновидом штрих-коду, що має низький рівень наочності;

– візуалізація об'єктів за допомогою WebGL потребує глибокого розуміння принципів роботи 3D-графіки та значних обсягів програмного коду.

Таким чином, дані засоби розробки доповненої реальності для Web, призначені для підвищення рівня наочності навчання, самі є далекими від наочності та доступності, що породжує проблему дослідження – добір та апробація засобів розробки програмного забезпечення із доповненою реальністю для Web для початківців, що володіють основами веб-розробки: учнів ліцеїв та студентів молодших курсів інформатичних спеціальностей.

Мета статті: виконати порівняльний аналіз засобів розробки доповненої реальності для Web з метою добору засобів, доступних для початківців.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Програмувати доповнену реальність (AR – augmented reality) – інноваційно (модно, цікаво, корисно та ін.) останні 60 років (Syrovatskyi, Semerikov, Modlo, Yechkalo & Zelinska, 2018), а її використання у веб-середовищі зумовлено виключно поточним станом розвитку технологій. Для початку роботи з нею необхідно мати лише AR-сумісний браузер, такий як Firefox або Chrome, та текстовий редактор (типу mcedit або Sublime). Базові знання основ веб-розробки (HTML, CSS та JavaScript) є необхідними для початківця, а досвід роботи з веб-API та GitHub стануть у пригоді.

Надалі під AR будемо розуміти здатність пристрою, зокрема мобільного пристрою або веб-браузера, відстежувати зображення або відображати 3D-об'єкт поверх цього зображення (Модло, Єчкало, Семеріков & Ткачук, 2017). Головна ідея AR полягає в тому, щоб відобразити комп'ютерну модель у реальному часі та реальному просторі з метою взаємодії між користувачем у реальному просторі та 3D-моделі у віртуальному (Tkachuk, Yechkalo & Markova, 2017; Yechkalo, Tkachuk, Hruntova, Brovko & Tron, 2019) (рис. 1).

AR може бути як маркерним, так й безмаркерним. У маркерній AR пристрій відстежує 2D-маркер: коли він знаходиться, на ньому фактично відображається 3D-об'єкт (рис. 2). У безмаркерному варіанті пристрій буде шукати плоску поверхню (стіл, підлогу тощо), і розташовуватимемо 3D-об'єкт на ній.

Використовуючи камеру пристрою, AR надає можливості відображення комп'ютерно згенерованих об'єктів в ігрових, маркетингових та інших програмах – наприклад, для розстановки меблів у вітальні або примірки одягу перед їх покупкою. Це дійсно велика можливість для бізнесу – показати, як виглядає продукція, перш ніж будь-який споживач дійсно її купує (Mintii & Soloviev, 2018).

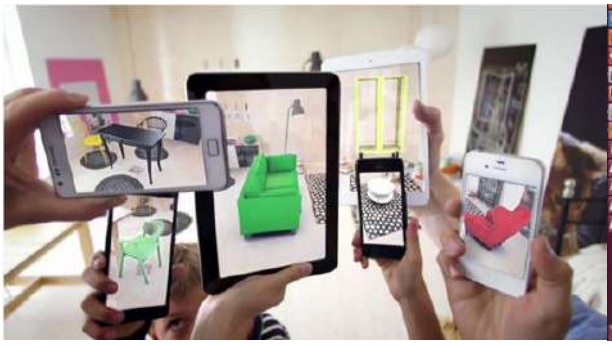


Рис. 1. Приклад роботи засобів AR на різних типах мобільних пристроїв (www.cleveroad.com/blog/augmented-reality-as-a-powerful-tool-to-boost-your-business)

Рис. 2. Приклад роботи маркерної AR (vimeo.com/92520735)

Для AR розробляються спеціальні пристрої, як правило, у вигляді шоломів та гарнітур, що надають можливість занурення користувача у модельне середовище.

AR доповнює реальний світ 3D-моделями, якими можна керувати за допомогою мобільного пристрою в будь-якому місці. Віртуальна реальність (Virtual Reality – VR) занурює користувача у модельний світ, для чого, як правило, необхідні наголовні дисплеї (Head Mounted Devices – HMD) (рис. 3).

а (https://www.iconcolleges.com/2017/06/10/how-education-will-change-in-the-future/)

б (otssolutions.com/blog/how-to-use-ar-and-vr-in-education-industry/)

Рис. 3. Використання шоломів віртуальної реальності для самостійної (а) та спільної (б) роботи

Інтерактивність у програмах для AR і VR забезпечується дуже схоже. Так, наприклад, VR фактично використовує контролери, а у деяких випадках й відстеження рук, що надає змогу користувачеві взаємодіяти з 3D-об'єктами всередині сцени, у якій вони знаходяться.

До головних небезпек використання HMD для роботи у VR відносяться:

– напруження очей;

– запаморочення і головні болі після використання HMD.

На відміну від VR, AR не має таких значних ризиків для здоров'я. Тим не менш, викликає занепокоєння можливість користувачів залишатися зосередженими на тому, що вони роблять, під час використання AR – зокрема, з причин безпеки.

Найбільш поширений тип пристосованих пристроїв, готових для AR – смартфони та планшети (рис. 4) з операційними системами iOS (версія 11 та вище під управлінням iPhone та iPad) та Android (версія 7 та вище).

Рис. 4. AR Anatomy на планшеті (geekswipe.net/research/engineering/augmented-reality-in-engineering-and-education/)

Для веб-браузерів AR доступна, якщо у них реалізована підтримка WebRTC (developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebRTC_API) та WebGL (developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebGL_API) – насамперед Google Chrome та Mozilla Firefox.

Microsoft HoloLens є HMD-подібною гарнітурою для AR, що знаходиться у активній розробці (www.microsoft.com/en-us/hololens). Так само, як і Google Glass (www.google.com/glass/start/)], вона розрахована на корпоративне використання, але, на відміну від Glass, спільно не з Android, а з Windows 10.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналіз джерел та програмного забезпечення з метою визначення стану розв'язання проблеми дослідження та добору засобів розробки доповненої реальності для Web.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

WebGL (OpenGL ES for the Web) є API для 3D-графіки у веб-браузері, що розробляється The Khronos Group Inc (www.khronos.org/webgl/). WebGL використовує мову програмування шейдерів GLSL (OpenGL Shader Language) та є частиною об'єктної моделі документа (DOM API) браузера. Всі провідні розробники браузерів Apple (Safari), Google (Chrome), Microsoft (Edge), та Mozilla (Firefox) є членами WebGL Working Group. Поточна версія WebGL – 2.0 відповідає стандарту OpenGL ES 3.0 API.

Програма, описана за допомогою WebGL, містить як код на JavaScript, та й C-подібний код GLSL. Приклад простої програми для побудови трикутника (рис. 5) з (www.tutorialspoint.com/webgl/webgl_sample_application.htm) містить 105 рядків коду, шо утворюють 5 блоків:

1. Підготовка полотна (HTML-об'єкт canvas) та отримання контексту рендерингу WebGL.
2. Визначення атрибутів геометрії, таких як вершини, індекси та ін., і збереження їх у буферних об'єктах.
3. Створення та компіляція програм для вершинних і фрагментних шейдерів.
4. Зв'язування шейдерних програми з буферними об'єктами.
5. Відображення потрібного об'єкту.

Рис. 5. Вихідний код та результат роботи простої програми на WebGL

Використання WebGL для візуалізації комп'ютерних моделей у Web – не найлегших шлях: обсяг необхідного коду буде вимірюватись тисячами рядків та потребуватиме високого рівня підготовки з програмування 3D-графіки за допомогою OpenGL. Ураховуючи, що першим завданням дослідження є добір засобів, доступних для початківців, доцільним є застосування бібліотек, що спрощують використання WebGL.

У таблиці 1 подано результати оцінювання доцільності використання бібліотек мовою JavaScript для роботи з об'єктами WebGL.

Ураховуючи спрямованість результатів проведеного аналізу на навчання початківців, були визначені кращі за рейтингом некомерційні бібліотеки для роботи з WebGL: 1 місце – Babylon.js, 2 місце – Three.js та 3 місце – A-Frame.

Babylon.js (www.babylonjs.com/) надає можливість створювати складні 2D-об'єкти з використанням суттєво меншого обсягу коду, ніж при застосуванні WebGL: так, обсяг коду, необхідний для створення об'єкту, поданого на рис. 6, у 5 разів менше, ніж WebGL-коду для суттєво простішої сцени на рис. 5.

Створена сцена є керованою за допомогою стандартних елементів управління. На відміну від інших учасників рейтингу, Babylon.js є «фізичним» рушієм, що широко застосовується при створенні комп'ютерних ігор для Web.

Three.js – це відкрита 3D-графічна бібліотека загального призначення, написана на JavaScript. На сайті https://threejs.org/ можна знайти велику кількість якісних демонстрацій, створених із її використанням. Її автор Рікардо Мігель Кабелло, також відомий як mrdoob, є одним із піонерів використання WebGL, тому ця бібліотека часто використовується при побудові інших бібліотек.

Таблиця 1

Оцінка доцільності використання бібліотек для роботи з WebGL

Назва	Анімація	Убудоване аудіо	Доступ до мережі	Урахування законів фізики	Версія WebGL	WebVR	Імпорт	Експорт	Ліцензія	Загальна оцінка
A-Frame	+	+	–	–	*1.0*	+	*Багато форматів (3)*	*HTML, three.js (2)*	*Вільна*	***10***
CopperLicht	+	+	–	+	*1.0*	–	–	–	*Вільна*	*5*
OSG.JS	+	+	–	–	*1.0*	+	–	–	*Вільна*	*5*
Three.js	+	+	–	–	*2.0*	+	*Багато форматів (9)*	*Багато форматів (4)*	*Вільна*	***19***
Verge3D	+	+	–	+	*1.0*	+	*Багато форматів(3)*	*glTF (1)*	*Комерційна*	*9*
Clara.io	+	–	–	+	*1.0*	+	*Багато форматів (5)*	*Багато форматів (6)*	*Комерційна*	*15*
Babylon.js	+	+	–	+	*2.0*	+	*Багато форматів (5)*	*Багато форматів (9)*	*Вільна*	***21***

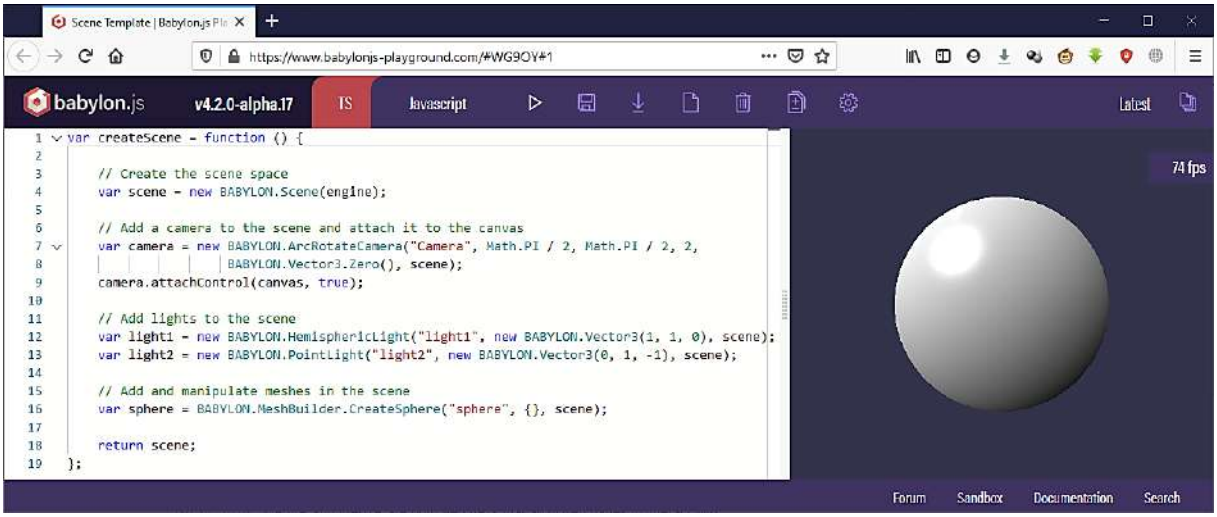


Рис. 6. Вихідний код та результат роботи простої програми на Babylon.js

Створення об’єктів у Three.js відбувається у три кроки:

1) визначення геометрії об’єкту – векторів позиції, кольорів та ін.;

2) визначення матеріалу – способу рендерингу об’єкту;

3) композиція геометрії та матеріалу.

Обсяг коду, необхідний для створення 3D-сцени за допомогою Three.js, є дещо більшим, ніж коду Babylon.js – це пов’язано із об’єднанням у Babylon.js операцій створення об’єкту та додавання об’єкту до сцени в один виклик конструктора відповідного класу (рис. 7).

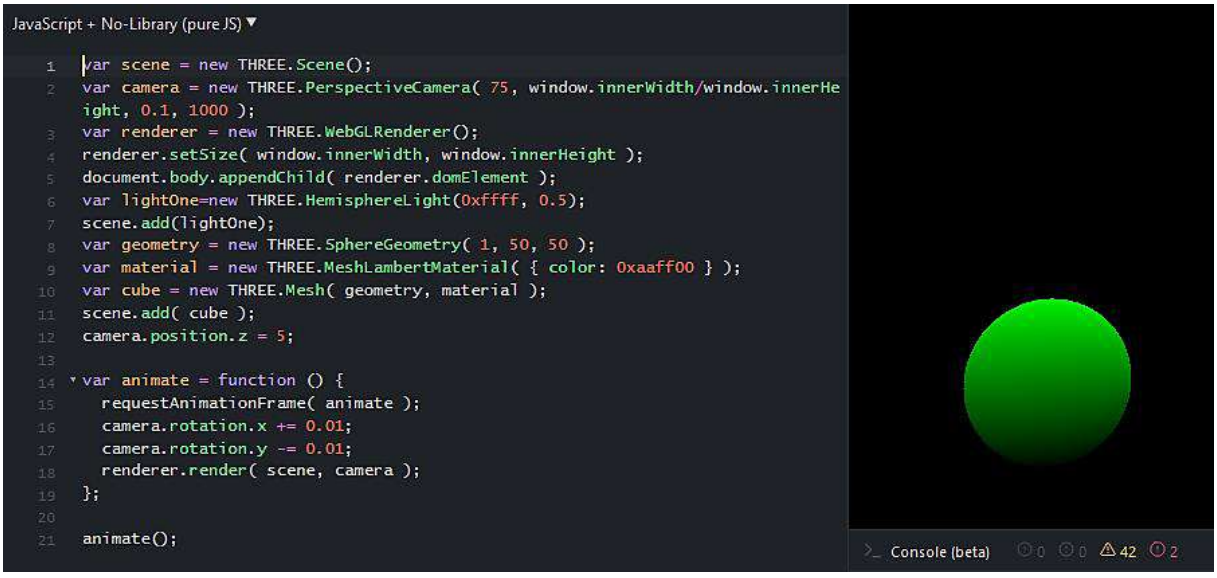


Рис. 7. Вихідний код та результат роботи простої програми на Three.js

A-Frame фактично, є засобом швидкого прототипування, і значна частина програми з його використанням – це HTML-подібний код. Команди A Frame описуються тегами, які подібні до тегів HTML, але, на відміну від останніх, інтерпретуються не у веб-браузері на боці клієнта, а є способом доступу до JavaScript, що виконується на боці сервера (aframe.io).

Рис. 8 є дуже показовим – обсяг коду A Frame, необхідний для створення все тієї ж сфери, утричі менше, ніж коду з використанням Babylon.js/Three.js:

Таким чином, незважаючи на третє місце в рейтингу функціональних можливостей, A-Frame є лідером за наочністю та доступністю серед розглянутих бібліотек для роботи з 3D-графікою у Web. Ураховуючи, що A Frame є надбудовою над Three.js, доцільним є їх циклічне опанування, розпочинаючи із A-Frame.

ОБГОВОРЕННЯ

У (Syrovatskyi, Semerikov, Modlo, Yechkalo & Zelinska, 2018) було виконано порівняльний аналіз найбільш поширених AR SDK, тому зосередимось лише на тих із них, які придатні для розробки у Web – WebAR SDK. На жаль, серед вільних засобів таких станом на травень 2020 року лише три, і кожен з них тісно пов'язаний із розглянутими засобами побудови комп'ютерних моделей.

```
<html>
    <script src="https://aframe.io/releases/1.0.4/aframe.min.js"></script>
    <a-scene background="color: #FAFAFA">
      <a-sphere position="0 1.25 -5" radius="1.25" color="#EF2D5E" shadow></a-sphere>
    </a-scene>
</html>
```

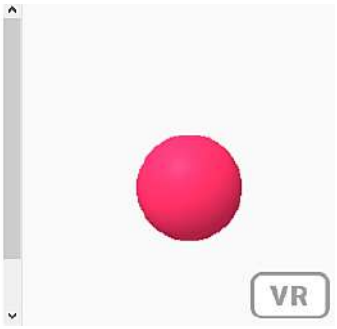


Рис. 8. Вихідний код та результат роботи простої програми на A-Frame

Babylon.js у серпні 2019 року анонсував Babylon AR (Murray, 2019; ar.babylonjs.com) – проект з інтеграції Babylon.js та бібліотеки комп'ютерного зору OpenCV. На поточний момент у рамках проекту реалізовано відслідковування стандартних маркерів, подібних до QR-кодів. Не зважаючи на те, що самі розробники Babylon.js визначають Babylon AR як проект на дуже ранній стадії, створені за його допомогою веб-програми працездатні лише на мобільних пристроях, які підтримують WebXR (developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebXR_Device_API). Це звужує сферу використання Babylon AR до пристроїв з Android версії 8.1 та вище. Станом на квітень 2020 року, в Україні таких пристроїв біля 65 % від загальної кількості усіх Android-пристроїв (gs.statcounter.com/android-version-market-share/mobile/ukraine). Ураховуючи тенденцію до зростання цієї частки, Babylon AR можна розглядати як перспективний проект із розробки програмного забезпечення із доповненою реальністю для Web (починаючи з 2021-2022 рр.).

ARToolKit, на 20 років старший за Babylon AR, є однією з найбільш широко використовуваних бібліотек для AR. JSARToolKit (ARToolKit.js) на поточний момент підтримує такі 3 типи квадратних маркерів (з довільним рисунком, двовимірним кодом та набори маркерів) й NFT-маркери (natural feature tracking – відслідковування довільних зображень) (github.com/artoolkitx/jsartoolkit5). JSARToolKit не є специфічною для певної бібліотеки WebGL, проте найчастіше застосовується разом із Three.js: приклад (Stemkoski, 2018) їх спільної роботи, розроблений Л. Стемкоскі (Lee Stemkoski), подано на рис. 9.

Рис. 9. Куб на маркері Hiro (спільне використання Three.js та JSARToolKit)

Обсяг коду, необхідній для реалізації функціональності прикладу – біля 100 рядків – є суттєво меншим, ніж за автономного застосування JSARToolKit. Це досягається застосування бібліотеки THREEx – розширення Three.js для розробки комп'ютерних ігор, що наближує її функціональність до Babylon.js (www.threejsgames.com/extensions/).

Її автором є Жером Етьєнн (Jerome Etienne) (github.com/jeromeetienne/threex) – основний розробник першої та другої версії бібліотеки AR.js, яка на травень 2020 року має версії, адаптовані для роботи як з A-Frame, так й з Three.js. Так само, як A-Frame є надбудовою над Three.js, в основу AR.js була покладена JSARToolKit, тому дана бібліотека підтримує всі

типи квадратних (Marker tracking) та NFT-маркерів (Image Tracking), що й JSARToolKit, а також надає можливість розміщення комп'ютерних моделей за їх географічними координатами (Location based AR) (github.com/AR-js-org/AR.js).

При застосуванні спільно із A-Frame код, необхідний для реалізації прикладу, подібного до поданого на рис. 1.9, займає кілька рядків:

```
<a-scene embedded arjs>
<a-marker preset="hiro">
<a-box></a-box>
</a-marker>
<a-entity camera></a-entity>
</a-scene>
```

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

1. Доповнена реальність – це штучне (синтетичне) середовище, створене шляхом об'єднання об'єктів реального світу та даних, згенерованих комп'ютером (комп'ютерних моделей).

2. Огляд засобів розробки програмного забезпечення із доповненою реальністю для Web надав можливість рекомендувати для опанування початківцями такі комбінації засобів візуалізації комп'ютерних моделей у Web та засобів відстеження реальних об'єктів:

а) A-Frame та AR.js – API для швидкого прототипування, значна частина програм з використанням яких є HTML-подібний код. A-Frame використовується для створення сцен, об'єктів, анімації та інших 3D-елементів у веб-браузері. AR.js використовується для відслідковування маркерів і надає можливість сцені, сконструйованій за допомогою A-Frame, відображатися прямо на маркері;

б) Three.js та ARToolKit.js – для поглибленого рівня, що передбачає створення програм засобами JavaScript. Three.js використовує WebGL, що надає можливість створення якісних 3D-сцени безпосередньо у веб-браузері. JSARToolKit використовується для відслідковування маркерів та низькорівневого доступу до даних із камери пристрою.

3. Програмні засоби із доповненою реальністю, розроблені із використанням вказаних пар засобів, можуть бути розміщені в Інтернет на одному із хмарних сервісів. Виходячи з того, що бібліотека Three.js є основною A-Frame так само, як JSARToolKit є основою AR.js, для досягнення мети дослідження необхідною є розробка інструктивних матеріалів насамперед із спільного використання A-Frame та AR.js.

Список використаних джерел

1. A-Frame – Make WebVR. URL: https://aframe.io/. (дата звернення: 15.05.2020).
2. OSF HealthCareю Applications | Jump Simulation. URL: http://web.archive.org/web/20191130085337mp_/https://jumpsimulation.org/education/applications. (дата звернення: 15.05.2020).
3. AR-js-org/AR.js: Image tracking, Location Based AR, Marker tracking. All on the Web. URL: https://github.com/AR-js-org/AR.js. (дата звернення: 15.05.2020).
4. artoolkitx/jsartoolkit5: Javascript ARToolKit v5.x. URL: https://github.com/artoolkitx/jsartoolkit5. (дата звернення: 15.05.2020).
5. Babylon AR Preview CDN. URL: https://ar.babylonjs.com/. (дата звернення: 15.05.2020).
6. Babylon.js: Powerful, Beautiful, Simple, Open - Web-Based 3D At Its Best. URL: https://www.babylonjs.com/. (дата звернення: 15.05.2020).
7. Opera Software AS. Dev.Opera – webkit. URL: https://dev.opera.com/tags/webkit/. (дата звернення: 15.05.2020).
8. Google. Glass – Glass. URL: https://www.google.com/glass/start/. (дата звернення: 15.05.2020).
9. Etienne J. jeromeetienne/threex: Game Extensions for three.js. URL: https://github.com/jeromeetienne/threex. (дата звернення: 15.05.2020).
10. Microsoft. Microsoft HoloLens | Mixed Reality Technology for Business. URL: https://www.microsoft.com/en-us/hololens. (дата звернення: 15.05.2020).
11. Mintii I. S., Soloviev V. N. Augmented Reality: Ukrainian Present Business and Future Education. *Augmented Reality in Education* : Proceedings of the 1st International Workshop (AREdu 2018). (Kryvyi Rih, Ukraine, October 2, 2018). (CEUR Workshop Proceedings, Vol. 2257). Kryvyi Rih. 2018. P. 227-231. URL: http://ceur-ws.org/Vol-2257/paper22.pdf. (дата звернення: 15.05.2020).
12. StatCounter. Mobile & Tablet Browser Market Share Ukraine | StatCounter Global Stats. URL: https://gs.statcounter.com/browser-market-share/mobile-tablet/ukraine/. (дата звернення: 15.05.2020).
13. StatCounter. Mobile Android Version Market Share Ukraine | StatCounter Global Stats. URL: https://gs.statcounter.com/android-version-market-share/mobile/ukraine. (дата звернення: 15.05.2020).
14. Statista. Mobile Games - Ukraine | Statista Market Forecast. URL: https://www.statista.com/outlook/211/338/mobile-games/ukraine. (дата звернення: 15.05.2020).
15. StatCounter. Mobile Operating System Market Share Ukraine | StatCounter Global Stats. URL: https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/ukraine. (дата звернення: 15.05.2020).
16. Murray J. Babylon AR. URL: https://medium.com/@babylonjs/babylon-ar-7823ab4a80c1. (дата звернення: 15.05.2020).
17. Stemkoski L. Basic Cube. URL: https://stemkoski.github.io/AR-Examples/hello-cube.html. (дата звернення: 15.05.2020).
18. Syrovatskyi O. V., Semerikov S. O., Modlo Y. O., Yechkalo Yu. V., Zelinska S. O. Augmented reality software design for educational purposes. *Computer Science & Software Engineering* : Proceedings of the 1st Student Workshop (CS&SE@SW 2018). (Kryvyi Rih, Ukraine, November 30, 2018). (CEUR Workshop Proceedings, Vol. 2292). Kryvyi Rih. 2018. P. 193-225. URL: http://ceur-ws.org/Vol-2292/paper20.pdf. (дата звернення: 15.05.2020).

19. three.js – JavaScript 3D library. URL: https://threejs.org/. (дата звернення: 15.05.2020).
20. THREEx Game Extensions for Three.js. URL: https://www.threejsgames.com/extensions/. (дата звернення: 15.05.2020).
21. Tkachuk V. V., Yechkalo Yu. V., Markova O. M. Augmented reality in education of students with special educational needs. *Cloud Technologies in Education* : Proceedings of the 5th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2017). (Kryvyi Rih, Ukraine, April 28, 2017). (CEUR Workshop Proceedings, Vol. 2168). Kryvyi Rih. 2017. P. 66-71. URL: http://ceur-ws.org/Vol-2168/paper9.pdf. (дата звернення: 15.05.2020).
22. Yechkalo Yu., Tkachuk V., Hruntova T., Brovko D., Tron V. Augmented Reality in Training Engineering Students: Teaching Methods. *ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer* : Proceedings of the 15th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer (ICTERI 2019). Volume II: Workshops. (Kherson, Ukraine, June 12–15, 2019). Kherson. 2019. P. 952–959. URL: http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper_337.pdf. (дата звернення: 15.05.2020).
23. Statista. Ukraine: popularity of app categories by age 2018 | Statista. URL: https://www.statista.com/statistics/1023304/ukraine-popularity-app-categories/. (дата звернення: 15.05.2020).
24. WebAssembly. URL: https://webassembly.org/. (дата звернення: 15.05.2020).
25. WebGL - Sample Application - Tutorialspoint / Tutorialspoint. URL: https://www.tutorialspoint.com/webgl/webgl_sample_application.htm. (дата звернення: 15.05.2020).
26. The Khronos Group Inc. WebGL Overview - The Khronos Group Inc. URL: https://www.khronos.org/webgl/. (дата звернення: 15.05.2020).
27. Mozilla and MDN contributors. WebGL: 2D and 3D graphics for the web – Web APIs | MDN. URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebGL_API. (дата звернення: 15.05.2020).
28. Mozilla and MDN contributors. WebRTC API – Web APIs | MDN. URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebRTC_API. (дата звернення: 15.05.2020).
29. Mozilla and MDN contributors. WebXR Device API – Web APIs | MDN. URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebXR_Device_API. (дата звернення: 15.05.2020).
30. Держстат України. Заклади вищої освіти. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2005/osv_rik/osv_u/vuz_u.html. (дата звернення: 15.05.2020).
31. Модло Є. О., Єчкало Ю. В., Семеріков С. О., Ткачук В. В. Використання технології доповненої реальності у мобільно орієнтованому середовищі навчання ВНЗ. *Наукові записки.* Випуск 11. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 1. Кропивницький : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2017. С. 93-100. (дата звернення: 15.05.2020).
32. Державна служба статистики України. Розподіл постійного населення України за статтю та віком на 1 січня 2019 року : статистичний збірник. Київ, 2019. 345 с. URL: http://database.ukrcensus.gov.ua/PXWEB2007/ukr/publ_new1/2020/zb_chuselnist%202019.pdf. (дата звернення: 15.05.2020).

References

1. A-Frame – Make WebVR. Retrieved 15 May 2020, from https://aframe.io/
2. OSF HealthCare. Applications | Jump Simulation. Retrieved 15 May 2020, From http://web.archive.org/web/20191130085337mp_/https://jumpsimulation.org/education/applications
3. AR-js-org/AR.js: Image tracking, Location Based AR, Marker tracking. All on the Web. Retrieved 15 May 2020, from https://github.com/AR-js-org/AR.js
4. artoolkitx/jsartoolkit5: Javascript ARToolKit v5.x. Retrieved 15 May 2020, from https://github.com/artoolkitx/jsartoolkit5
5. Babylon AR Preview CDN. Retrieved 15 May 2020, from https://ar.babylonjs.com/
6. Babylon.js: Powerful, Beautiful, Simple, Open - Web-Based 3D At Its Best. Retrieved 15 May 2020, from https://www.babylonjs.com/
7. Opera Software AS. Dev.Opera – webkit. Retrieved 15 May 2020, from https://dev.opera.com/tags/webkit/
8. Google. Glass – Glass. Retrieved 15 May 2020, from https://www.google.com/glass/start/
9. Etienne J. jeromeetienne/threex: Game Extensions for three.js. Retrieved 15 May 2020, from https://github.com/jeromeetienne/threex
10. Microsoft. Microsoft HoloLens | Mixed Reality Technology for Business. Retrieved 15 May 2020, from https://www.microsoft.com/en-us/hololens
11. Mintii I. S., Soloviev V. N. Augmented Reality: Ukrainian Present Business and Future Education. *Augmented Reality in Education* : Proceedings of the 1st International Workshop (AREdu 2018). (Kryvyi Rih, Ukraine, October 2, 2018). (CEUR Workshop Proceedings, Vol. 2257). Kryvyi Rih. 2018. P. 227-231. Retrieved 15 May 2020, from http://ceur-ws.org/Vol-2257/paper22.pdf
12. StatCounter. Mobile & Tablet Browser Market Share Ukraine | StatCounter Global Stats. Retrieved 15 May 2020, from https://gs.statcounter.com/browser-market-share/mobile-tablet/ukraine/
13. StatCounter. Mobile Android Version Market Share Ukraine | StatCounter Global Stats. Retrieved 15 May 2020, from https://gs.statcounter.com/android-version-market-share/mobile/ukraine
14. Statista. Mobile Games - Ukraine | Statista Market Forecast. Retrieved 15 May 2020, from https://www.statista.com/outlook/211/338/mobile-games/ukraine
15. StatCounter. Mobile Operating System Market Share Ukraine | StatCounter Global Stats. Retrieved 15 May 2020, from https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/ukraine
16. Murray J. Babylon AR. Retrieved 15 May 2020, from https://medium.com/@babylonjs/babylon-ar-7823ab4a80c1
17. Stemkoski L. Basic Cube. Retrieved 15 May 2020, from https://stemkoski.github.io/AR-Examples/hello-cube.html

18. Syrovatskyi O. V., Semerikov S. O., Modlo Y. O., Yechkalo Yu. V., Zelinska S. O. Augmented reality software design for educational purposes. *Computer Science & Software Engineering* : Proceedings of the 1st Student Workshop (CS&SE@SW 2018). (Kryvyi Rih, Ukraine, November 30, 2018). (CEUR Workshop Proceedings, Vol. 2292). Kryvyi Rih. 2018. P. 193-225. Retrieved 15 May 2020, from http://ceur-ws.org/Vol-2292/paper20.pdf
19. three.js – JavaScript 3D library. Retrieved 15 May 2020, from https://threejs.org/
20. THREEx Game Extensions for Three.js. Retrieved 15 May 2020, from https://www.threejsgames.com/extensions/
21. Tkachuk V. V., Yechkalo Yu. V., Markova O. M. Augmented reality in education of students with special educational needs. *Cloud Technologies in Education* : Proceedings of the 5th Workshop on Cloud Technologies in Education (CTE 2017). (Kryvyi Rih, Ukraine, April 28, 2017). (CEUR Workshop Proceedings, Vol. 2168). Kryvyi Rih. 2017. P. 66-71. Retrieved 15 May 2020, from http://ceur-ws.org/Vol-2168/paper9.pdf
22. Yechkalo Yu., Tkachuk V., Hruntova T., Brovko D., Tron V. Augmented Reality in Training Engineering Students: Teaching Methods. *ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer* : Proceedings of the 15th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer (ICTERI 2019). Volume II: Workshops. (Kherson, Ukraine, June 12–15, 2019). Kherson. 2019. P. 952–959. Retrieved 15 May 2020, from http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper_337.pdf
23. Statista. Ukraine: popularity of app categories by age 2018 | Statista. Retrieved 15 May 2020, from https://www.statista.com/statistics/1023304/ukraine-popularity-app-categories/
24. WebAssembly. Retrieved 15 May 2020, from https://webassembly.org/
25. Tutorialspoint. WebGL – Sample Application – Tutorialspoint. Retrieved 15 May 2020, from https://www.tutorialspoint.com/webgl/webgl_sample_application.htm
26. The Khronos Group Inc. WebGL Overview - The Khronos Group Inc. Retrieved 15 May 2020, from https://www.khronos.org/webgl/
27. Mozilla and MDN contributors. WebGL: 2D and 3D graphics for the web – Web APIs | MDN / Retrieved 15 May 2020, from https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebGL_API
28. Mozilla and MDN contributors. WebRTC API – Web APIs | MDN. Retrieved 15 May 2020, from https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebRTC_API
29. Mozilla and MDN contributors. WebXR Device API – Web APIs | MDN. Retrieved 15 May 2020, from https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/WebXR_Device_API
30. Derzhstat Ukrainy. Zaklady vyshchoi osvity [Institutions of higher education]. Retrieved 15 May 2020, from http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2005/osv_rik/osv_u/vuz_u.html [in Ukrainian].
31. Modlo Ye., Yechkalo Yu., Semerikov S., Tkachuk V. Vykorystannia tekhnolohii dopovnenoi realnosti u mobilno oriientovanomu seredovyshchi navchannia VNZ [Using technology of augmented reality in a mobile-based learning environment of the higher educational institution]. *Naukovi zapysky*. Vypusk 11. Seriia : Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity. Chastyna 1. Kropyvnytskyi : RVV KDPU im. V. Vynnychenka, 2017. P. 93-100 [in Ukrainian].
32. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. Rozpodil postiinoho naselennia Ukrainy za stattiu ta vikom na 1 sichnia 2019 roku : statystychnyi zbirnyk [Distribution of the permanent population of Ukraine by sex and age as of January 1, 2019: statistical collection]. Kyiv. 2019. 345 p. Retrieved 15 May 2020, from http://database.ukrcensus.gov.ua/PXWEB2007/ukr/publ_new1/2020/zb_chuselnist%202019.pdf [in Ukrainian].

WEBAR DEVELOPMENT TOOLS: COMPARATIVE ANALYSIS

V. V. Tkachuk
Kryvyi Rih National University, Ukraine
S. O. Semerikov
Kryvyi Rih State Pedagogical University, Ukraine
Yu. V. Yechkalo
Kryvyi Rih National University, Ukraine
O. M. Markova
Kryvyi Rih National University, Ukraine
M. M. Mintii
Kryvyi Rih State Pedagogical University, Ukraine

Abstract.

Formulation of the problem. *Web augmented reality (WebAR) development tools aimed at improving the visual aspects of learning are far from being visual and available themselves. These causing problems of selecting and testing WebAR development tools for beginners mastering web-design basics – students from lyceums and CS undergraduates. The research is aimed at conducting a comparative analysis of augmented reality tools for the Web to select those appropriate for beginners.*

Materials and methods. *Analysis of sources and software to determine the state of the research problem solution and select WebAR development tools.*

Results. *The conducted review of WebAR development tools enables recommending the following combinations of visualization tools of computer models in Web and tracking tools for real objects to beginners: A-Frame and AR.js are API to rapid prototyping of program which HTML-like code; Three.js and JSARToolKit are aimed at the advanced level providing for developing software using JavaScript.*

Conclusions. *Software tools with augmented reality developed with mentioned pair of tools can be placed on the Internet at one of the cloud services. Because the Three.js library is the basis for A-Frame in the same way as JSARToolKit is the basis for AR.js, it is reasonable to design instructive materials for the joint application of A-Frame and AR.js. Further research is aimed at developing certain elements of teaching methods for software design with WebAR as well as the software prototype enabling using visual (photos and figures) markers to prepare vocation-oriented web-quests.*

Keywords: *augmented reality, software, WebAR, A-Frame, AR.js, Three.js, JSARToolKit.*

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/

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

Штонда О.Г. Застосування структурно-логічних схем та таблиць у процесі підготовки майбутніх учителів математики. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 2(24). С. 168-175.

Shtonda O. Application of structural-logical schemes and tables in the process of training future math teachers. Physical and Mathematical Education. 2020. Issue 2(24). P. 168-175.

DOI 10.31110/2413-1571-2020-024-2-022
УДК 378.016:51

О.Г. Штонда
Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, Україна
stonda.oksana@gmail.com
ORCID: 0000-0001-7601-487X

ЗАСТОСУВАННЯ СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНИХ СХЕМ ТА ТАБЛИЦЬ У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. *Процес організації освітнього процесу майбутніх учителів математики передбачає вивчення великого обсягу навчального матеріалу, який необхідно засвоїти та насамперед, встановити логічні зв'язки між окремими елементами, поняттями, властивостями тощо. Однак отримуючи велику кількість теоретичних знань, студенти просто перенасичуються інформацією та їм все важче її опановувати. При цьому ефективність навчання прямолінійно залежить від умінь та навичок узагальнювати, структурувати, взаємопов'язувати окремі елементи навчального матеріалу, переходити від лінійного типу мислення до структурного. Одним із необхідних чинників для якісного засвоєння навчальної інформації є її візуалізація і відповідно візуальне мислення. Візуальне мислення у процесі засвоєння навчального матеріалу передбачає певне структурування, ущільнення інформації. Таким чином сам процес візуалізації навчального матеріалу передбачає основні складові для якісного сприйняття інформації такі як: аналіз, синтез, узагальнення, тобто операції активної розумової діяльності. Засвоєння навчального матеріалу за допомогою структурно-логічних схем та таблиць забезпечує довготривале запам'ятовування, розуміння логічних та структурних зв'язків навчальної інформації, це є потужний візуальний метод навчання. Метою статті є аналіз питань щодо визначення суті, типів, способів побудови, а також застосування структурно-логічних схем і таблиць у процесі підготовки майбутніх учителів математики.*

Матеріали і методи. *Для проведення даного дослідження було застосовано в комплексі наступні методи: аналіз психолого-педагогічної та методичної літератури, систематизація та узагальнення різних поглядів щодо визначення суті, типів та способів побудови, а також застосування структурно-логічних схем і таблиць у процесі підготовки майбутніх учителів математики.*

Результати. *На основі проведеного аналізу питань щодо визначення суті, типів, способів побудови, а також застосування структурно-логічних схем і таблиць у процесі підготовки майбутніх учителів математики, основними традиційними формами візуалізації навчальної інформації було визначено навчальні презентації, графіки, таблиці, структурно-логічні схеми, діаграми тощо. Проте в даній статті автор більшу увагу приділив саме структурно-логічним схемам та таблицям, оскільки дані форми є найбільш уніфікованими для всіх типів навчальної інформації. Складання схем у процесі опрацювання навчального матеріалу надає можливість висловити свою думку в більш спрощеному та лаконічному вигляді, застосовуючи для цього умовні елементи. Застосування таблиць у навчальному процесі, так і схем, передбачає графічне представлення кількісної інформації або текстового матеріалу в стислому та лаконічному викладі. Розглянуто напрями, за якими можуть застосовуватись структурно-логічні схеми та таблиці у процесі підготовки майбутніх учителів математики.*

Висновки. *Проведений аналіз наукової літератури та власний досвід надав підстави стверджувати, що застосовувати структурно-логічні схеми і таблиці можна як на лекційних, практичних, семінарських заняттях, так і в процесі самостійної роботи майбутніх учителів математики, що надає можливість сприймати навчальний матеріал цілісно та виокремлювати певну структуру курсу або дисципліни.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *навчальна інформація, візуалізація, структурно-логічні схеми, таблиці, систематизація, освітній процес, підготовка, майбутні учителі математики.*

ВСТУП

Постановка проблеми. Сучасна освітня система перебуває в постійній перебудові, що передбачає систематичний аналіз, пошук та застосування різноманітних форм, методів, засобів навчання, які мають забезпечувати якісний, ефективний та цілісний навчальний процес. Одним із провідних принципів дидактики є принцип систематичності та послідовності в навчанні, що передбачає логічний зв'язок елементів навчального матеріалу, при цьому подальший матеріал відповідно базується на попередньому. Тобто побудова внутрішньопредметної структури є однією з умов виконання даного принципу. Оскільки в процесі навчання майбутні учителі математики мають оволодіти дуже великою кількістю навчального матеріалу, який необхідно не просто «зазубрити», а встановити логічні зв'язки між окремими елементами, поняттями, властивостями тощо, виконання вказаного дидактичного принципу є просто необхідним. Проте отримуючи велику кількість теоретичних знань, студенти просто перенасичуються інформацією і їм все важче її освоювати на високому рівні. При цьому ефективність навчання прямолінійно залежить від умінь та навичок узагальнювати, структурувати, взаємопов'язувати окремі елементи навчального матеріалу, переходити від лінійного типу мислення до структурного.

Аналізуючи слова видатного педагога Я. Коменського, який говорив про те, що «все, що тільки можна представляти для сприйняття почуттями, а саме: видиме для сприйняття зором, те, що можна почути – слухом, доступне дотику – шляхом дотику. Якщо які-небудь предмети відразу можна сприйняти кількома почуттями, нехай вони відразу схоплюються кількома почуттями» (*Коменський, 1969*), можемо зауважити, що одним із необхідних чинників для якісного засвоєння навчальної інформації є її візуалізація і відповідно візуальне мислення. Американський письменник, психолог, педагог Р. Арнхейм при дослідженні візуального мислення наголошував на тому, що «картини дають нам лише сирий матеріал, а мислення починається тільки після того, як інформація вже отримана, подібно до того, як повинно чекати травлення, поки щось не з'їдене. Навпаки, мислення здійснюється за допомогою структурних характеристик, убудованих в образ, і тому образ має бути сформований і організований розумно, щоб найбільш важливі його властивості були видимі» (*Арнхейм, 1981*). У науково-педагогічних дослідженнях «ущільнення знань» трактується як «процес реконструкції повного фрагмента знання, засвоєння якого в реконструйованому вигляді потребує менше часу, проте породжуючи еквівалентні загальнонавчальні й технологічні вміння» (*Клепко, 1998*). Таким чином сам процес візуалізації навчального матеріалу передбачає основні складові для якісного сприйняття інформації такі як: аналіз, синтез, узагальнення, тобто операції активної розумової діяльності.

Аналіз сучасних досліджень показує, що інформація, яка розташована лінійно не зберігається в мозку. Мозок запам'ятовує інформацію тоді, коли вона має вигляд певних моделей, асоціацій, таблиць та схем (*Садкіна, 2011*). Засвоєння навчального матеріалу за допомогою структурно-логічних схем та таблиць забезпечує довготривале запам'ятовування, розуміння логічних та структурних зв'язків навчальної інформації, це є потужний візуальний метод навчання.

Аналіз актуальних досліджень. У процесі аналізу психолого-педагогічної літератури було встановлено, що означена проблема, а саме застосування структурно-логічних схем та таблиць у навчальному процесі, досить широко висвітлюється різними вченими, психологами, педагогами. Зокрема, питання наочності в навчальному процесі висвітлені в дослідженнях педагогів: Ю. Бабанського, М. Скаткіна, Л. Занкова, Я. Коменського, К.Ушинського, А. Макаренка, А. Дистервега та ін..; психологів: Л. Виготського, Л. Зельманової, Н. Менчинської, В. Давидова, П. Гальперіна та ін.; методистів В. Водовозова, Л. Мірошниченко, М. Рибнікової, С. Скляренко, В. Понамаренко та ін. Наукові дослідження Н. Савкової, Л.Кохан та ін. свідчать про те, що даний вид наочного сприймання навчального матеріалу сприяє усвідомленому сприйняттю знань, узагальненому та міцному засвоєнню навчальної інформації (*Савкова, 2013; Кохан, 2013*).

Л. Занков розглядав проблему поєднання наочності та слова в навчальному процесі на глибокому загальнодидактичному рівні. За висновками вченого процес пізнання при такому поєднанні набуває різноманітності та сприяє активізації таких розумових операцій як аналіз, синтез, абстракція та узагальнення.

Науковцями та педагогами досить часто розглядається питання щодо різних форм узагальненого подання навчальної інформації: теорія укрупнення дидактичних одиниць (П. Ерднієв), теорія змістовного узагальнення (В. Давидов), конспекти з опорними сигналами (В. Шаталов).

На думку сучасних педагогів (*Левченко, 2017; Жерновникова&Штефан&Фазан, 2017; Bykov&Leshchenko, 2016*) основними чинниками інтенсифікації навчання є посилення мотивації навчання у студентів та учнів, застосування активних методів і форм навчання, підвищення інформативної місткості змісту освіти, прискорення темпу навчальних дій.

Аналіз та узагальнення наукових досліджень показує, що дана проблема є досить актуальною. Сприймання навчального матеріалу за допомогою наочності, стислого схематичного опису відбувається на більш усвідомленому рівні, що сприяє активізації розумових дій.

Мета статті. Метою статті є аналіз питань щодо визначення суті, типів, способів побудови, а також застосування структурно-логічних схем і таблиць у процесі підготовки майбутніх учителів математики.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для проведення даного дослідження було застосовано в комплексі наступні методи: аналіз психолого-педагогічної та методичної літератури, систематизація та узагальнення різних поглядів щодо визначення суті, типів та способів побудови, а також застосування структурно-логічних схем і таблиць у процесі підготовки майбутніх учителів математики.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Процес візуалізації матеріалу, а також «розкодування» його завжди породжує проблемну ситуацію, вирішення якої пов'язане з аналізом, синтезом, узагальненням, розгортанням і згортанням інформації, тобто з операціями активної

розумової діяльності (*Бутенко&Ігнатович&Швирка, 2015; Романовський&Гриньова& Жерновникова&Штефан&Фазан, 2018*). Тому слід сконцентруватися на головних та суттєвих аспектах наданої інформації, дослідити її та опанувати на високому рівні.

Щодо способів візуалізації навчальної інформації, то їх є велика кількість, проте головною метою яких є подати зміст елементів у нелінійному вигляді та структуруючи їх за відповідними логічними зв'язками. За даними психологів нова інформація засвоюється та запам'ятовується краще тоді, коли знання та вміння „закарбовуються" в системі візуально-просторової пам'яті (*Блейк, 2004*), відповідно представлення навчального матеріалу в структурованому вигляді дозволяє швидше та якісніше засвоювати нові поняття, способи дій тощо.

Основними традиційними формами візуалізації навчальної інформації є навчальні презентації, графіки, таблиці, структурно-логічні схеми, діаграми тощо. Проте більшу увагу хотілось би приділити саме структурно-логічним схемам та таблицям, оскільки дані форми є найбільш уніфікованими для всіх типів навчальної інформації.

Спочатку розглянемо структурно-логічні схеми та їх різновиди. Проте, перш ніж розглядати типи та способи побудови структурно-логічних схем, визначимо суть поняття «схема». У різних словниках поняття «схема» трактується таким чином:

- «схема – це опис будь-чого в загальних головних рисах (*Радянський енциклопедичний словник, 1987*);
- «схема – це креслення, що в загальних рисах зображує систему, будову чого-небудь» (*Короткий тлумачний словник української мови, 1978*);
- «схема – це графічне зображення умовними символами структури якого-небудь об'єкта» (*Великий тлумачний словник української мови, 2012*).

В сучасному розумінні схеми відносять до засобів наочності (*Кохан, 2013*). Таким чином, можемо сказати, що схема несе в собі такі складові як складні зв'язки, взаємозалежності, внутрішню логіку певних явищ, що розкривається за допомогою певних умовних позначень. Структурно-логічна схема, у свою чергу, передбачає демонстрацію взаємозв'язків між об'єктами в узагальненому вигляді без широкого розкриття їх суті. В науковій праці А. Сохора «Логічна структура навчального матеріалу. Питання дидактичного аналізу» ще раз доведено, що логічна структура навчального матеріалу є системою, послідовністю, взаємозв'язком складових єдиного цілого навчального процесу (*Сохор, 1974*). Відповідно узагальнюючи поняття «структурно-логічна схема» слід зауважити, що: «структура» передбачає взаємозв'язок та взаєморозміщення елементів, що становлять цілісність; «логічна» передбачає збереження логіки аналізу тексту. Так, структурно-логічна схема – це спосіб візуального подання інформації в структурованому, логічному та систематизованому вигляді, що передбачає взаємодію структурних елементів та визначає особливості зв'язків між даними елементами.

В науково-педагогічній літературі (*Бутенко&Ігнатович&Швирка, 2015; Кохан, 2013*) при розгляді поняття «структурно-логічна схема» описуються так звані знаки-сигнали, що кодують інформацію. Класифікуючи знаки-сигнали за їх зовнішнім зображенням виділяють такі види:

– символічні знаки-сигнали, що не мають зовнішньо нічого спільного із тим явищем чи дією, яку вони «замінюють» (літери, розділові знаки, цифри тощо);

– графічні знаки-сигнали, що застосовуються там, де необхідно показати розвиток явища чи динаміку дії («графік» – зображення за допомогою ліній для наочного зіставлення різних моментів якого-небудь процесу);

– візерункові знаки-сигнали – зовнішньо віддалено нагадують явище чи дію, яку вони «замінюють» (освіта – в зображенні відкритої книги);

– словесні знаки-сигнали складаються з окремих слів, складів, початкових літер тих термінів, речень чи тез, про які йдеться в певній смисловій частині.

Складання схем у процесі опрацювання навчального матеріалу надає можливість висловити свою думку в більш спрощеному та лаконічному вигляді, застосовуючи для цього умовні елементи. У процесі створення структурно-логічних схем вагоме значення має вибір графічних елементів, засобів зв'язку між елементами (стрілки, лінії різного кольору, типу чи розміру), способів поєднання блоків схеми, засобів акцентування головних складових (шрифт, колір тощо). Таким чином основною ідеєю при складанні структурно-логічних схем є: основні елементи навчальної інформації (поняття, терміни, визначення, класифікації тощо) необхідно розташувати у вигляді ізольованих ділянок та встановити зв'язки між ними за допомогою стрілок, або інших допоміжних графічних елементів.

До основних переваг застосування структурно-логічних схем в освітньому середовищі майбутніх учителів математики слід віднести:

– створення цілісності картини математичної інформації за допомогою візуальної систематизації матеріалу в логічному поєднанні основних математичних понять, математичних суджень та висновків;

– забезпечення концентрації уваги завдяки чіткому структуруванню основних математичних понять, математичних суджень та висновків;

– забезпечення усвідомленого засвоєння навчального матеріалу, що відбувається шляхом активізації різних типів мислення;

– формування навичок аналізу та синтезу, класифікації та узагальнення.

Відповідно до функціонального призначення структурно-логічні схеми поділяють на: *сутнісні* (відображають складники понять, явищ, процесів тощо); *логічні* (встановлення логічної послідовності між частинами); *образні* (покращують сприйняття інформації).

У психолого-педагогічній літературі науковці виокремлюють багато різновидів структурно-логічних схем. Наведемо приклади основних видів, які доцільно упроваджувати у процес підготовки майбутніх учителів математики:

– логічні ланцюги (показують пряму залежність кожного наступного математичного поняття від попереднього);

– циклічна схема (представлення смислових аналогій, що повторюються за певним логічним ланцюгом у причинно-наслідковому зв'язку);

– схема «частина – ціле» (дозволяє продемонструвати складові певного математичного явища, предмета тощо);

– класифікація (виокремлення основного математичного поняття, що об'єднує всі інші за певним принципом).

– ієрархічна структура (показує залежність одних понять від інших);

Узагальнюючи та систематизуючи вище викладене слід зазначити, що створення структурно-логічної схеми передбачає в першу чергу структурування навчального матеріалу та доборі яскравих ілюстрацій у межах кожної смислової частини матеріалу. Для більш детального опису даного процесу узагальнимо це в **алгоритмі складання структурно-логічних схем для майбутніх учителів математики:**

1. Формулювання мети складання структурно-логічної схеми.
2. Аналіз навчальної інформації, виокремлення основних математичних понять та категорій, смислових блоків тощо.
3. Повторний аналіз навчальної інформації з метою виявлення смислових зв'язків між математичними поняттями, категоріями, смисловими блоками тощо.
4. Формулювання заголовка структурно-логічної схеми.
5. Вибір виду структурно-логічної схеми з урахуванням специфіки тексту та графічних елементів.
6. Побудова структурно-логічної схеми засобами інформаційних технологій.
7. Порівняння наданої навчальної інформації з побудованою структурно-логічною схемою.
8. Перевірка правильності вибору виду схеми та елементів зв'язку між поняттями. Остаточне уточнення схеми.

Другою найбільш розповсюдженою формою візуалізації структурованої навчальної інформації є таблиці. Застосування таблиць в освітньому процесі майбутніх учителів математики, так і схем, передбачає графічне представлення кількісної інформації або текстового матеріалу в стислому та лаконічному викладі. Використання таблиць унаочнює загальну текстову інформацію, полегшуючи при цьому сприйняття певного фрагмента тексту; забезпечує проведення порівняння двох або більше об'єктів; передбачає здійснення групування певних об'єктів тощо.

В процесі створення таблиць є також свої вимоги. Кожна таблиця обов'язково повинна мати заголовок, що коротко відображає суть та зміст таблиці. В залежності від характеру наповнення таблиці поділяють на:

– цифрові (відображення цифрових даних та математичних символів);

– математичні (відображення математичних формул, графіків тощо);

– текстові (відображення текстової інформації);

– змішані (відображення текстової та цифрової інформації);

За функціональним призначенням таблиці поділяються на:

– роз'яснювальні (передбачають стислий опис теоретичного матеріалу, що значно полегшує його сприйняття, усвідомлення та запам'ятовування);

– порівняльні (передбачають зіставлення порівняння об'єктів, елементів тощо);

– узагальнюючі (передбачають підсумковий аналіз, узагальнення навчального матеріалу в логічній послідовності).

Також у науковій літературі (*Бутенко&Ігнатович&Швирка, 2015; Кохан, 2013*) існує типологія таблиць в залежності від мети їх застосування:

«ОБ'ЄКТ – ВЛАСТИВОСТІ» (ОПИСОВА ТАБЛИЦЯ) – дана таблиця містить інформацію щодо властивостей окремих об'єктів одного класу. Основною метою є розкрити якісні характеристики певного об'єкта.

«ОБ'ЄКТ – ОБ'ЄКТ» – таблиці, в яких показується взаємозв'язок між різними об'єктами. Наприклад, таблиця успішності за різними предметами тощо.

«ОБ'ЄКТ – ОБ'ЄКТ – КІЛЬКА» – таблиця, що містить інформацію про декілька властивостей пар об'єктів різних класів.

«ОБ'ЄКТИ – ВЛАСТИВОСТІ – ОБ'ЄКТИ» – це таблиця, що містить інформацію і про властивості пар об'єктів, що належать до різних класів, і про одиничні властивості об'єктів одного класу.

«Т-СХЕМА» – таблиця, що має дві колонки, в яких фіксуються відповіді „так – ні", аргументи „за – проти" або ліва колонка відводиться під позитивні асоціації, а права – під негативні.

«ПОРІВНЯЛЬНА ТАБЛИЦЯ» – таблиця з метою проведення порівняння кількох об'єктів за певними ознаками, властивостями тощо.

«ЗВЕДЕНА ТАБЛИЦЯ**»** – таблиця, що передбачає систематизацію інформації, проведення певних паралелей між явищами, подіями та фактами.

Таким чином, застосування таблиць в опрацюванні навчальної інформації є не менш ефективною формою систематизації та структурування теоретичного матеріалу майбутніми учителями математики. Узагальнений опис даного покажемо в **алгоритмі складання навчальних таблиць:**

1. Визначення мети складання таблиці.
2. Вибір типу таблиці та формування структури таблиці. Формулювання заголовку.
3. Визначення заголовків рядків та стовпчиків, де буде розташовуватись інформація.
4. Аналіз тексту, виокремлення суттєвих ознак певного явища, процесу, необхідних для проведення порівняння, узагальнення тощо.
5. За вибраним типом таблиці та аналізом тексту заповнити відповідні рядки та стовпчики.

Отже, у процесі візуалізації навчального матеріалу майбутніми учителями математики важливу роль відіграють такі форми наочності як структурно-логічні схеми та таблиці. Дані форми є найбільш поширеними та простими в застосуванні, що дозволяють більш ґрунтовно та свідомо сприймати навчальну інформацію та надовго закарбувати її у своїй пам'яті.

Для підтвердження вищезазначеного наведемо результати проведеного дослідження при організації самостійної роботи майбутніх учителів математики. У дослідженні взяли участь 48 студентів III-IV курсів фізико-математичного факультету Харківського національного педагогічного університету імені Г. С. Сковороди. У процесі організації самостійної

роботи з методики навчання математики студенти, які при виконанні завдань та проєктів складали таблиці, схеми тощо (експериментальна група 25 осіб (ЕГ)), мали значно вищі результати оцінювання своїх знань, аніж ті, від яких не вимагався даний вид роботи (контрольна група 23 особи (КГ)) (див. Рис. 1)

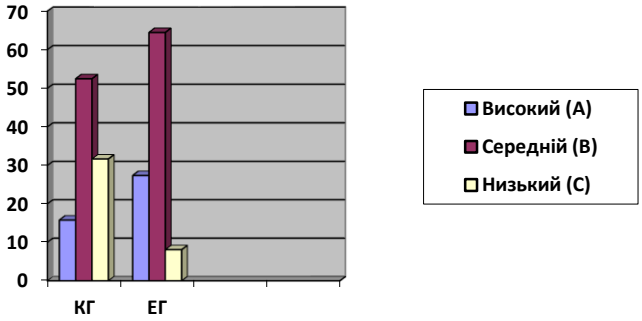


Рис. 5. Оцінювання рівня знань майбутніх учителів математики у процесі самостійної роботи з методики навчання математики

Розглянемо детальніше та наведемо приклади складених структурно-логічних схем та таблиць студентами у процесі самостійного опрацювання навчальної інформації з методики навчання математики у відповідності до запропонованих алгоритмів. Так, здебільшого майже ні в кого не виникло великих труднощів з даним видом самостійної роботи, оскільки кожен студент мав можливість застосовувати той вид структурування інформації, який йому більше імпонував. Зокрема, наведемо приклади застосування студентами таких видів схем як «логічні ланцюги» (див. рис. 2) та «класифікація» (див. рис. 3).

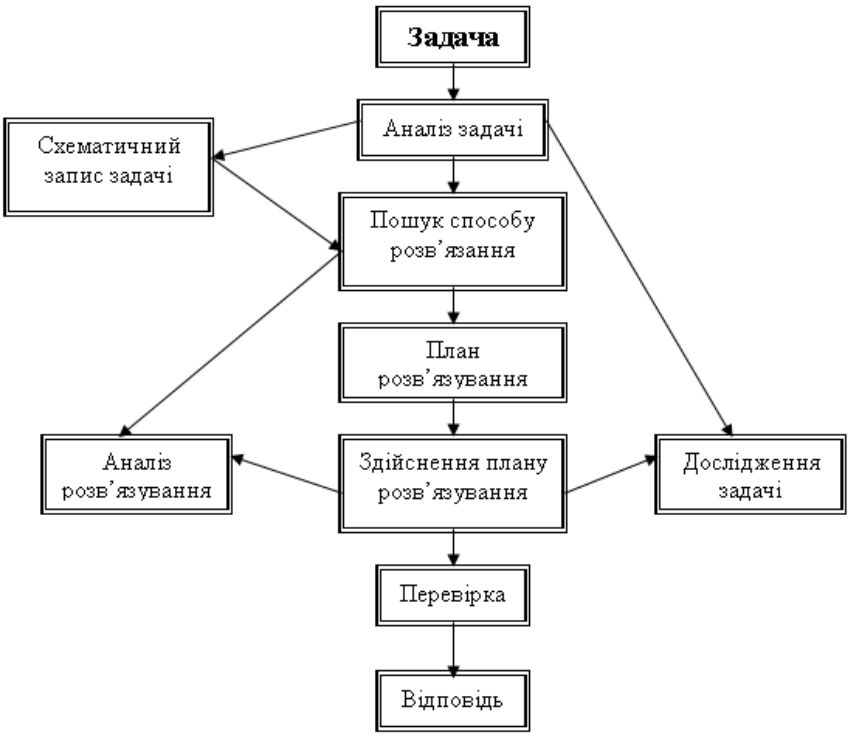


Рис. 2. Структура процесу розв'язання задачі (Схема – логічні ланцюги)

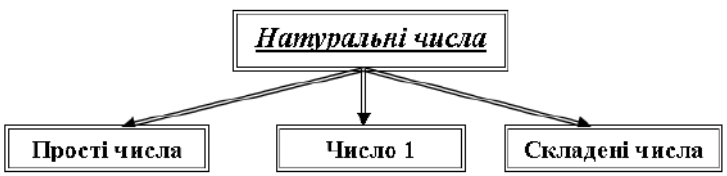


Рис. 3. Класифікація натуральних чисел (Схема-класифікація)

Також досить вдало студенти структурували інформацію в таблицях (див. Таблиця 1).

Таблиця 1

Схеми розв'язання геометричних задач

Вид геометричних задач	Схема розв'язання
Геометричні задачі на обчислення	1) побудувати малюнок-схему; 2) позначити одну із шуканих величин через Х; 3) виразити через Х невідомі величини; 4) скласти і розв'язати рівняння; 5) записати і перевірити відповідь.
Задачі на доведення	1) виконати малюнок; 2) виділити умову і висновки задачі, записати їх; 3) пригадати означення і властивості геометричних фігур, про які йде мова в задачі; 4) із умови задачі зробити логічні висновки.

Проте, в деяких студентів виникали труднощі вже на другому та третьому кроці виконання вказаних алгоритмів. У процесі аналізу навчальної інформації поставала проблема виокремлення основних математичних понять та категорій і відповідно виявлення смислових зв'язків між даними математичними поняттями та категоріями. Але загалом студенти з цікавістю та із задоволенням виконували даний вид самостійної роботи.

ОБГОВОРЕННЯ

Освітній процес передбачає висвітлення великого обсягу навчальної інформації та потребує якісного її засвоєння. Проте інформацію, яка подається великими блоками в лінійному вигляді, досить складно запам'ятати надовго. На допомогу приходить наочна інтерпретація явищ, понять, процесів, законів, теорій тощо, що може бути представлена у вигляді схем, таблиць тощо. Таким чином, виникає необхідність внутрішньопредметного структурування, де кожен елемент навчального матеріалу має бути логічно пов'язаний, а наступний матеріал має базуватись на попередньому, тобто має забезпечуватись наступність та при цьому, усвідомленість навчальної інформації на кожному етапі засвоєння. Щоб досягти бажаного результату, необхідно при викладанні дисциплін активізувати роботу майбутніх учителів математики у процесі опанування навчального матеріалу, а саме застосування структурно-логічних схем та таблиць у процесі опрацювання та засвоєння навчального матеріалу. Зображення в графічній формі має суттєву властивість – синоптичність (від грец. synoptikos — оглядати все разом). Теоретичний матеріал, поданий у вигляді структурно-логічних схем або таблиць, дозволяє краще простежити логіку викладання окремих питань, встановити причинно-наслідкові зв'язки, та структуру певних явищ тощо.

Структурно-логічні схеми та таблиці передбачають концентрацію уваги на основних питаннях. Їх можна застосовувати як для самоконтролю так і для підвищення ефективності засвоєння теоретичного матеріалу.

Визначено напрями застосування структурно-логічних схем та таблиць у процесі підготовки майбутніх учителів математики:

– В процесі проведення *лекційних занять* (спільне опрацювання навчального матеріалу з математичних дисциплін). Оскільки навчальний матеріал у вигляді структурно-логічних схем та таблиць подається в стислому викладі матеріалу без ґрунтовного теоретичного пояснення, саме в процесі лекційних занять викладач може надати розширене пояснення до наданих схематичних матеріалів. Даний варіант подання матеріалу сприяє підвищенню активності студентів на лекції, зацікавленості та поліпшенню сприйняття навчальних матеріалів лекції, надає змогу опрацювати великий обсяг матеріалу та виокремити основні питання, на які слід звернути увагу.

– В процесі проведення *практичних* та *семінарських занять.* Використання схематичних матеріалів на даних заняття сприяє ефективнішому засвоєнню теоретичного матеріалу, а також надає можливість з додатковим опрацюванням літератури доповнювати надані схеми, таблиці новою необхідною інформацією.

– В процесі організації *самостійної роботи*. Структурно-логічні схеми та таблиці можуть бути використані для самоперевірки та самоконтролю.

– В процесі *підготовки до екзамену* або *заліку.* Структурований та систематизований матеріал допоможе студентам краще та ґрунтовніше підготуватись до підсумкового контролю.

Також у процесі опрацювання та засвоєння теоретичного матеріалу студенти можуть складати опорні конспекти за допомогою структурно-логічних схем та таблиць, що стануть їм у пригоді як на практичних та семінарських заняттях, так і при підготовці до екзамену або заліку. Під опорними конспектами розуміється – візуальна модель змісту навчального матеріалу, яка відображає основні питання теми із застосуванням графічних об'єктів, що покращують сприйняття та запам'ятовування інформації. Метою опорного конспекту є виокремлення структури, головних та другорядних елементів навчального матеріалу.

Таким чином, структурування та систематизація навчального матеріалу за допомогою візуальних моделей сприяє опанування навчальної інформації майбутніх учителів математики на високому рівні.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Узагальнюючи вищесказане, слід зазначити, що візуалізована навчальна інформація безумовно має свої переваги. Структурно-логічні схеми і таблиці є найбільш уніфікованими та поширеними серед усіх форм засвоєння та опрацювання будь-якого змісту теоретичного матеріалу. Різноманітність видів структурно-логічних схем і таблиць надає можливість майбутнім учителям математики підібрати найбільш доцільний, для структурування тієї чи іншої інформації. Застосування структурно-логічних схем і таблиць на лекційних, практичних, семінарських заняттях, у процесі самостійної роботи

студентів надає можливість сприймати навчальний матеріал цілісно та виокремлювати певну структуру курсу або дисципліни, що базується на засадах наступності. Опорні конспекти складені за допомогою структурно-логічних схем і таблиць виконують функцію довідкового матеріалу на етапі повторення, підготовки до іспитів, тестування тощо. Таким чином, навчання студентів стає більш ефективним, цікавим, відбувається активізація навчального процесу, що передбачає підвищення рівня навчальної діяльності.

Перспективу подальших досліджень пов'язуємо з розробкою навчально-методичного забезпечення фахових дисциплін для підготовки студентів-математиків з використанням візуалізації навчального матеріалу.

Список використаних джерел

1. Арнхейм Р. Визуальное мышление: хрестоматия по общей психологи / под ред. Ю. Б. Гиппенрайтер, В. В.Петухова. М. : Изд-воМоск. ун-та, 1981. С. 97.
2. Блейк С. Использование достижений нейропсихологии в педагогике США : Педагогика, 2004. № 5. С. 89.
3. Бутенко Л.Л. Структурно-логічні схеми. Таблиці. Опорні конспекти. Есе. Навчальні презентації: рекомендації до складання : метод. посіб. для студ. / уклад. : Л. Л. Бутенко, О. Г. Ігнатович, В. М. Швирка: Старобільськ, 2015. 112 с.
4. Великий тлумачний словник української мови / укл. О. Єрошенко. – Д. : Глорія Трейд, 2012. 864 с.
5. Жерновникова О. А., Штефан Л. А., В. В. Фазан. Формування готовності майбутніх учителів математики до навчального проектування *Наука і освіта*: науково-практичний журнал. Одеса : ПНПУ імені К. Д. Ушинського, 2017. Вип. 10. С. 74–81. DOI: https://doi.org/10.24195/2414-4665-2017-10-9 (**WoS)**
6. Клепко С. Ф. Інтегративна освіта і поліморфізм знання. Полтава : ПОІПОПП, 1998. С. 228.
7. Коменский Я. А. Великая дидактика. М., 1969. С. 106.
8. Короткий тлумачний словник української мови. К. : Рад. шк., 1978. 296 с.
9. Кохан Л. В. Особливості використання структурно-логічних схем у навчально-пізнавальній діяльності старшокласників. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2013. № 29(82). С. 436-440
10. Кохан Л.В. Структурно-логічні схеми як засіб абстрактної наочності. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах.* 2013. № 32(85). С. 263-270
11. Левченко С.В. Використання опорно-логічних схем та конспектів на заняттях. *Фізико-математична освіта: науковий журнал*. 2017. Випуск 4(14). С. 215-220.
12. Романовський, В. Гриньова, О Жерновникова, Л. Штефан, В. Фазан. Формування цифрової компетентності майбутніх учителів математики: констатувальний етап. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2018. Том 65 (№3). С. 184–200. DOI: https://doi.org/10.33407/itlt.v65i3.2412. URL: https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2412. (**WoS)**
13. Савкова Н.О. Використання логічних схем-конспектів на уроках світової літератури. *Таврійський вісник освіти*. 2013. № 4 (44). С. 249-256.
14. Садкіна В.І. Асоціативні схеми. Вісті з дистанційної освіти. *Педагогічна майстерня*. 2011. № 1. С. 41.
15. Советская энциклопедия / под. ред. А.А. Гусева, И.Л. Кнунянц, М.И. Кузнецова. М. : Советская энциклопедия, 1987. 1600 с.
16. Сохор А.М. Логическая структура учебного материала. Вопросы дидактического анализа. М. : Педагогика, 1974. 192 с.
17. Bykov V. Yu., Leshchenko M. P. Digital humanistic pedagogy: relevant problems of scientific research in the field of using ict in education. *Information Technologies and Learning Tools*, 2016. Vol 53. №3. P. 1-17, 2016 (**WoS)**

References

1. Arnhejm R. (1981) Vizualnoe myshlenie: hrestomatiya po obshej psihologi [Visual Thinking: A Reading Book by General Psychologists] / pod red. Yu. B. Gippenrajter, V. V.Petuhova. M. : Izd-vo Mosk. un-ta. [in Russian]
2. Blejk S. (2004) Ispolzovanie dostizhenij nejropsihologii v pedagogike SShA [Using the achievements of neuropsychology in US pedagogy] : Pedagogika. № 5. [in Russian]
3. Butenko L.L. (2015) Strukturno-logichni sxemy`. Tably`ci. Oporni konspekty`. Ese. Navchal`ni prezentaciyi: rekomendaciyi do [Structural and logical schemes. Tables. Reference notes. Essay. Educational presentations: recommendations for compilation] : metod. posib. dlya stud. / uklad. : L. L. Butenko, O. G. Ignatovy`ch, V. M. Shvy`rka: Starobil`s`k. [in Ukrainian]
4. O. Yeroshenko (2012) Vely`ky`j tlumachny`j slovny`k ukrayins`koyi movy [Large explanatory dictionary of the Ukrainian language]. D. : Gloriya Trejd. [in Ukrainian]
5. Zhernovnykova O. A., Shtefan L. A., Fazan V. V. (2017) Formuvannya gotovnosti majbutnix uchy`teliv matematy`ky` do navchal`nogo proektuvannya [Forming future mathematics teacher` instructional design skills]. Science and education. Vol. 10. DOI: https:// doi.org/10.24195/2414-4665- 2017-10-9.http:// scienceandeducation.pdpu.edu.ua/uk/articles/ 2017-10-doc/2017-10-st9. [in Ukrainian]
6. Klepko S. F. (1998) Integraty`vna osvita i polimorfizm znannya [Integrative education and knowledge polymorphism]. Poltava : POIPOPP. [in Ukrainian]
7. Komenskij Ya. A. (1969) Velikaya didaktika [Great didactics]. M. [in Russian]
8. Korotky`j tlumachny`j slovny`k ukrayins`koyi movy`[Short explanatory dictionary of the Ukrainian language] (1978). K. : Rad. shk. [in Ukrainian]
9. Kохan L. V. (2013) Osobly`vosti vy`kory`stannya strukturno-logichny`x sxem u navchal`no-piznaval`nij diyal`nosti starshoklasny`kiv [Features of the use of structural and logical schemes in the educational and cognitive activities of high school students]. Pedagogika formuvannya tvorchoyi osoby`stosti u vy`shhij i zagal`noosvitnij shkolax.№ 29(82). [in Ukrainian]
10. Kохan L.V. (2013) Strukturno-logichni sxemy` yak zasib abstraktnoyi naochnosti [Structural and logical schemes as a means of abstract clarity]. Pedagogika formuvannya tvorchoyi osoby`stosti u vy`shhij i zagal`noosvitnij shkolax. # 32(85). [in Ukrainian]

11. Levchenko C.V. (2017) Vy`kory`stannya oporno-logichny`x sxem ta konspektiv na zanyattyax [Use of reference-logical schemes and abstracts in classes]. Fizy`ko-matematy`chna osvita:naukovy`j zhurnal. Vy`pusk 4(14). [in Ukrainian]
12. Romanovs`ky`j O., Gry`n`ova V., Zhernovny`kova O., Shtefan L., Fazan V. (2018) Formuvannya cy`frovoyi kompetentnosti majbutnix uchy`teliv matematy`ky`: konstatuval`ny`j etap [Formation of future mathematics teachers' digital competence: ascertain stage]. Information Technologies and Learning Tools. Tom 65 (№3). DOI: https://doi.org/10.33407/itlt.v65i3.2412. URL: https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2412. [in Ukrainian]
13. Savkova N.O. (2013) Vy`kory`stannya logichny`x sxem-konspektiv na urokax svitovoyi literatury`[The use of logical schemes-summaries in the lessons of world literature]. Tavrijs`ky`j visny`k osvity`. # 4 (44). [in Ukrainian]
14. Sadkina V.I. (2011) Asociaty`vni sxemy`. Visti z dy`stancijnoyi osvity` [Associative schemes. News from distance education]. Pedagogichna majsternya. [in Ukrainian]
15. Sovetskaya enciklopediya [Soviet encyclopedia] (1987)/ pod. red. A.A. Guseva, I.L. Knunyanc, M.I. Kuznecova. M. : Sovetskaya enciklopediya. [in Russian]
16. Sohor A.M. (1974) Logicheskaya struktura uchebnogo materiala. Voprosy didakticheskogo analiza [The logical structure of the educational material. Questions of didactic analysis]. M. : Pedagogika. [in Russian]
17. Bykov V. Yu., Leshchenko M. P. (2016) Digital humanistic pedagogy: relevant problems of scientific research in the field of using ict in education. Information Technologies and Learning Tools. Vol 53. №3. [in English]

APPLICATION OF STRUCTURAL-LOGICAL SCHEMES AND TABLES IN THE PROCESS OF TRAINING FUTURE MATH TEACHERS

O.G. Shtonda

H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Ukraine

Abstract.

Problem formulation. *The process of organizing the educational process of future mathematics teachers involves the study of a large amount of educational material, which must be learned and above all, establish logical connections between individual elements, concepts, properties, and the like. However, receiving a large amount of theoretical knowledge, students are simply oversaturated with information and it is increasingly difficult for them to master it. In this case, the effectiveness of learning directly depends on the abilities and skills to generalize, structure, interconnect individual elements of educational material, to move from a linear type of thinking to a structural one. Visual thinking in the process of mastering educational material involves certain structuring, compaction of information. Thus, the process of visualization of educational material provides the main components for a high-quality perception of information such as analysis, synthesis, generalization, in other words, operations of active mental activity. The assimilation of educational material using structural-logical schemes and tables provides long-term memorization, understanding of the logical and structural connections of educational information it is a powerful visual teaching method. The purpose of the article is to analyze the issues of determining the essence, types, methods of construction, as well as the use of structural-logical schemes and tables in the training of future teachers of mathematics.*

Materials and methods. *The following methods were used to conduct this study: analysis of psychological, pedagogical and methodological literature, systematization, and generalization of different views on determining the nature, types, and methods of construction, as well as the use of structural and logical schemes-tables in the training future math teachers.*

Results. *Based on the analysis of the definition of the essence, types, methods of construction, as well as the use of structural-logical schemes and tables in the training of future mathematics teachers, it was determined that there are many ways to visualize educational information, but the main purpose of which is to present the content of elements in a non-linear form and structuring them according to the corresponding logical connections. The main traditional forms and methods of visualization of educational information are educational presentations, graphs, tables, structural-logical schemes, diagrams, etc. However, in this article, the author paid more attention to structural-logical schemes and tables, because these forms are the most unified for all types of educational information. Drawing up schemes in the process of processing educational material provides an opportunity to express their own opinion in a more simplified and concise form, using conditional elements. The use of tables in the learning process, as well as schemes, involves the graphical representation of quantitative information or textual material in a logical and concise statement. The author also considers the areas in which structural-logical schemes and tables can be used in the process of training future math teachers.*

Conclusions. *The analysis of questions to determine the essence of the directions of the application of structural-logical schemes and tables showed that the variety of types of structural logical schemes and tables allows a student to choose the most appropriate way for structuring information.*

Keywords: *educational information, visualization, structural-logical schemes, tables, systematization, educational process, training, future teachers of math.*

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

A

Atamas A. ... 7

B

Bazurin V. ... 13

C

Chernetskyi I. ... 7

S

Salem A.B.M. ... 17
Shykhovtsev Yu. ... 7
Slipukhina I. ... 7

V

Voskoglou M.Gr. ... 17

В

Вдовичин Т.Я. ... 80
Волощук І.А. ... 26

Г

Гебель А.В. ... 26
Головко Н.Ю. ... 31
Гриб'юк О.О. ... 37

Д

Друшляк М.Г. ... 52

Є

Єчкало Ю.В. ... 159

Ж

Жидик В.Б. ... 80

З

Зуб С.С. ... 58

К

Ковальчук М.Б. ... 66
Коробова І.В. ... 31
Кузьмич В.І. ... 74
Кузьмич Л.В. ... 74

Л

Лазурчак Л.В. ... 80

М

Мар'єнко М.В. ... 87
Маркова О.М. ... 159
Мельник О.М. ... 94
Мельник Ю.С. ... 100
Михайлова І.А. ... 107
Мінтій М.М. ... 159

П

Пасічник Н.О. ... 113
Пономарева Н.С. ... 123

Р

Ріжняк Р.Я. ... 113
Розуменко А.М. ... 134
Розуменко А.О. ... 134

С

Семеріков С.О. ... 159
Сороко Н.В. ... 142

Т

Татауров В.П. ... 151
Ткачук В.В. ... 159

Ш

Шишкіна М.П. ... 151
Штонда О.Г. ... 168

Я

Яловега І.Г. ... 58

Наукове видання

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА

Науковий журнал

Key title: Fìziko-matematična osvìta
Abbreviated key title: Fìz.-mat. osv.

ВИПУСК 2(24)

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.fizmatsspu.sumy.ua/