

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ А. С. МАКАРЕНКА

ISSN: 2519-2361

# АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ

Збірник наукових праць

Виходить двічі на рік

Заснований у жовтні 2012 року

Випуск 1(21), 2023

Збірник індексується у наукометричній базі даних

**Index Copernicus**

*Index Copernicus Value (ICV) for 2018 ICV 2018 = 64.79*

*Index Copernicus Value (ICV) for 2019 ICV 2019 = 80.39*

*Index Copernicus Value (ICV) for 2020 ICV 2020 = 84.67*

Суми – 2023

Свідомство про державну реєстрацію КВ №19538-9338Р від 25.10.2012  
Засновник, редакція, видавець і виготовлювач  
Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка  
Друкується згідно з рішенням вченої ради  
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка  
(протокол № 11 від 29.05.2023)

Збірник наукових праць «Актуальні питання природничо-математичної освіти» включено до Переліку наукових фахових видань України (**Категорія «Б»**) відповідно до наказу МОН № 1471 від 26.11.2020 року.

Збірник індексується у наукометричній базі даних **Index Copernicus: Index Copernicus Value (ICV) for 2018 ICV 2018 = 64.79.**

Збірник індексується у наукометричній базі даних **Index Copernicus: Index Copernicus Value (ICV) for 2019 ICV 2019 = 80.39**

Збірник індексується у наукометричній базі даних **Index Copernicus: Index Copernicus Value (ICV) for 2020 ICV 2020 = 84.67**

## ГОЛОВА РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ

**Н. А. Тарасенкова** доктор педагогічних наук, професор (м. Черкаси, Україна)

## СПІВГОЛОВА РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ

**О. С. Чашечникова** доктор педагогічних наук, професор (м. Суми, Україна)

## РЕДАКЦІЙНА РАДА

**М. І. Бурда** доктор педагогічних наук, професор, дійсний член НАПНУ (м. Київ, Україна)

**М. Гарнер** доктор наук, професор (Кеннесо, США)

**В. Б. Мілушев** доктор педагогічних наук, професор (м. Пловдив, Болгарія)

**Г. Ригал** доктор наук, професор (м. Ченстохова, Польща)

**О. Г. Ярошенко** доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України (м. Київ, Україна)

**О. М. Топузов** доктор педагогічних наук, професор, дійсний член НАПНУ (м. Київ, Україна)

**Т. О. Пушкарьова** доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України (м. Київ, Україна)

**Ю. І. Мальований** кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник, член-кореспондент НАПН України (м. Київ, Україна)

**М. М. Біляньська** доктор педагогічних наук, професор (м. Київ, Україна)

**Г. С. Мікаелян** доктор педагогічних наук, професор (м. Єреван, Вірменія)

**Б. Наркявичене** доктор, асоційований професор (м. Каунас, Литва)

**Т. М. Хмара** кандидат педагогічних наук, професор (м. Київ, Україна)

## РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

**І. А. Акуленко** доктор педагогічних наук, професор (м. Черкаси, Україна)

**М. Гарнер** доктор наук, професор (Кеннесо, США)

**Н. Б. Грицай** доктор педагогічних наук, професор (м. Рівне, Україна)

**Т. М. Деркач** доктор педагогічних наук, професор (м. Київ, Україна)

**В. Ф. Заболотний** доктор педагогічних наук, професор (м. Вінниця, Україна)

**О. І. Матяш** доктор педагогічних наук, професор (м. Вінниця, Україна)

**А. А. Сбруєва** доктор педагогічних наук, професор (м. Суми, Україна)

**С. О. Скворцова** доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент АПН України (м. Одеса, Україна)

**К. В. Власенко** доктор педагогічних наук, професор (м. Київ, Україна)

**І. В. Лов'янова** доктор педагогічних наук, доцент (м. Кривий Ріг, Україна)

**Ю. О. Лянной** доктор педагогічних наук, професор (м. Суми, Україна)

**Ю. М. Ткач** доктор педагогічних наук, професор (м. Чернігів, Україна)

**М. Г. Друшляк** доктор педагогічних наук, професор (м. Суми, Україна)

**С. М. Кондратюк** кандидат педагогічних наук, професор (м. Суми, Україна)

**Д. Мілушева-Бойкіна** доктор, доцент (Пловдив, Болгарія)

**Л. В. Пшенична** кандидат наук з державного управління, професор (м. Суми, Україна)

**В. Ватсон** доктор філософії, доцент (Кеннесо, США)

**О. М. Бабенко** кандидат педагогічних наук, доцент (м. Суми, Україна) (відповідальний секретар)

**В. М. Базурін** кандидат педагогічних наук, доцент (м. Київ, Україна)

**Л. П. Міронець** кандидат педагогічних наук, доцент (м. Суми, Україна) (відповідальний секретар)

**О. О. Одінцева** кандидат фізико-математичних наук, доцент (м. Суми, Україна)

(заступник голови редакційної колегії)

**А. Урнамбетова** доктор філософії, доцент (Кеннесо, США)

**І. В. Шищенко** кандидат педагогічних наук, доцент (м. Суми, Україна)

У збірнику представлені результати актуальних досліджень, присвячених спрямованості навчання дисциплін природничо-математичного циклу на розвиток інтелектуальних умінь та творчих здібностей учнів і студентів.

Статті проходять анонімне рецензування

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
SUMY STATE PEDAGOGICAL UNIVERSITY  
NAMED AFTER A. S. MAKARENKO**

**ISSN: 2519-2361**

**TOPICAL ISSUES  
OF NATURAL SCIENCE AND  
MATHEMATICS EDUCATION**

**Collection of scientific works**

**Published two times a year**

**Founded in October of 2012**

**Issue 1(21), 2023**

**Indexed in the ICI Journals Master List of Index Copernicus**

***Index Copernicus Value (ICV) for 2018 ICV 2018 = 64.79***

***Index Copernicus Value (ICV) for 2019 ICV 2019 = 80.39***

***Index Copernicus Value (ICV) for 2020 ICV 2020 = 84.67***

**Sumy – 2023**

Founded, edited (certificate of registration KB №19538-9338P)

Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko

Published in accordance with the resolution of the academic council of Sumy State Pedagogical University named  
after A.S. Makarenko(protocol №11 from 29.05.2023)

The journal «Topical issues of natural science and mathematics education» (ISSN: 2519-2361) has passed the evaluation process positively and is indexed in the **ICI Journals Master List database for 2018**. From now on, the Editorial Staff and Publisher may use this information in their external communication. Based on the information submitted in the evaluation and the analysis of the issues of the journal from 2018, Index Copernicus Experts calculated your *Index Copernicus Value* (ICV) for 2018. **ICV 2018 = 64.79**

The journal «Topical issues of natural science and mathematics education» (ISSN: 2519-2361) has passed the evaluation process positively and is indexed in the **ICI Journals Master List database for 2019**. From now on, the Editorial Staff and Publisher may use this information in their external communication. Based on the information submitted in the evaluation and the analysis of the issues of the journal from 2019, Index Copernicus Experts calculated your *Index Copernicus Value* (ICV) for 2019. **ICV 2019 = 80.39**

The journal «Topical issues of natural science and mathematics education» (ISSN: 2519-2361) has passed the evaluation process positively and is indexed in the **ICI Journals Master List database for 2020**. From now on, the Editorial Staff and Publisher may use this information in their external communication. Based on the information submitted in the evaluation and the analysis of the issues of the journal from 2020, Index Copernicus Experts calculated your *Index Copernicus Value* (ICV) for 2020. **ICV 2020 = 84.67**

#### CHAIRMAN OF THE EDITORIAL BOARD

**Nina Tarasenkova** doctor of pedagogical sciences, professor (Cherkasy, Ukraine)

#### CO-CHAIRMAN OF THE EDITORIAL BOARD

**Olga Chashechnikova** doctor of pedagogical sciences, professor (Sumy, Ukraine)

#### EDITORIAL BOARD

**Mykhaylo Burda** doctor of pedagogical sciences, professor, member of NAPSU (Kyiv, Ukraine)  
**Mary Garner** Ph.D., professor (Kennesaw, USA)  
**Vasil Milushev** doctor of pedagogical sciences, professor (Plovdiv, Bulgaria)  
**Grazyna Rygal** dr hab, professor AjD (Czestochowa, Poland)  
**Olha Yaroshenko** Corresponding Member of NAPSU, doctor of pedagogical sciences, professor (Kyiv, Ukraine)  
**Oleg Topuzov** Corresponding Member of NAPSU, doctor of pedagogical sciences, professor (Kyiv, Ukraine)  
**Tamara Pushkaryova** Corresponding Member of NAPSU, doctor of pedagogical sciences, professor (Kyiv, Ukraine)  
**Yuriy Mal'ovany** Corresponding Member of NAPSU, PhD in pedagogical sciences, senior researcher (Kyiv, Ukraine)  
**Maria Bilyanska** doctor of pedagogical sciences, professor (Kyiv, Ukraine)  
**Hamlet Mikaelyan** doctor of pedagogical sciences, professor (Yerevan, Armenia)  
**Brone Narkeviciene** Ph.D., professor (Kaunas, Lithuania)  
**Tamara Khmara** Ph.D., professor (Kyiv, Ukraine)

#### EDITORIAL BOARD

**Irina Akulenko** doctor of physical and mathematical sciences, professor (Cherkasy, Ukraine)  
**Natalia Grytsai** doctor of physical and mathematical sciences, professor (Kyiv, Ukraine)  
**Tetiana Derkach** doctor of physical and mathematical sciences, professor (Rivne, Ukraine)  
**Volodymyr Zabolotnyi** doctor of physical and mathematical sciences, professor (Kyiv, Ukraine)  
**Olha Matiash** doctor of physical and mathematical sciences, professor (Vinnytsya, Ukraine)  
**Alina Sbruieva** doctor of pedagogical sciences, professor (Sumy, Ukraine)  
**Svitlana Skvortsova** Corresponding Member of NAPSU, doctor of pedagogical sciences, professor (Odessa, Ukraine)  
**Kateryna Vlasenko** doctor of pedagogical sciences, professor (Kyiv, Ukraine)  
**Yuriy Lyannoi** doctor of pedagogical sciences, professor (Sumy, Ukraine)  
**Iryna Lovianova** doctor of pedagogical sciences, associate professor (Kryvyi Rig, Ukraine)  
**Dobrinka Milusheva-Boykina** doctor of pedagogical sciences, docent (Plovdiv, Bulgaria)  
**Yuliia Tkach** doctor of pedagogical sciences, professor (Chernyiv, Ukraine)  
**Maryna Drushliak** doctor of pedagogical sciences, professor (Sumy, Ukraine)  
**Svitlana Kondratiuk** Ph.D., professor (Sumy, Ukraine)  
**Liubov Pshenychna** Ph.D., professor (Sumy, Ukraine)  
**Virginia Watson** Ph.D., associate professor (Kennesaw, USA)  
**Olena Babenko** Ph.D., associate professor (Sumy, Ukraine) (*executive secretary*)  
**Vitalii Bazurin** Ph.D., associate professor (Kyiv, Ukraine)  
**Mary Garner** Ph.D., professor (Kennesaw, USA)  
**Liudmila Mironets** Ph.D., associate professor (Sumy, Ukraine) (*executive secretary*)  
**Oksana Odintsova** Ph.D., associate professor (Sumy, Ukraine) (*deputy chairman of the editorial board*)  
**Azelia Urnambetova** Ph.D., associate professor (Kennesaw, USA)  
**Inna Shishenko** Ph.D., associate professor (Sumy, Ukraine)

The collection of articles presents the results of current research which highlight orientation of training courses in natural science and mathematical disciplines on developing intellectual skills and creative abilities of students. Articles are anonymous review.

РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ НАВЧАННЯ  
ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ  
В ШКОЛІ ТА ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ  
РІЗНИХ РІВНІВ АКРЕДИТАЦІЇ

УДК 371.315.6:51

DOI 10.5281/zenodo.8025545

D. V. Boykina

ORCID ID 0000-0002-4920-3736

University of Plovdiv «Paisii Hilendarski»

THE GAME IN MATHEMATICS EDUCATION

*The problem of motivating students is of significant importance in nowadays educational process. Teachers must search new, modern and effective methods, techniques and approaches in teaching to activate students' thinking. The article suggests some ideas for using games in the mathematics lessons as a means to motivate the learning activity of students.*

*The change of focus from teaching to active learning changes the role of the teacher as well. From an instructor who just gives knowledge and information the teacher becomes into a mediator of the information flow in the conditions of the changed interactions in the classroom, into a facilitator who organizes activities that will allow the acquired knowledge to be put into practice more concretely. One of the means to achieve the pedagogical purposes of learning is mastering the game.*

*The value of didactic games is in the fact that students independently acquire new knowledge to a large extent and actively help each other. With this active help, they establish contact with each other and can give an assessment and self-assessment of the work they have done.*

*Another positive thing in using didactic games in the classroom is that children who usually find it difficult to communicate with others, who find it difficult to cope in traditional situations, can be included in the game. Performing such lessons leads to develop skills for purposeful attention, concentration, independent thinking, curiosity, develops imagination, increases students' self-confidence, their motivation, develops habits for group and team work, improves students' attitude to mathematics and its study. The use of strategic mathematical games creates an opportunity to develop students' argumentation and logical skills during the analysis of the game strategy and search for a winning strategy. The skillful use of appropriate didactic games leads to the successful realization of the ideas for inclusive education.*

*Our pedagogical experience shows that students like learning through games and are motivated to participate actively in classes in which game elements are integrated.*

*It is also noticed that in the lessons with games the speech-communicative skills of the students are developed, their skills to argue, skills of attention, concentration, independent thinking, curiosity are built, imagination and logical thinking are developed, students' self-confidence increases and skills for group and team work are formed.*

*And as we well know, some of these skills are key competencies that are aimed to be develop in education. Skillful organization and performance of effective game activities leads to increased interest and motivation of students, and is one of the most successful ways to achieve the goals of learning not only in mathematics.*

**Key words:** games, didactic games, business games, learning, competence approach, learning mathematics, educational process.

**Formulation of the problem.** The century we live in is a century of constant large-scale changes, transformations and continuous development of the information society. The transformations in the society seriously affect the educational system as well. Now the problem is not just to achieve learning of the student, but to build a person with a whole system of knowledge and skills that determines his individual perception of the world, readiness for creative transformation of

reality based on personal values and inner statements. The emphasis of the training is directed from the informing to the stimulating and motivating function of the educational activity, to the diagnosis and forecasting of the tendencies of the personal development of the learner. Therefore, personalities must be formed in school, with their uniqueness, individuality, spirituality, independence and creativity. Building such personalities is one of the main tasks of school education. To do this, one must have a wide range of competencies in order to be able to adapt quickly to the changing realities. 21st century students need to be taught how to be flexible, proactive, how to be leaders when needed, and to be able to create something new and useful. The realization of such educational purposes requires the use of such forms of learning to ensure the acquisition and interpretation of educational content, to stimulate mental activity of students, to provide motivation in them and desire to learn. By teaching mathematics, a large part of the educational purposes of modern society can be achieved.

The change of focus from teaching to active learning changes the role of the teacher as well. From an instructor who just gives knowledge and information the teacher becomes into a mediator of the information flow in the conditions of the changed interactions in the classroom, into a facilitator who organizes activities that will allow the acquired knowledge to be put into practice more concretely. One of the means to achieve the pedagogical purposes of learning is mastering the game.

**Analysis of current research.** There are many interpretations of the term «game» in the pedagogical literature.

According to V. S. Zaitsev, «The game is a type of activity in situations, aimed at recreating and mastering a social experience, which forms and improves the self-management of behavior» [7, p. 156].

I. Ivanov defines the game as a «kind of simulation that allows the application of the acquired knowledge and skills. It requires the active participation of students» [4].

Even Confucius had said, «I hear and I forget. I see and I remember. I do and I understand», and later the French pedagogue Célestin Freinet added «in order to learn something, it must be experienced». The purpose of the game is to form skills and habits for real action. According to I. Ivanov «the effectiveness of the game is 4-5 times higher than traditional teaching methods» [4].

Games «are a great way for students to express in a small group their own attitude to a problem for learning purposes ... the method is suitable for developing skills for adequate response in a given situation» [1, p. 63].

The scientific literature talks about role-playing, didactic and business games.

Role-playing games stimulate independence, critical thinking, emotional and cognitive development of the personality. They can be used in teaching, consolidating and systematizing the learning content, as it is presented within a sequence of situations, rules and images. In this way, the learning process takes place in conditions of high motivation for action, combined with elements of entertainment in students. The main components of these games are: game role, game plot, game content, game action and game rules [2, pp. 43–47].

A. Epitropova offers five stages in the development of the role play: setting the parameters, determining the main structural elements of the role play, making a complete prototype (model) of the role play, approbation in a group, use of the role play in training [3, p. 32] For the learning process the last stage is important.

Didactic games differ significantly from games in general. In essence, these are games in which the developmental and cognitive value is in synchronous with the high degree of independence, self-organization and self-management of students in their own activities. The term «didactic game» emphasizes its pedagogical orientation. The game is not the purpose of the lesson, but it's a means of teaching and education, a means of intensifying the student's learning activities.

What is the specificity of the didactic game?

According to V. G. Kovalenko, «the didactic game has a stable structure that distinguishes it from all other activities» [5, p. 12].

The main structural components in the didactic game are: game design, game actions, game rules, cognitive content or didactic tasks, game tools (equipment), the result of the game.

Unlike the game in general, the didactic game has an essential feature – the presence of clearly defined learning objectives and the corresponding pedagogical results.

When using a game in mathematics education, it should be organized so that we adhere to the following positions. For this purpose, we have used modifications of V.G. Kovalenko [5, p. 20]:

1. The rules of the game should be simple. Otherwise, the game does not arise interest.
2. The game must provide «food» for mental activity. Otherwise, the game does not arise interest.
3. Each student must be an active participant in the game.
4. If there are several games in the lesson, they should alternate according to the degree of difficulty, etc.

Our practice shows that didactic games contribute also to the development of students' communication and social skills.

Randall, Maurice, Wetzel, and Whitehill stated that «the use of didactic games in mathematics education can help motivation and presence of students during lessons» [6]. The active participation of students during the games determines the need for better understanding and memorization of the taught mathematical knowledge.

The value of didactic games is in the fact that students independently acquire new knowledge to a large extent and actively help each other. With this active help, they establish contact with each other and can give an assessment and self-assessment of the work they have done.

Another positive thing in using didactic games in the classroom is that children who usually find it difficult to communicate with others, who find it difficult to cope in traditional situations, can be included in the game. Performing such lessons leads to develop skills for purposeful attention, concentration, independent thinking, curiosity, develops imagination, increases students' self-confidence, their motivation, develops habits for group and team work, improves students' attitude to mathematics and its study. The use of strategic mathematical games creates an opportunity to develop students' argumentation and logical skills during the analysis of the game strategy and search for a winning strategy. The skillful use of appropriate didactic games leads to the successful realization of the ideas for inclusive education.

Another kind of game is the business game which is a model of real decision-making processes in a real situation, with a real structure.

According to VG Kovalenko, the business game allows to create «a situation in which the learner must find the right lines of behavior, the optimal solution to the problem posed or arisen, etc.» [5, p. 12].

The aim of business games in education is to make students to study, master and test certain models and solutions and relevant actions to them, which simulate situations with the choice of their optimal option. The use of business games in the educational process is an effective means of increasing the preparation of students in a given field. They offer a rich opportunity for active research of serious intellectual and social problems. They contribute to the development of creative thinking in solving real problems, i. e. problems related to the preparation for the professional activity of the person. In the course of the game, each participant makes the most of all his knowledge, skills, experience, imagination, as a result of which the skills to think systematically, productively, creatively are built. All this leads to a higher and more lasting perception of the learning content.

The games can also be used to discover new knowledge, to develop skills, to consolidate knowledge. It is appropriate to use them as a form of summary or revision before a test or class work.

**The purpose of the article.** In this part of the article we suggest some ideas from our practice for using games in the learning process in mathematics in the secondary school.

**Presenting main material.** The game is one of the most attractive forms of activity for children, for example the use of a «magic» square. This is a square table constructed so that the

sum of the numbers (expressions) in rows, columns and diagonals is the same (depending on the material studied by the children).

**Example 1.** Place the natural numbers from 1 to 9 inclusive in the squares of the figure, so that the sum of every three numbers in horizontal and vertical order, and on the diagonals is the same.

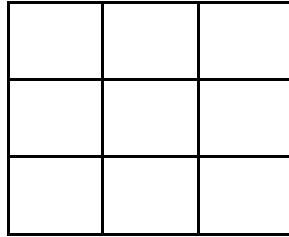


Fig. 1.

Divided into groups, students must create a magic square or find the rule by which it is created. Thus, by contacting the group, they can solve the task set by the teacher. The dialogue that takes place between them allows students to master the material studied and consolidate their knowledge.

An analogue of the «magic square» is the puzzle, which is also often used in math classes.

**Example 2.** Place the numbers from 1 to 9 in the circles of the figure, so that the sum of the three numbers located on each straight line is 15. Which number should be placed in the middle circle?

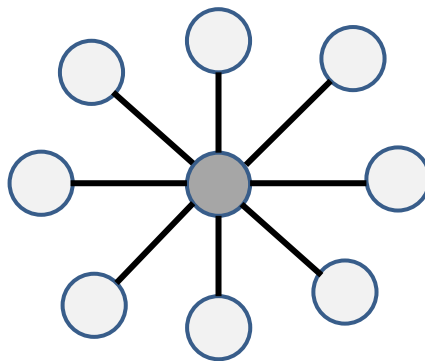


Fig. 2.

**Example 3.** Arrange the numbers 1 to 9 in the circles of the figure, so that the sum of the numbers on each side is 17.

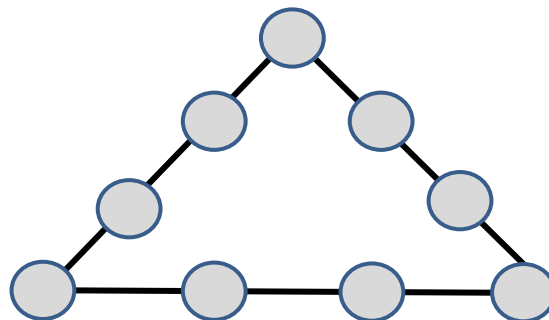


Fig. 3.

Another type of puzzle is presented in example 4.

**Example 4:** Recover the missing numbers in the multiplication.

$$\begin{array}{r}
 27 \times ** \\
 + \quad 5* \\
 \hline
 ** \\
 \hline
 ***
 \end{array}$$

Fig. 4.

Solving such logical problems, in the form of a game, contributes to create interest in students and develops their logical reasoning and critical thinking. (Koleva, 2021)

Games can be successfully used as a means to create a problematic situation when learning a new mathematical content.

**Example 5:** When studying a triangle with the students from 5-th grade, the following game can be performed:

All students from the first desks are ask to construct a triangle of three sides, namely  $AB = 7$  cm,  $AC = 2$  cm and  $BC = 3$  cm. The students from the second desks are ask to construct a triangle with sides  $AB = 4$  cm,  $BC = 3$  cm and  $AC = 7$  cm. And students on the third desks – with sides  $AB = 3$  cm,  $BC = 2$  cm and  $AC = 8$  cm, etc.

In the process of performing the given tasks and the communication between students, they are convinced that such triangles don't exist.

In addition, students grouped in the same way may be asked to construct triangles with certain angles:

$$a/ \angle A = 37^\circ, \angle B = 28^\circ, \angle C = 90^\circ$$

$$b/ \angle A = 72^\circ, \angle B = 50^\circ, \angle C = 110^\circ$$

$$c/ \angle A = 23^\circ, \angle B = 50^\circ, \angle C = 38^\circ$$

Again, by working together and communicating with each other, the students find out that the given angles do not fulfill the condition of the sum of the interior angles in the triangle. A problematic situation has been created. After reflection, students raise the hypothesis: a triangle can be constructed only if the sum of its interior angles is equal to  $180^\circ$ .

**Example 6:** In a similar way, a game can be organized when studying the theorem for the midsegment of a triangle.

The students of the first, second and third desks are given the task: "Construct a triangle and one of its midsegments. Compare this segment with the opposite side of the triangle. The other students (standing on the desks of the fourth and fifth rows) are given the task to measure the angles  $\alpha$  and  $\alpha_1$  of the triangles given on the figure, for e.g. Fig 5 and compare them.

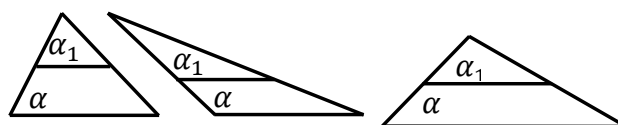


Fig. 5.

Thus, performing an independent work in groups and communicating with each other, students come to the conclusion that the midsegment of a triangle is equal to the half of its opposite side and from of the equality  $\alpha = \alpha_1$  they have verified in it is concluded that the midsegment is parallel to its opposite side.

The dialogue between the students, when they are solving the problem, gives them the opportunity to think, to listen reflexively, to analyze their own thoughts and to observe themselves. These activities of the students contribute to the realization of dialogical reflection.

**Example 7: «Mathematical dominoes»** – for this game an even number of cards, containing formulas, expressions, graphs, drawings, concepts, statements, etc. have to be prepared. The purpose of the game is to connect the cards in their logical sequence. It can be

played in pairs /in threes/ or individually. The team or the student who manages to arrange all the dominoes correctly wins.

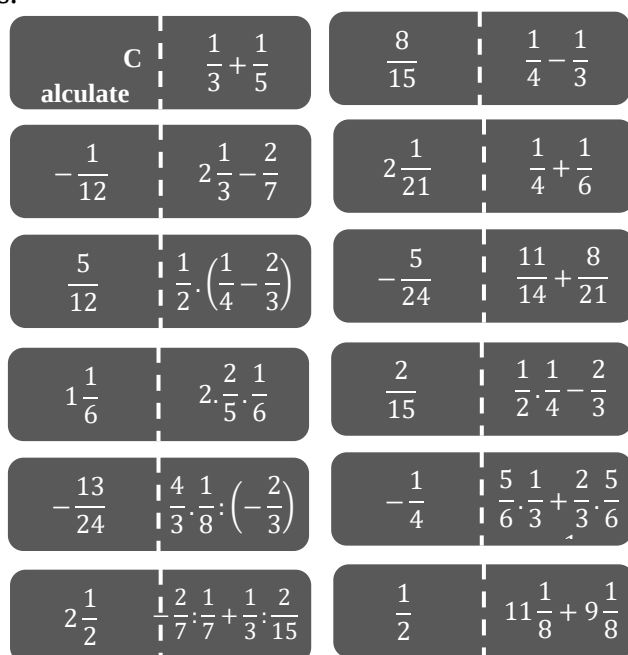


Fig. 6.

The game «Mathematical Domino» is suitable for use as a form of summarizing, revision and consolidating knowledge before a test or a class work. It can be also realized as a competitive game between several teams in the class, which is a great way to motivate students for learning activities and thus achieve many learning goals.

When using a didactic game, it is very important to ensure that students are not losing interest in the game.

The game in the university education. Games and especially business games can be widely used in teaching university students in methodology of teaching mathematics to prepare them for their pedagogical practice in school.

**Example.** Students are given the task to recreate a real situation in a math class – such as introducing a new mathematical concept, or teaching a new theorem, or solving a geometric problem and etc. The aim is each student to be involved in the role of a teacher and to teach the relevant knowledge to the other students. He must choose the right approach for the introduction of the certain knowledge, having in mind the studied theoretical formulations; to apply the teaching methodology from the lectures in practice; to select appropriate questions, explanations, comments; to prepare appropriate didactic materials and to perform the prepared situation in front of his colleagues from the group.

The rest of the students may take the role of learners during the presentation of the given situation.

An important point in the use of games in learning is to perform a reflective activity, which can be achieved by asking «strategic» reflective questions about the cognitive and affective moments in the game.

Such questions may be: What approaches did you use in the game process? Which moment of the realization turned out to be the most difficult for you? What did you learn? Did you learn something new? etc.

Therefore, after completing the task it is advisable to conduct an analysis of the situation in which all students express their own views on how the task is implemented, give ideas for other ways of conducting the situation, discuss the gaps and mistakes of the “teacher” from the point of view of the studied teaching methodology in mathematics.

Using such a business game, also called simulation, helps students to apply the methodological and pedagogical theory they have studied in a real situation, develops their

analytical skills, their critical thinking, self-awareness and self-organization. In this way the social and communicative skills of the students are enriched.

Such training activities in the form of business games help students feel much more prepared and confident in their activities in the pedagogical practice at school.

**Conclusions and prospects of further scientific investigations.** As a conclusion, we will note that the use of games in the learning process, not only at school but in the university as well, should not be the purpose of the lesson, but a means to achieve the learning aims. The game should not be seen as fun, but as a creative activity related to mastering and consolidating certain mathematical knowledge.

Our pedagogical experience shows that students like learning through games and are motivated to participate actively in classes in which game elements are integrated.

It is also noticed that in the lessons with games the speech-communicative skills of the students are developed, their skills to argue, skills of attention, concentration, independent thinking, curiosity are built, imagination and logical thinking are developed, students' self-confidence increases and skills for group and team work are formed.

And as we well know, some of these skills are key competencies that are aimed to be developed in education. Skillful organization and performance of effective game activities leads to increased interest and motivation of students, and is one of the most successful ways to achieve the goals of learning not only in mathematics.

## REFERENCES

1. Bozhilova, V., Valkanova, V., Gyurova, V., Dermendzhieva, G. (2006). The interactivity in the learning process (or for the fisherman, fish and fishery). Europress Agency, Sofia.
2. Dimitrov, D. (1989). Typical game technologies for kindergarten and primary school. Blagoevgrad: VPI.
3. Epitropova, A. (2004). Active strategies for the study of man and nature in primary schools. Plovdiv: Macros.
4. Ivanov, I. (2005). Interactive teaching methods. In: Jubilee scientific conference with international participation 50 years DIPKU – Varna: «Education and qualification of teachers – development and projections in the XXI century» Varna.
5. Koleva, K. (2021). The Logical Problems. Monograph, Veliko Tarnovo, Bulgaria, ITI.
6. Kovalenko, V. (1990). Didactic games in mathematics lessons. Book For the teacher. Moskva: Enlightenment.
7. Randel, J., Morris, B., Wetzel, C., Whitehill, B. (1992). The effectiveness of games for educational purposes: A review of recent research. In: Simulation & Gaming, 23 (3), 261–276.
8. Zaitsev, V. (2012). Modern pedagogical technologies. Book 1. Chelyabinsk, ChGPU.

### **Бойкіна Д. В. Гра у навчанні математики.**

**Анотація.** Проблема мотивації студентів є важливою у сучасному освітньому процесі. Вчителі повинні шукати нові, сучасні та ефективні методи, прийоми та підходи в навчанні для активізації мислення учнів. У статті запропоновано деякі ідеї використання ігор на уроках математики як засобу мотивації навчальної діяльності учнів.

Зміна фокусу з навчання на активне навчання також змінює роль учителя. З інструктора, який просто дає знання та інформацію, вчитель перетворюється на посередника інформаційного потоку в умовах зміни взаємодії в класі, на фасилітатора, який організовує діяльність, яка дозволить більш конкретно застосувати набуті знання. Одним із засобів досягнення педагогічної мети навчання є оволодіння грою.

Цінність дидактичних ігор полягає в тому, що учні значною мірою самостійно здобувають нові знання і активно допомагають один одному. При цій активній допомозі вони встановлюють контакт один з одним і можуть дати оцінку та самооцінку виконаної роботи.

Позитивним моментом використання дидактичних ігор на заняттях є те, що до гри можна залучити дітей, яким зазвичай важко спілкуватися з оточуючими, яким важко впоратися в традиційних ситуаціях. Проведення таких уроків сприяє формуванню

навичок цілеспрямованої уваги, зосередженості, самостійності мислення, допитливості, розвиває уяву, підвищує впевненість учнів у собі, їх мотивацію, формує звички до групової та командної роботи, покращує ставлення учнів до математики та її вивчення. Використання стратегічних математичних ігор створює можливість розвивати в учнів аргументацію та логічні навички під час аналізу стратегії гри та пошуку виграної стратегії. Вміле використання відповідних дидактичних ігор призводить до успішної реалізації ідей інклюзивного навчання.

Наш педагогічний досвід показує, що студенти люблять навчатися через гру і мотивовані до активної участі в заняттях, в які включені елементи гри.

Також помічено, що на уроках з іграми розвиваються мовленнєво-комунікативні вміння учнів, їх уміння аргументувати, навички уваги, зосередженості, самостійності мислення, розвиваються допитливість, розвивається уява та логічне мислення, самостійність учнів, підвищується впевненість і формуються навички групової та командної роботи.

І, як ми добре знаємо, деякі з цих умінь є ключовими компетенціями, які мають розвиватися в освіті. Уміла організація та виконання ефективних ігрових дій призводить до підвищення інтересу та мотивації учнів, є одним із найуспішніших шляхів досягнення цілей навчання не лише з математики.

**Ключові слова:** ігри, дидактичні ігри, ділові ігри, навчання, компетентнісний підхід, навчання математики, освітній процес.

**УДК 378.016**

**DOI 10.5281/zenodo.8025528**

**A. Saltykova**

ORCID ID 0000-0001-8010-267X

**D. Saltykov**

ORCID ID 0000-0001-8589-9788

**M. Kalenyk**

ORCID ID 0000-0001-7416-4233

Sumy State Pedagogical University  
named after A.S. Makarenko

**Yu. Shkurdoda**

ORCID ID 0000-0002-8180-4574

Sumy State University

## **TESTING AS A METHOD OF MONITORING EDUCATIONAL ACHIEVEMENTS OF PHYSICS STUDENTS**

Today, test technologies can be considered as an effective and standardized mechanism for diagnosing students' educational achievements, which optimally fits into the organizational process of educational classes. Tests make it possible to qualitatively measure the level of students' knowledge at each stage of their learning. At the same time, the necessary accuracy and objectivity of the inspection is ensured.

The purpose of the article is to investigate the peculiarities of testing as a method of monitoring the educational achievements of students in physics and to summarize one's own experience of its use. The hypothesis of our research can be formulated as follows: the correct, reasonable and effective use of test control of knowledge during physics education enriches the educational process and prepares students for future life exams

The article shows the essence of test technologies and their use in the educational process, substantiates the organizational and didactic conditions for their implementation in the study of physics. A complete system of test tasks in physics has been developed and put into practice, which contributes to increasing the objectivity of diagnosing the quality of students' knowledge

*and competencies. We believe that the correct, reasonable and effective use of knowledge test control during physics education enriches the educational process and prepares students for future life exams.*

*We see further research in the implementation of test forms in the current educational process, in independent work and in a new generation of textbooks and manuals. Such large-scale use of the wide pedagogical possibilities of test forms allows us to achieve new results in improving the quality of education. With the transition to distance or blended learning, testing has become the main form of monitoring students' knowledge.*

**Key words:** tests, testing, students, physics, educational process, control of educational achievements.

**Formulation of the problem.** The modern needs of society require a transition to a new, more flexible education strategy. In this regard, the question of improving the control of knowledge, abilities and skills of future specialists at all stages of their training in institutions of higher education is urgent. Control should be objective and provide full information about the real achievements of students' educational activities [1] and comprehensive and understandable for students in terms of content and purpose [2]. As experience shows, most often the assessment and control of students' educational achievements is carried out through testing. In the practice of modern educational institutions, tests have become one of the main means of obtaining pedagogical information. In addition, it should be noted that in modern conditions on the labor market, specialists who have a high level of qualification in a certain field are competitive. Verification of this level at the first stage of employment in most cases also takes place as a test. This method increases the objectivity of the candidate's assessment and allows the principle of equal opportunities to be implemented. Of course, the effective use of tests is possible only when the tests are used as a supplement to the interview conducted with a candidate for a certain position.

**Analysis of current research.** The analysis of the scientific and pedagogical literature proves that the issue of test control arouses interest and determines the significant interest of scientists and practitioners. Studies are devoted to the issue of test control in physics in educational institutions by D. Bodnenka, L. Varchenko, S. Velichka, P. Atamanchuk, V. Vlasenko, V. Sfimenka, V. Hrytsenko, V. Grishina, O. Ivanytskoho, Zh. Mozolyuk and others.

Analysis of research on this topic shows the importance and necessity of using test control at various stages, forms and levels of physics education.

In the article by Sadovska T.A. "Testing as a means of monitoring students' knowledge" [3] examines the advantages of testing over other methods of monitoring knowledge, such as traditional control, oral surveys, etc. It is noted that testing allows to assess students' knowledge in a short period of time, ensures objectivity of results and stimulates independent work of students.

In the article by Shulga V.I. "Testing as a means of monitoring students' educational achievements" [4] describes the methodology of building tests, their evaluation and use in the process of teaching students in physics. In the recommendations regarding the organization of student testing, which are given in the methodical recommendations of Vakaluk V.M. "Methodical recommendations on the organization of student testing" [5], the process of preparing, conducting and evaluating the test is described in detail.

In the article by Stepanov M.Yu. and Yakovenko V.M. "Testing as a method of controlling students' knowledge of physics" [6] emphasizes the importance of using testing to control students' knowledge of physics, in particular to check their understanding of fundamental concepts and laws of physics.

The introduction of test control of knowledge has become more relevant with the emergence of external independent assessment (EXA) in Ukraine. At the same time, there is a contradiction between the need to achieve guaranteed quality of specialist training, recorded in objective indicators, and the absence of an effective diagnostic system adequate to modern requirements for the results of the educational process; between the educational potential of test control and the ineffectiveness of its use in the educational process.

The relevance of the research problem and its insufficient development in the scientific and pedagogical literature determined the choice of the topic of the work.

**The purpose of the article:** to investigate the peculiarities of testing as a method of monitoring the educational achievements of students in physics and to summarize one's own experience of its use.

The hypothesis of our research can be formulated as follows: the correct, reasonable and effective use of test control of knowledge during physics education enriches the educational process and prepares students for future life exams.

**Presenting main material.** In accordance with the increase in the level of university education, there is an important need to develop effective methods of monitoring students' educational achievements. One of the most common methods of monitoring educational achievements is testing. Testing is considered one of the most effective ways to assess students' knowledge of various subjects, particularly physics.

The main purpose of testing is to assess students' knowledge of physics, as well as to help the teacher identify students' shortcomings and mistakes. Testing allows teachers to assess students' mastery of certain topics and skills. In addition, testing can help students navigate how well they have mastered the material and what specific topics they need to study more.

Testing can be done in various forms, such as test tasks, written tests, open questions and others. Universities usually use test papers that contain questions on different physics topics. These tasks contain different types of questions such as multiple choice, fill in the blanks, sequencing and others.

The advantages of testing are that it allows you to assess the knowledge of many students at the same time, and also ensures the accuracy of knowledge assessment. Testing is also an objective method, since the assessment depends on the correspondence of the answer to the correct answer, and not on the personal opinion of the teacher or the influence of the student.

In addition, testing allows the teacher to identify the shortcomings and mistakes of students. If students massively answer a specific question incorrectly, it gives the teacher an opportunity to understand that the topic needs additional explanations and clarifications. Also, the use of tests allows you to make an assessment regardless of what external factors may affect the student's ability to study, such as illnesses or personal problems.

The disadvantages of testing are that they can be provided only with the knowledge that could be applied in the testing questions. For example, the test may not reflect practical knowledge that may be important to researchers, engineers, and other physics professionals. In addition, testing may not cover all aspects of knowledge required of students.

So, testing is an effective method of monitoring students' educational achievements in physics. It allows teachers to assess the level of knowledge of students, identify shortcomings and mistakes of students and make an objective assessment regardless of external factors. In addition, the use of testing can help students navigate which specific topics they need to study more. However, the disadvantages of testing are that they may be limited only to those knowledge that could be reflected in the test, and may not take into account practical knowledge and may not sufficiently cover all aspects of knowledge required of students.

Therefore, to obtain a more complete map of the educational achievements of students in physics, teachers can use not only testing, but also other methods, such as practical tasks, laboratory work, experiments, discussions, etc. Combining different assessment methods can provide a more accurate and complete picture of students' knowledge and skills.

The educational process should be aimed at achieving the maximum quality of education and development of students. Testing can be an important element of monitoring the educational achievements of students in physics, but it should not be the only method of monitoring and evaluating knowledge. Using a variety of assessment methods, as well as giving students the opportunity to self-assess and dialogue with the teacher, can be useful to ensure the maximum effectiveness of learning and development of students in physics.

In addition, it is important to consider that testing should not be an end in itself but should only serve as a tool for evaluating the educational achievements of students. Teachers should set before themselves a specific goal that they want to achieve with the help of testing, as well as clearly formulate assessment criteria that will reflect the real knowledge and skills of students.

In addition, it is important that the test is properly prepared and organized. Teachers must be sure that the tests meet the requirements of the curriculum and reflect the required level of knowledge and skills. It is also important that the testing is fair and objective. Various measures can be used for this, such as controlling the time of the test, using different versions of the tests for different groups of students, as well as using a system of checking results with the help of two teachers.

Therefore, testing can be a useful method of monitoring student achievement in physics if it is used in conjunction with other assessment methods and considers all aspects of the knowledge and skills required of students. Teachers must properly prepare tests, organize their conduct and ensure fair and objective assessment of results. Only then can testing serve as a tool to ensure the maximum quality of learning and development of physics students.

In the process of learning, the teacher carries out purposeful management of students' cognitive activity. One of the important links of this process is the diagnosis of the quality of education, which acts as a check of student achievements at all its stages. The use of test technologies can be considered as an effective and standardized diagnostic mechanism that optimally fits into the organizational process of educational classes. Tests make it possible to qualitatively measure the level of knowledge of students at each stage of learning. At the same time, the necessary accuracy and objectivity of the inspection is ensured. Tests as a measurement tool are used in most countries of the world. Testology as a theory and practice of testing has existed for more than 120 years. During this time, sufficient experience in the use of tests has been accumulated [7].

As you know, a test (from the English test-test) is a standardized task, based on the results of which a conclusion is drawn about the knowledge, skills and abilities of the person being tested. The test task acts as a unit of the test, its constituent element. The content of the test consists of instructions and several (or many) tasks.

Before creating or applying tests in practice, it is necessary to decide what level of knowledge acquisition we will check.

The first level is recognition, distinction. Students must re-identify the perceived object, highlight it and name it. The basics of task performance – perception, memory. The type of test used is for recognition.

The second level is reproduction. It is necessary to reproduce previously learned information (definitions, formulas, description of the device, the procedure for performing practical actions), to solve a typical problem according to the previously presented plan. The type of test used is reproductive.

The third level is the solution of atypical problems, the solution of which must be found by oneself. Its basis is mental, productive activity.

The first and second levels are executive, they are based on reproductive activity and are carried out according to specific prescriptions. The third level is related to mental and creative activity.

During the educational process, testing performs the following functions:

1. The controlling function consists in identifying the state of knowledge and skills of students, the level of their mental development, in studying the degree of assimilation of techniques of cognitive activity, skills of rational educational activity.

2. The educational function of control consists in improving knowledge and skills, their systematization. In the process of checking, students repeat and consolidate the studied material. They not only reproduce the previously learned, but also apply knowledge and skills in a new situation.

3. The diagnostic function consists in obtaining information about errors, shortcomings and gaps in the knowledge and skills of students, as well as the reasons that give rise to them; students' difficulties in mastering the educational material, about the number and nature of errors.

4. The developmental function of control consists in stimulating the cognitive activity of students, the development of their creative abilities.

5. The indicative function consists in obtaining information on how well the individual student and the group have mastered and studied the educational material. Control helps students get to know themselves better, evaluate their knowledge and capabilities.

6. The educational function of control is to educate students in a responsible attitude to learning, discipline, accuracy, and honesty.

In the educational process, the functions themselves are manifested to varying degrees and in various combinations. Implementation of selected functions in practice makes control more effective, and the process itself becomes more effective.

Tests, compared to other methods of pedagogical assessment, have many advantages, including:

- the ability to check the results of educational achievements from many topics and sections of the program;
- objectively assess the level of assimilation of educational material;
- create equal testing conditions for all test participants;
- standardize and automate the procedure for checking results;
- cover many students with testing.

Certain principles must be followed when developing tests:

- Significance – inclusion in the test of only those elements that can be attributed to the most important, key in the general system of knowledge being tested.
- Interrelationship of content and form – a real pedagogical test can be characterized as the result of the interaction of the content of the task with the most appropriate form. Therefore, there are different types of tests.
- Scientific reliability – each task of the test is based, as a rule, on a fact, theorem, norm, law or on a method tested in practice.
- Completeness and enough tasks – the number of tasks in a traditional test is usually at least thirty. Correspondence of the content of the test to the level of the modern state of science. Complexity and balance of the content of the test (the final test is not based on the content of one topic).
- Systematic content – formulation of the content of test tasks that meets the requirements of the system.
- Variability of content – many variants of tasks of the same test, which are approximately equal in complexity, have similar indicators of variation in test scores.
- Increasing complexity – each element of the content of education in the process of learning and control has some degree of complexity averaged for students.

The following didactic requirements are put forward for test control:

- tests must be valid, i.e. measure exactly the indicator of knowledge or skills that is needed;
- unambiguous, that is, everyone who reads them must understand the condition in the same way;
- simple, that is, each task should contain one question;
- authentic, i.e. to correspond to scientific ideas from the curriculum and contain only the terms and expressions studied in the program;
- be performed based on the studied material.

The structural component of the pedagogical test is: a test task – a task in a test form, intended for execution, to which, in addition to the content, the requirements of the test form are presented and a standard – a sample of complete and correct execution of an action, which serves to compare the achieved level with the planned one.

Depending on which feature is the basis of the test classification, test tasks can be distinguished:

1. By goals: with learning and controlling elements.
2. According to the nature of the necessary actions: the task of reproducing knowledge, analyzing the signs of concepts, performing certain actions (calculation, comparison, logical conclusion, etc.).
3. According to the nature of the answers: open or closed.
4. According to the place engaged in the educational process – initial level of training, current or final control.
5. By level of learning: tests of the 1st level for recognition, recognition and discrimination; level II tests – reproducing information about the object from memory; III-rd level, requiring solving typical tasks; level IV – creative application of acquired knowledge.
6. By type: verbal, numerical, symbolic, visually spatial (diagrams, tables, graphs, drawings, etc.).
7. According to the structure of the answer: with the answer "yes"/"no", at the end of the opinion, with the choice of the correct answer, for comparison or juxtaposition, for the explanation of concepts, for the quantitative ratio of facts and others.
8. By means: blank, objective (constructive), with the use of technical means, practical (in the form of laboratory work).
9. According to the level of standardization of control: standardized or non-standardized.
10. According to the principle of selecting the content of the test for a specific group of students: adaptive or non-adaptive.
11. According to the design of the control program: independent of each other or tests with gradual complication.
12. According to the nature of control: individual or mass (frontal).
13. According to the functions of verification: ascertaining, diagnosing and prognostic.

Depending on the purpose and task of testing, different types of tests can be used, such as written tests, oral tests, tests with open questions, multiple-choice tests, and others. Each of these types has its advantages and disadvantages, so it is important to choose the type of test that best suits the purpose and tasks of the control.

One of the most common types of tests are multiple choice tests. These tests have several advantages, including speed and ease of testing, the ability to create more complex tasks using knowledge from different areas of physics, and the ability to ensure standardization of assessment between different students. However, they also have certain disadvantages, such as the possibility of taking the test randomly without subject knowledge, the possibility of answering questions using the method of eliminating multiple choice answers, and the limitation that they may not allow students to demonstrate their skills and understanding of more complex questions.

All these aspects must be considered when preparing tests. It is also important to use tests not only to control the educational achievements of students, but also for their development. With the right approach, tests can serve as a means of teaching and motivating students to develop their knowledge and skills in physics.

Recommendations on the form of submission of text or graphic test tasks [8]:

- test tasks of the same form are accompanied by one instruction for their execution (when the form is changed, the instruction changes);
- the text of the instructions should differ from the main text (font, color) and be separated from the test tasks with a colon;
- tasks are numbered with Arabic numerals, the numbering of tasks of different forms is continuous;
- the interrogative part of the task is formulated in an affirmative form concisely, clearly, without double interpretation and is highlighted in capital letters or in a certain color;
- the question part of test tasks and possible answers are not separated by any sign;
- answer elements of part of the test task have separate indexing;
- the answers are placed symmetrically under the question part or next to it;

- if the answer involves a certain calculation procedure, then the latter should be simple, without the need to use complex technical means.
- the form of submission of test tasks does not change within the block of tasks intended for testing.

The simplest test tasks of a closed form according to the principle of constructing an answer are alternative test tasks [9].

Alternative test tasks provide for the presence of two answer options, in particular "yes – no", "correct – incorrect". They are used to pre-check the correctness of the choice or decide based on the content of the task without revealing its essence.

Example. Choose the number of the correct answer.

Avogadro's number determines the number of molecules in 1 kg of substance?

1. Yes.
2. No.

If it is necessary to check the ability to correctly reproduce the acquired knowledge, it is advisable to use test tasks with multiple choices, in which from three to five possible answer options are provided. Only one of the proposed options is correct. When composing such test tasks, the difficulty lies in the selection of answer options, which should be quite similar to the correct ones.

Such test tasks are used, as a rule, in the form of an imaginary model of actions, an imaginary simulator, etc. The person being tested must insert the serial numbers of the components of actions placed in a free order.

Closed-form test tasks offer to choose one correct answer from several proposed ones.

In such test tasks, the answers must be placed in a certain order. In addition, it is desirable to use as few of their varieties as possible when creating test tasks.

Example. Choose the number of the correct answer.

A body was thrown horizontally from a tower with a height of  $h = 300$  m with an initial speed of 20 m/s. At what height above the Earth's surface will the body be after 2 seconds of flight? Neglect air resistance [10]

1. 150 m;
2. 260 m;
3. 205.6 m;
4. 280.4 m;
5. 240.4 m.

Open-ended test tasks involve free answers from those being tested. They do not contain suggested answer options and are used to reveal knowledge of terms, meanings, and concepts presented in the educational material. By content, this is a statement with an unknown variable.

Example. For the first half of the journey, the car moved at a speed of 90 km/h, the second – at a speed of 20 m/s. Find the average road speed of the car over the entire journey.

To create tests, you need to choose an environment. It can be: blank testing, which is completed on paper; ready-made software environment; The Internet is an environment.

Each of these environments has its advantages and disadvantages, but it is necessary to use them appropriately for certain types of knowledge control.

Form manipulation (closed or open) is a necessary but not sufficient condition for creating full-fledged tests.

The content of one block of tests can include both tasks of one form (monoform tasks) and tasks that include tests of different forms (polyform).

The peculiarity of monoform tests is that one type of instruction is sufficient for their execution. This makes the task clearer, helping to reduce the time it takes to complete it. However, this type of task is quite monotonous and it is not recommended to use it often in this form. It is advisable to use tests of this type to consolidate knowledge, as well as to check the quality of learning the material.

The use of polyform tests significantly increases their variety and allows for a more objective assessment of knowledge. Tasks of this type allow you to use them to check the quality

of assimilation of the material of large sections, topics, blocks, which are of great importance for the acquisition of stable knowledge.

When creating polyform test tasks, it is recommended to start with the simplest forms containing the least number of essential operations, such as a recognition test task, and include the most complex tasks towards the middle or end of the test. Each type of such a test must be accompanied by appropriate instructions for its execution.

It is also important to consider that testing should be only one of the means of monitoring educational achievements, and not the only one. Along with tests, other control methods can be used, such as writing homework, laboratory work, projects, etc.

It is also important to pay attention to the use of tests as a means of student development. Instead of just testing knowledge, you can create tasks that allow students to demonstrate their skills and understanding of physics, as well as develop their critical thinking and analytical skills.

In our practice of teaching students, especially recently, we use test technologies at various stages of the educational process. So, for example, at the beginning of a practical lesson, students are offered a test check of the theoretical material, which significantly saves time and allows you to get information about preparation for the lesson in a short time. To conduct summaries on a certain topic, students are offered tests that cover both theoretical material and testing practical skills in solving problems. One of the forms of admission to laboratory work and their protection is testing. It is also one of the types of examination control.

Considering the person-oriented approach in education, it is advisable to use test technologies for organizing independent work. Students are offered, as an independent homework, to pass tests on the topic by a certain algorithm.

Here is an example of an algorithm for students to create a test task with a choice of answers:

Choose the topic of the test task.

Come up with a question or find an interesting short piece of information and ask a question about it. Write it down.

Give a series of answers (one is true, the others are plausible but false to choose from). Encode them, put a serial number or letter next to each – A, B, V.G.

Write down the topic, tests and code of the correct answer, indicate the surname of the compiler.

Such tasks contribute to the identification and development of individual abilities of students.

The role of test control has grown significantly in conditions of widespread use of distance education.

Today, there are many different systems (software products and online services) for creating tests and conducting testing. In particular, MyTest, INDIGO, Hot Potatoes, MultiTester System, Knowing, ADSoft Tester, eTest, AnsTester, EasyQuizzzy, Google Forms, Microsoft Forms, Moodle platforms, iSpring Suite, Vseovsita, Na Urok. We have positive experience of using the mentioned software products and online services in cooperation with learning management systems Moodle, Microsoft Teams, Google Classroom.

The 21st century puts forward three main requirements for test technology – it is adaptability, quality and efficiency. The adaptability of technologies implies the priority of the personality of students and the need to create such technologies that are able to respond to the individual differences of the subjects, adjusting the level of difficulty of the tasks depending on the success of the answers to the previous tasks. This requirement is implemented by creating a large number of tasks of increasing complexity. The quality of the technology is mainly related to the reliability and validity of the test results. The effectiveness of technologies implies a reduction in the cost/results ratio.

But, despite the advantages of test control of knowledge, it is necessary to mention its disadvantages:

- test results can be affected by side circumstances: an incorrect answer can be explained not only by failure to learn the course, but also by incorrect reading or misunderstanding of the

task, incorrect crossing out of a letter (with correct understanding) due to fatigue, nervousness, personal style of presentation of the content of the task;

- tests reveal the result, not the progress of work. Despite the fact that the effectiveness of knowledge is judged primarily by its results, it is important for the teacher to know how the student reached this solution. Perhaps he reasoned correctly and wrote the answer incorrectly, or accidentally answered correctly;
- educational tests simplify the task facing the student, do not always allow to reveal the ability for independent logical thinking, random choice of answers or exclusion method is also possible.

Therefore, it should be recognized that tests cannot cover all aspects of students' performance. Only together with other forms of control can tests be used successfully. The monitoring system in the learning process ensures regular monitoring of the quality of knowledge and skill acquisition in the learning process, provides the teacher with objective and operational information about the level of students' learning of mandatory educational material. The testing technology should be designed in such a way that it is possible to measure not only the presence, but also the depth of knowledge acquisition.

**Conclusions and prospects of further scientific investigations.** Test technologies occupy a prominent place in the process of diagnosing the quality of education of physics students in higher education institutions. We have shown the essence of test technologies and their use in the educational process, substantiated the organizational and didactic conditions for their implementation in the study of physics. A comprehensive system of test tasks and technologies has been developed and put into practice, which contributes to increasing the objectivity of diagnosing the quality of students' knowledge and competencies. In the educational process, tasks in test form are used in large quantities. They are used not only to control the educational achievements of students, but also in the current educational process for the effective organization of independent work. Thus, a new situation has arisen that changes the perception of the use of test forms. The combination of tasks in a test form with already known new educational technologies gave birth to another educational technology based on the theory of pedagogical measurements. This was facilitated by the selection of tasks in the test form as a separate concept. We see further research in the implementation of test forms in the current educational process, in independent work and in a new generation of textbooks and manuals. Such large-scale use of the wide pedagogical possibilities of test forms allows us to achieve new results in improving the quality of education. With the transition to distance or blended learning, testing has become the main form of monitoring students' knowledge.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES**

1. Приходько, В. В., Вікторов, В. Г. (2009). Педагогічний контроль у вищій школі: Навчальний посібник. Дніпро: Національний гірничий університет. (Prykhodko, V. V., Viktorov, V. G. (2009). Pedagogical control in higher education: Study guide. Dnipro: National Mining University).
2. Берешчук, М. Я. (2001). Тестовий контроль та рейтингова оцінка знань. Харків: ХДАМГ. (Bereshchuk, M. Ya. (2001). Test control and rating assessment of knowledge. Kharkiv: KhNAUE).
3. Садовська, Т. А. (2015). Тестування як засіб контролю знань студентів. Наукові записки Національного університету "Острозька академія". Серія "Педагогічна", 30, 188–190. (Sadovska, T. A. (2015). Testing as a means of monitoring students' knowledge // Scientific notes of the National University "Ostroh Academy". "Pedagogical" series, 30, 188–190).
4. Шульга, В. І. (2016). Тестування як засіб контролю навчальних досягнень студентів. Фізика та астрономія в рідній школі, 3, 33–35. (Shulga, V. I. (2016). Testing as a means of monitoring students' educational achievements. Physics and astronomy in the native school, 3, 33–35).

5. Вакалюк, В. М. (2017). Методичні рекомендації щодо організації тестування студентів. Педагогіка і психологія, 1, 125–131. (Vakalyuk, V. M. (2017). Methodological recommendations regarding the organization of student testing. Pedagogy and psychology, 1, 125–131).
6. Степанова, М. Ю., Яковенко, В. М. (2018). Тестування як метод контролю знань студентів з фізики. Молодий вчений, 9(63), 98–100. (Stepanova, M. Yu., Yakovenko, V. M. (2018). Testing as a method of controlling students' knowledge of physics. Young scientist, 9(63), 98–100).
7. Сергієнко, В. П., Кухар, Л. О. (2011). Методичні рекомендації зі складання тестових завдань. Київ: НПУ. (Sergienko, V. P., Kukhar, L. O. (2011). Methodological recommendations for drawing up test tasks. Kyiv: NPU).
8. Іваницький, О. І. (2005). Теоретичні і методичні основи підготовки майбутнього вчителя фізики до впровадження інноваційних технологій навчання. (автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02). Київ. (Ivanytskyi, O. I. (2005). The theoretical and methodical bases of preparing a future teacher of Physics for the instituting of innovative technologies into the process of study in Secondary School. (DSc thesis abstract). Kyiv).
9. Ivashchuk, O. V., Radzikhovska, L. M. (2016). The introduction of the electronic form of control measures as a means of corruption prevention in higher education. Scientific bulletin of national mining university, 2(152), 133–139.
10. Величко, С. П., Задорожна, О. В. (2012). Особливості тестового контролю з курсу загальної фізики з модуля «Механіка» у вищих авіаційних навчальних закладах та його реалізація у програмних засобах навчання. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології, 5(23), 10–18. (Velichko, S. P., Zadorozhna, O. V. (2012). Features of Test control in the course of General Physics from the module "mechanics" in higher aviation educational institutions and its implementation in training software tools. Pedagogical Sciences: theory, history, innovative technologies, 5(23), 10–18).
11. Бодненко, Д. М., Варченко, Л. О., Жильцов, О. Б. (2012). Тестовий контроль знань студентів у системі Moodle: навчально-методичний посібник. Київ: ун-т ім. Б. Грінченка. (Bodnenko, D. M., Varchenko, L. O., Zhylcov, O. B. (2012). Test control of students' knowledge in the Moodle system: educational and methodological guide. Kyiv: University named after B. Hrinchenko).

**Салтикова А. І., Салтиков Д. І., Каленик М. В., Шкурдода Ю. О. Тестування як метод контролю навчальних досягнень студентів з фізики.**

***Анотація.** Тестові технології, на сьогодні, можна розглядати як результативний і стандартизований механізм діагностики навчальних досягнень студентів, який оптимально вписується в організаційний процес навчальних занять. Тести дозволяють якісно вимірювати рівень знань студентів на кожному етапі їх засвоєння. При цьому забезпечується необхідна точність і об'єктивність перевірки.*

*Метою статті є дослідити особливості тестування як методу контролю навчальних досягнень студентів з фізики та узагальнити власний досвід його використання. Гіпотезу нашого дослідження можна сформулювати так: правильне, обґрунтоване та ефективне використання тестового контролю знань під час навчання фізики збагачує освітній процес і готує студентів до майбутніх життєвих іспитів.*

*У статті показано сутність тестових технологій та їх використання в освітньому процесі, обґрунтовано організаційно-дидактичні умови їх реалізації при вивченні фізики. Розроблено і впроваджено в практику цілісну систему тестових завдань з фізики, що сприяє підвищенню об'єктивності діагностики якості знань і компетентностей студентів. Вважаємо, що правильне, розумне та ефективне використання тестового контролю знань під час навчання фізики збагачує навчальний процес, готує студентів до майбутніх життєвих іспитів.*

Подальші пошуки вбачаємо у впровадженні тестових технологій у поточний освітній процес, у самостійну роботу та в новому поколінні підручників і посібників. Таке масштабне використання широких педагогічних можливостей тестових технологій дозволяє досягти нових результатів у підвищенні якості освіти. З переходом на дистанційне або змішане навчання основною формою контролю знань студентів стало тестування.

**Ключові слова:** тести, тестування, студенти, фізика, освітній процес, контроль навчальних досягнень.

УДК 378:37

DOI 10.5281/zenodo.8032238

**В. М. Базурін**

ORCID ID 0000-0002-6614-4889

Державний торговельно-економічний університет

### **РОЗРОБЛЕННЯ УЧНЯМИ МОДЕЛЕЙ ФІЗИЧНИХ ЯВИЩ ЯК ОДИН З ШЛЯХІВ РЕАЛІЗАЦІЇ STEAM-ПІДХОДУ В ОСВІТІ**

Впровадження підходу STEAM у шкільну освіту є одним із шляхів підвищення мотивації учнів до вивчення природничо-математичних дисциплін, а також дотримання принципів науковості, зв'язку навчання з життям, діяльністю. У статті обґрунтовано застосування одного із шляхів реалізації підходу STEAM до навчання студентів, а саме створення комп'ютерних моделей фізичних явищ на заняттях гуртка «Інформатика».

У статті обґрунтовується вибір мови програмування C#, враховуючи відносну простоту та популярність цієї мови програмування. Об'єктами роботи студентів є комп'ютерні моделі таких фізичних явищ: електролізу, експерименту з визначення коефіцієнта тертя, математичного маятника, а також динамічна бібліотека функцій для обчислення основних фізичних величин. Складні проекти доцільно створювати кількома учнями. У той час як одні студенти розроблятимуть динамічні бібліотеки та налагоджуватимуть їх, інші розроблятимуть інтерфейс програмного засобу. Завдяки такому підходу стає можливим створювати програмне забезпечення, яке буде важливим і яке можна буде використовувати для вирішення важливих практичних завдань. Надалі планується розробити та апробувати методику організації спільної роботи студентів над програмними засобами та динамічними бібліотеками, які використовуватимуться для вирішення важливих завдань.

На основі аналізу результатів написання і захисту науково-дослідних вихованцями гуртка можна зробити такі висновки: створення учнями комп'ютерних моделей фізичних явищ сприяє їх зануренню у відповідну проблематику (фізика: досліджуване явище, закон, процес; алгебра: перетворення формул; геометрія: декартова система координат, тригонометричні функції, співвідношення сторін у прямокутному трикутнику); для одного учня створення повнофункціонального програмного засобу часто є важким. Спрощення програмного засобу веде до зменшення його цінності; якщо це навчальна модель фізичного досліду, то учні потребують пояснень керівника гуртка щодо того, які дані є вхідними і як правильно перевірити розрахунки; створення будь-якої комп'ютерної програми, яка матиме практичну цінність, вимагає від учня поглиблення його знань у певній галузі (наприклад, в криптографії і теорії чисел). Тому створення таких програм являє собою цінність і для самого учня; у процесі розроблення прикладних програм, які вирішують важливі практичні завдання, учні досягають як об'єктивних результатів (створення програми, яка має практичну користь), так і суб'єктивних (набувають компетентностей, які у подальшому будуть корисні; поглиблюють знання в певних галузях людської діяльності; розвивають уміння планувати свою діяльність).

**Ключові слова:** STEAM, освіта, програмування, проект, гурток, Мала академія наук.

**Постановка проблеми.** Вимоги суспільства до рівня компетентностей випускників закладів загальної середньої освіти постійно зростають. Для того, щоб відповідати цим вимогам, шкільна освіта потребує постійного розвитку та модернізації. Одним з напрямів модернізації освіти є її цифровізація.

Як зазначає О. Шпарик, цифровізація освіти є однією з найбільш вадливих і стійких тенденцій розвитку системи освіти в більшості країн світу [9, с.33].

Цифровізація усіх сторін шкільної освіти неможлива без застосування відповідних апаратних та програмних засобів. Важливу роль відіграє програмне забезпечення під час викладання більшості шкільних предметів. Особливо гостро проблема цифровізації викладання таких предметів, як алгебра, геометрія, фізика, хімія, постала в умовах карантину та війни. Для алгебри та геометрії проблемно записувати формули та розрахунки в середовищі тих програмних засобів, які використовуються під час дистанційного навчання. Для фізики та хімії проблемою стало виконання відповідних дослідів, які замінювались моделями – не завжди якісними і не завжди зрозумілими. Для моделювання дослідів використовувалося, в основному програмне забезпечення іноземних розробників, наприклад моделі фізичних дослідів від університету Колорадо Боулдер [13]. Це прекрасні інтерактивні моделі, розміщені на сайті університету. Але в один прекрасний момент доступ до них може бути закритий.

Отже, існує проблема, пов'язана з моделюванням фізичних і хімічних дослідів під час вивчення учнями фізики та хімії.

З іншого боку, в освітній процес вже понад 8 років впроваджуються елементи STEAM-освіти, яка поєднує в собі науку, техніку, інженерію, математику, мистецтво. Існують різні форми STEAM-освіти, у тому числі й гурткові заняття. Один з таких прикладів – гуртки робототехніки, під час занять у яких учні створюють прилади, роботів і програмують їх роботу.

Інший варіант застосування основних підходів STEAM-освіти у шкільному освітньому процесі – це створення програмних засобів, які виконуватимуть важливу роль. Учні знайомі в основному з однією сферою людської діяльності – навчанням у школі. Розробляючи відповідний програмний засіб, вони можуть бачити проблему під іншим кутом зору, ніж це буде робити дорослий розробник. Розробляючи комп'ютерні моделі фізичних дослідів, учні реалізовуватимуть їх на тому рівні, на якому вони мислять самі, уникаючи зайвого їх ускладнення. Крім того, під час розроблення такої програми учні поглиблюватимуть свої знання з фізики, алгебри і геометрії. А ці науки і є базою STEAM-освіти.

Отже, з одного боку існує об'єктивна потреба у комп'ютерних моделях фізичних дослідів для застосування у шкільній освіті, з іншого – існують, але не використовуються у повній мірі можливості STEAM-освіти для розв'язування важливих практичних завдань.

**Аналіз актуальних досліджень.** Проблему впровадження STEAM-освіти в освітній процес закладів загальної середньої та позашкільної освіти досліджували науковці як в Україні, так і за кордоном.

Teplá, M., Terplý, P. & Šmejkal, P. аналізують вплив тривимірних моделей і анімацій на мотивацію учнів у процесі навчання хімії [14], а точніше – на такі складники мотивації: інтерес, намагання брати активну участь у навчальному процесі, компетентність, розуміння корисності предмета. У результаті дослідження вчені з'ясували, що застосування 3D моделей і анімацій позитивно впливає на мотивацію учнів до вивчення природничих дисциплін.

Buckley, J., Gumaelius, L., Nyangweso, M. досліджували вплив країни навчання та статі на уявлення учнів про професію інженера, а також інтерес до цієї професії [12]. Дослідження здійснювалося в трьох країнах: Ірландії, Кенії та Швеції.

E.Baran, S.Canbazoglu Bilici, C.Mesutoglu, C.Osак досліджували вплив позашкільних освітніх програм STEM-освіти на ставлення учнів до дисциплін STEM і майбутньої кар'єри у цій галузі [11]. Дослідниками було розроблено навчальну програму, яку було реалізовано в державному дослідницькому університеті. Особливості цієї програми:

автентичні авторські контексти, процеси проектування та інтеграція контенту. На основі дослідження з'ясовано, що розроблена даними дослідниками програма сприяла розвитку інтересу учнів до галузі STEM і допомогла їм встановити зв'язок навчання у школі і навколишнім середовищем.

У дослідження Yanez, G. A., Thumlert, K., De Castell, S., & Jenson, J. розкрито вплив поспішного впровадження STEM-освіти в освітній процес шкіл Північної Америки, який відбувся завдяки тому, що були відсутні попереднє обговорення проблеми впровадження STEM-освіти і експеримент в школах [16]. Як зазначають науковці, STEM-освіта створює нові відносини між навчанням і наукою та технікою. Виникають нові, непередбачувані умови для втілення наукових практик поза стандартизованою навчальною програмою STEM. STEM-освіта – це зовсім інша орієнтація навчання на навчання в галузі науки і техніки, яка зменшує роль фундаментальних знань і збільшує роль практики.

Дослідження І.В.Адамович присвячено розкриттю ключових аспектів STEAM-освіти, основним етапам STEAM-підходу, основним компонентам формування середовища STEAM-освіти [0].

Ю.М.Александрова розкриває основні переваги STEAM-освіти перед традиційною моделлю освіти [2].

У статті В.М.Андрієвської описано особливості реалізації міжпредметного проекту «Симетрія» для учнів початкових класів. Цей проект органічно поєднує знання і вміння учнів з математики, природознавства, трудового навчання [3].

У дослідженнях О.В.Барної і Н.Р.Балик розроблено моделі та основні етапи впровадження STEAM-освіти в природничо-математичну та інженерну освіту в Україні [4].

Дослідження Ю.Ю.Матвійчук розкриває особливості організації міжпредметних проектів учнів у процесі STEAM-освіти [6].

Особливості STEAM-освіти у процесі дистанційного навчання було досліджено А.С.Капітон і С.Кукубою [5].

**Мета статті** – розкрити особливості STEAM-підходу на прикладі розроблення комп'ютерних моделей фізичних явищ учнями гуртка «Інформатика».

**Виклад основного матеріалу.** STEM освіта передбачає широку інтеграцію навчальних дисциплін природничо-математичного напрямку та інженерію (тобто проектування і розроблення певних пристроїв, апаратів тощо). Зарубіжні дослідники відносять комп'ютерне моделювання різних явищ з фізики, хімії, навколишнього життя також до STEAM-освіти [14]. Саме тому розроблення комп'ютерних моделей фізичних явищ, на нашу думку, є актуальним напрямом діяльності учнів. Розробляючи моделі фізичних явищ, учні мають пройти такі етапи:

- 1) аналіз предметної галузі (що це за дослід, що досліджується, які дані змінюються);
- 2) побудова математичного апарату досліду (опис явища за допомогою формул, визначення співвідношень, визначення вхідних і вихідних даних, побудова геометричної схеми);
- 3) створення функцій (або класів і методів) для виконання потрібних обчислень;
- 4) тестування функцій (методів);
- 5) розроблення інтерфейсу програмного засобу;
- 6) написання функції (метода) для анімації;
- 7) складання проекту в одне ціле і його тестування;
- 8) виправлення помилок у програмі і нове тестування.

Слід зазначити, що перші два етапи роботи учнів над проектом не пов'язані з програмуванням: спочатку вони вивчають відповідне фізичне явище (закон, процес), виписують всі потрібні формули, константи, відмічають закономірності, записують межі допустимих значень величин, які використовуються в формулах. Другий етап пов'язаний з перетворенням формул – а це алгебра. За потреби будується схема досліду (а це геометрія). Якраз на перших двох етапах задіюються міжпредметні зв'язки з фізикою, алгеброю і геометрією.

Всі інші етапи – в основному, програмування.

Оскільки розглядувана проблема безпосередньо пов'язана з навчанням учнів програмуванню, то спочатку розглянемо особливості навчання програмування в загальноосвітній школі.

Елементи програмування вивчаються, починаючи з 2 класу. Спочатку – візуальне програмування в середовищі Scratch, потім – програмування на мові Python. Python є порівняно простою для вивчення мовою програмування, проте для створення анімацій необхідно викачувати з Інтернету і підключати додаткові модулі. Вони зазвичай у шкільній програмі не вивчаються, тому їх доцільно вивчати на гурткових заняттях. Мова Python надає широкі можливості для створення додатків для машинного навчання, штучного інтелекту тощо.

Якщо оцінювати можливості Python для створення додатку для операційної системи MS Windows (на рівні учнів), то можливості цієї мови обмежені. Python – це інтерпретована мова програмування, тому написана на ній програма для свого запуску потребує встановлення на комп'ютері інтерпретатора мови Python.

Альтернативою Python є застосування мови C#. Питання навчання учнів програмуванню на мові C# присвячені дослідження П.Г.Шевчука [7; 8]. В них доведено доцільність вивчення цієї мови програмування у закладах середньої освіти, розкрито зміст і методи навчання учнів програмуванню на цій мові.

Інші дослідники (B. G.Al-Bastami і S. S. A. Naser) вважають доцільним розробляти навчальні програми саме на мові C# [10]. У своєму дослідженні вони розкривають особливості архітектури розумних навчальних систем на мові C#, модель роботи студентів, модель навчання, особливості інтерфейсу користувача, структуру модуля експерта.

Аналогічних поглядів дотримуються S. Xiang і L. C. Wang, які розробили і впровадили в освітній процес віртуальну геофізичну лабораторію, створену за допомогою мови C#. У статті [15] описано функціонал та інтерфейс цієї програми, а також особливості її застосування в геофізичній освіті.

Отже, створення моделей фізичних явищ на мові C# є цілком виправданим і рекомендовано науковцями, які досліджували це питання. З іншого боку, доцільним є вивчення мови C# учнями загальноосвітньої школи. Оскільки вивчення програмування на мові C# має свою специфіку, то доцільніше вивчати цю мову на заняттях гуртка. Гурткова форма роботи є одним з шляхів реалізації STEAM-освіти у старшій школі [4, с. 6-7].

У процесі роботи гуртка «Інформатика» Глухівського центру позашкільної освіти Глухівської міської ради Сумської області учні вивчали мову програмування C#, яка надає широкі можливості для створення програм, що є комп'ютерними моделями фізичних явищ. Гуртківцями було розроблено кілька моделей фізичних явищ, які потім були представлені на відповідних конкурсах (конкурс-захист наукових робіт Малої академії наук України, конкурс «Перший крок у науку»). Крім того, було розроблено динамічну бібліотеку функцій для обчислення основних фізичних величин (табл. 1).

Таблиця 1

**Тематика наукових робіт учнів гуртка «Інформатика», поданих на конкурси**

| Рік  | Назва роботи                                                   | Учень              |
|------|----------------------------------------------------------------|--------------------|
| 2020 | Комп'ютерна модель явища електролізу                           | Шкільний Олександр |
| 2021 | Комп'ютерна модель досліду з визначення коефіцієнта тертя      | Москаленко Кирило  |
| 2022 | Комп'ютерна модель математичного маятника                      | Боков Максим       |
| 2023 | Динамічна бібліотека функцій для здійснення обчислень з фізики | Боков Максим       |
| 2023 | Програма для шифрування текстових повідомлень різними шифрами  | Базуріна Софія     |

Як це видно з таблиці, остання робота – «Програма для шифрування текстових повідомлень різними шифрами» – випадає з логічної послідовності розроблених моделей. Проте цю тему запропонувала сама учениця, тому вчителем було ухвалене рішення працювати саме над цією темою.

Слід зазначити, що в процесі створення програми для шифрування текстових повідомлень учениці довелося самостійно дослідити різні шифри (Цезаря, Гронсфельда, Атбаша, Віженера, Вернама, DES, Ель Гамалія та інші) і вибрати з них такі, які простіші в реалізації. Написання методів для шифрування і дешифрування повідомлень потребувало від учениці ознайомлення з криптографією, теорією чисел, а також використання у програмі типів даних для обробки великих значень. Тобто, учениця мала поглибити свої знання з математики.

У результаті виконання цих проектів було удосконалено методику організації роботи учнів над проектом, навчання учнів основам наукової діяльності, створення презентації та постера для доповіді, підготовки учнів до доповіді на конкурсі-захисті наукових робіт.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** На основі аналізу результатів написання і захисту науково-дослідних вихованцями гуртка можна зробити такі висновки:

1) створення учнями комп'ютерних моделей фізичних явищ сприяє їх зануренню у відповідну проблематику (фізика: досліджуване явище, закон, процес; алгебра: перетворення формул; геометрія: декартова система координат, тригонометричні функції, співвідношення сторін у прямокутному трикутнику);

2) для одного учня створення повнофункціонального програмного засобу часто є важким. Спрощення програмного засобу веде до зменшення його цінності;

3) якщо це навчальна модель фізичного досліду, то учні потребують пояснень керівника гуртка щодо того, які дані є вхідними і як правильно перевірити розрахунки;

4) створення будь-якої комп'ютерної програми, яка матиме практичну цінність, вимагає від учня поглиблення його знань у певній галузі (наприклад, в криптографії і теорії чисел). Тому створення таких програм являє собою цінність і для самого учня;

5) у процесі розроблення прикладних програм, які вирішують важливі практичні завдання, учні досягають як об'єктивних результатів (створення програми, яка має практичну користь), так і суб'єктивних (набувають компетентностей, які у подальшому будуть корисні; поглиблюють знання в певних галузях людської діяльності; розвивають уміння планувати свою діяльність).

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES**

1. Адамович, І. (2022). Завдання ефективного розвитку напрямів STEAM-освіти. Науковий вісник Ужгородського університету : Педагогіка. Соціальна робота, 2(51), 9–12. Режим доступу: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/47166>. (Adamovych, I. (2022). The task of effective development of STEAM education. Scientific Bulletin of Uzhhorod University: Pedagogy. Social Work, 2(51), 9–12. Retrieved from: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/47166>).
2. Александрова, Ю. М. (2021). Наукова освіта, STEM та STEAM: до питання термінологічної взаємодії. Освітній дискурс, 38 (11–12), 73–84. Режим доступу: <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/36954>. (Aleksandrova, Yu. M. (2021). Science education, STEM and STEAM: to the question of terminological interaction. Educational Discourse, 38 (11–12), 73–84. Retrieved from: <http://enpuir.npu.edu.ua/handle/123456789/36954>).
3. Андрієвська, В. М. (2017). Проект як засіб реалізації STEAM-освіти у початковій школі. Науковий вісник Ужгородського національного університету : серія Педагогіка. Соціальна робота. 2(41), 11–14. Режим доступу: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/18242>. (Andrievska, V. M. (2017). The project as a means of implementing STEAM education in elementary school. Scientific Bulletin of the Uzhgorod National University: Pedagogy series. Social work. 2(41), 11–14. Retrieved from: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/18242>).

4. Барна, О. В., Балик, Н. Р. (2017). Впровадження STEM-освіти у навчальних закладах: етапи та моделі. STEM-освіта та шляхи її впровадження в навчально-виховний процес (сс. 3–8). Видавництво ТОКІППО. Режим доступу: <http://elar.ippo.edu.te.ua:8080/bitstream/123456789/4559/1/Barna.pdf>. (Barna, O. V., Balik, N. R. (2017). Implementation of STEM education in educational institutions: stages and models. STEM education and ways of its implementation in the educational process (pp. 3–8). TOKIPPO Publishing House. Retrieved from: <http://elar.ippo.edu.te.ua:8080/bitstream/123456789/4559/1/Barna.pdf>).
5. Капітон, А. М., Кукоба, С. (2021). STEAM-освіта в умовах розвитку інформаційного простору. Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих вчених за тематикою «Сучасні комп'ютерні системи та мережі в управлінні»: збірник наукових праць (сс. 236–237). Режим доступу: <http://reposit.nupp.edu.ua/handle/PoltNTU/10054>. (Kapiton, A. M., Kukoba, S. (2021). STEAM education in the context of information space development. Materials of the 4th All-Ukrainian scientific and practical Internet conference of students, postgraduates and young scientists on the topic "Modern computer systems and networks in management": a collection of scientific papers (pp. 236–237). Retrieved from: <http://reposit.nupp.edu.ua/handle/PoltNTU/10054>).
6. Матвійчук, Ю. Ю. (2020). STEAM-освіта як інструмент реалізації інтегрованого природничо-математичного навчання. Educational Challenges, (62), 144–152. (Matviychuk, Yu. Yu. (2020). STEAM education as a tool for implementing integrated science and mathematics education. Educational Challenges, (62), 144–152).
7. Шевчук, П. Г. (2011). Оцінювання ефективності навчання програмування на основі різних мов та парадигм написання. Інженерія програмного забезпечення, 6(2), 79–79. (Shevchuk, P. G. (2011). Evaluating the effectiveness of teaching programming based on different languages and writing paradigms. Software Engineering, 6(2), 79–79).
8. Шевчук, П. Г. (2009). Використання платформи Microsoft. NET та мови C# для навчання програмування в середніх загальноосвітніх навчальних закладах. Нові інформаційні технології в освіті для всіх: інноваційні методи та моделі, 2009, 378–387. (Shevchuk, P. G. (2009). Using the Microsoft platform. NET and C# languages for teaching programming in secondary general educational institutions. New information technologies in education for all: innovative methods and models, 2009, 378–387).
9. Шпарик, О. (2022) Цифрова трансформація середньої освіти: спільні стратегічні вектори США та країн ЄС. Український педагогічний журнал, 3, 33–43. (Shparyk, O. (2022) Digital transformation of secondary education: common strategic vectors of the USA and EU countries. Ukrainian Pedagogical Journal, 3, 33–43).
10. Al-Bastami, B. G., Naser, S. S. A. (2017). Design and Development of an Intelligent Tutoring System for C# Language. European Academic Research. IV (10), 8795–8809. (Al-Bastami, B. G., Naser, S. S. A. (2017). Design and Development of an Intelligent Tutoring System for C# Language. European Academic Research. IV (10), 8795–8809).
11. Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., Mesutoglu, C., Ocak, C. (2019). The impact of an out-of-school STEM education program on students' attitudes toward STEM and STEM careers. School Science and Mathematics, 119(4), 223–235. (Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., Mesutoglu, C., Ocak, C. (2019). The impact of an out-of-school STEM education program on students' attitudes toward STEM and STEM careers. School Science and Mathematics, 119(4), 223–235).
12. Buckley, J., Gumaelius, L., Nyangweso, M. et al. (2023) The impact of country of schooling and gender on secondary school students' conceptions of and interest in becoming an engineer in Ireland, Kenya and Sweden. IJ STEM Ed 10, 28. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00416-9>.
13. PhET interactive simulations (2023, 9 April). <https://phet.colorado.edu/en/simulations/filter?subjects=physics&type=html,prototype>.
14. Teplá, M., Teplý, P., Šmejkal, P. (2022). Influence of 3D models and animations on students in natural subjects. IJ STEM Ed 9, 65 <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00382-8>.

15. Xiang, S., Wang, L. C. (2017). VGLS: A virtual geophysical laboratory system based on C# and viustools and its application for geophysical education. *Computer Applications in Engineering Education*, 25(3), 335–344.
16. Yanez, G. A., Thumlert, K., De Castell, S., Jenson, J. (2019). Pathways to sustainable futures: A “production pedagogy” model for STEM education. *Futures*, 108, 27–36.

**Bazurin V. M. Development of models of physical phenomena by students as one of the ways of implementing the STEAM approach in education.**

**Summary.** *The implementation of the STEAM approach in school education is one of the ways to increase the motivation of students to study natural and mathematical disciplines, as well as to observe the principles of scientificity, the connection of learning with life, and activity. The article substantiates the application of one of the ways of implementing the STEAM approach to student learning, namely the creation of computer models of physical phenomena in the classes of the "Informatics" group. The article substantiates the choice of the C# programming language, taking into account the relative simplicity and popularity of this programming language. The objects of students' work are computer models of the following physical phenomena: electrolysis, an experiment to determine the coefficient of friction, a mathematical pendulum, as well as a dynamic library of functions for calculating basic physical quantities. It is advisable to create complex projects by several students. While some students will develop dynamic libraries and debug them, others will develop the interface of the software tool. With this approach, it becomes possible to create software that will be important and can be used to solve important practical problems. In the future, it is planned to develop and test the method of organizing students' joint work on software tools and dynamic libraries that will be used to solve important tasks.*

*On the basis of the analysis of the results of writing and defense of scientific research students of the circle, the following conclusions can be drawn: students' creation of computer models of physical phenomena contributes to their immersion in the relevant problems (physics: the studied phenomenon, law, process; algebra: transformation of formulas; geometry: Cartesian system coordinates, trigonometric functions, ratio of sides in a right triangle); for a single student, creating a full-featured software tool is often difficult. Simplifying a software tool leads to a decrease in its value; if this is an educational model of a physical experiment, then the students need explanations from the group leader about what data are input and how to correctly check the calculations; creating any computer program that will have practical value requires the student to deepen his knowledge in a certain field (for example, in cryptography and number theory). Therefore, the creation of such programs is a value for the student himself; in the process of developing applied programs that solve important practical tasks, students achieve both objective results (creating a program that has practical benefit) and subjective results (acquiring competencies that will be useful in the future; deepening knowledge in certain areas of human activities; develop the ability to plan their activities).*

**Key words:** STEAM, education, programming, project, circle, Junior Academy of Sciences.

УДК 378:069(5)  
DOI 10.5281/zenodo.8028441

О. С. Данильченко  
ORCID ID 0000-0003-2881-843X

А. О. Корнус  
ORCID ID 0000-0002-5924-7812

О. Г. Корнус  
ORCID ID 0000-0001-7469-7291

О. М. Король  
ORCID ID 0000-0003-0175-3824

Д. П. Карнаушенко  
Сумський державний педагогічний  
університет імені А. С. Макаренка

## ГЕОЛОГІЧНИЙ МУЗЕЙ – ЯК ОСЕРЕДОК ЗБЕРЕЖЕННЯ УНІКАЛЬНИХ ЗРАЗКІВ НЕЖИВОЇ ПРИРОДИ

*У статті розглянуто університетський навчальний музей природничого профілю на прикладі геологічного музею Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка.*

*Метою статті є встановлення ролі геологічного музею Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка у збереженні профільної культурної спадщини (унікальних зразків неживої природи), розкриття тематичної структури фондів та експозиції музею, аналіз основних напрямів діяльності музею.*

*У статті розкривається значення геологічного музею як осередку збереження унікальних зразків неживої природи, де відбувається не лише комплектування, зберігання та вивчення музейних предметів, а й освітній процес. Описано історію створення геологічного музею Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка та висвітлено тематичну структуру фондів та експозиції музею.*

*Встановлено, що у фондах музею представлено 3500 зразків із них демонструється 730 зразків, які представлені у 7 тематичних експозиціях: фізичні властивості мінералів (47 зразків), морфологія мінералів (55 зразків), класифікація мінералів (101 зразок), гірські породи (173 зразки), палеонтологічні рештки (120 зразків), цікаві та унікальні гірські породи та мінерали (84 зразки), гірські породи Сумської області (72 зразки). Геологічний музей зорієнтований на нову концепцію музею, він інтегрований в освітній процес, головне завдання його – це вирішення освітніх завдань, на його базі проводяться лабораторні заняття навчальних дисциплін «Геологія», «Геологія з основами геохімії» та навчальні практики з геології, геоморфології.*

*Діяльність музею включає різні напрями: екскурсійна діяльність, участь у виставках та проєктах, освітня діяльність, робота з обдарованою молоддю, науково-дослідна діяльність. Перспективи подальших досліджень передбачають активізацію науково-дослідної діяльності музею та пошук шляхів виконання на його базі науково-дослідницьких проєктів.*

**Ключові слова:** музей, університетські музеї, природничі музеї, геологічний музей, екскурсійна діяльність, освітня діяльність, науково-дослідна діяльність.

**Постановка проблеми.** Відповідно до світових тенденцій розвитку музейної справи, музеї стають багатоцільовими осередками культури, науки, освіти та виховання. В Україні сформувалась розгалужена мережа різноманітних за профілем музейних закладів. Серед природничих музеїв вирізняються геологічні, які зберігають, вивчають та експонують зразки минулих геологічних епох: мінерали, гірські породи та палеонтологічні рештки. Одним із таких музеїв є геологічний музей Сумського державного педагогічного університету імені

А. С. Макаренка, який створено на базі кабінету геології кафедри загальної та регіональної географії, що планомірно експонує та пропагує оригінальні зразки неживої природи, які мають наукову та освітницьку цінність. Встановлення практичного значення геологічного музею та його ролі в освітній діяльності важливе та актуальне завдання.

**Аналіз актуальних досліджень.** Згідно закону України «Про музеї та музейну справу» [1] «музей – це науково-дослідний та культурно-освітній заклад, створений для вивчення, збереження, використання та популяризації музейних предметів та музейних колекцій з науковою та освітньою метою». За своїм профілем музеї поділяються на: історичні, археологічні, краєзнавчі, природничі, літературні, мистецькі, етнографічні та ін. [2]. Музеї природничого профілю збирають, зберігають, вивчають і експонують різноманітні природничі матеріали: геологічні, петрографічні, мінералогічні, ботанічні, палеонтологічні, зоологічні та ін. Такі музеї пов'язані з науково-дослідними інститутами і закладами вищої освіти, мета їх діяльності як наукова, так і освітня, тому їх відносять до університетських навчальних музеїв. Структуру, функціонування та значення університетських музеїв вивчали Г. Ключко [3], Ю. Омельченко [4], В. Снагощенко [7], G. Willemson [8] та ін. В. Снагощенко зазначила, що університетські музеї в своїй діяльності зорієнтовані на нову концепцію музею, вони інтегровані в освітній процес, їх особливістю є орієнтація на вирішення освітніх завдань, яким підпорядковані всі інші, а домінуючою метою комплектування, зберігання, вивчення музейних предметів є навчання [7]. Роль природничих музеїв у навчально-освітньому процесі розглянуто у праці [3], де автор характеризує універсальну модель музею під назвою «відкритий музей» – культурно-освітній комплекс музейного типу, в якому функції музею (збирання фондів, їх збереження, експонування) виконуються нарівні з освітніми. О. Салата розглядає діяльність музеїв, як науково-дослідну, культурно-освітню та освітньо-виховну [6].

Прикладом університетського природничого музею є створений 25 березня 2021 року геологічний музей Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка, з метою залучення студентської та учнівської молоді до вивчення і збереження геологічних пам'яток природи, аналізу їх сучасного стану, дослідження мінералогічних, петрографічних та палеонтологічних зразків, створення, збереження фондів колекцій та експозицій, проведення науково-освітньої, популяризаторської та культурно-просвітницької роботи природничого спрямування [5].

**Мета статті.** Показати роль геологічного музею СумДПУ імені А. С. Макаренка у збереженні профільної культурної спадщини (унікальних зразків неживої природи), висвітлити тематичну структуру фондів та експозиції музею, охарактеризувати основні напрями діяльності.

**Виклад основного матеріалу.** Кабінет геології музейного типу започатковано наприкінці 30-х років XX століття на кафедрі зоології Сумського державного педагогічного інституту. Початківцем, який розпочав збирати колекцію мінералів, гірських порід та палеонтологічних зразків, був завідувач кафедри, кандидат геолого-геоморфологічних наук І. Чернецький. Значних зусиль до створення колекції доклала викладач геології Г. Мурашківська вже у післявоєнні роки (50-60 ті роки XX століття). Великий внесок у поповнення експонатами, систематизації колекції внесли такі викладачі як Б. Польський, П. Кулик, Г. Крейденков та ін. Особливо слід відмітити внесок М. Книша, який домогся виділення коштів на придбання колекції із музею мінералогії імені академіка А. Ферсмана. Було отримано колекцію мінералів та гірських порід середнього класу, яка нараховувала декілька сотень зразків. Після першого траншу послідував другий. Також колекція постійно поповнювалася зразками, що збиралися студентами та викладачами під час навчальних (польових) практик зі всього колишнього Радянського Союзу (Прибайкалля, Забайкалля, Кольського півострова (апатит), Керелія (шокшинський малиновий кварцит), Середньої Азії, Кавказу та ін.), України (Карпат, Криму та ін.), Сумської області, а також зразками, які були подаровані випускниками. У 1985 році фонди кабінету геології поповнилися «Уральською колекцією», що нараховує близько 500 назв зразків. Колекція кабінету геології постійно поновлювалася і систематизувалася. У 2019 році

здійснено повну інвентаризацію зразків кабінету та встановлено загальну кількість одиниць збереження – 3978 зразків, кількість предметів експозиційного фонду – 450 зразків, кількість предметів науково-допоміжного фонду – 300 зразків, описано експозицію по розділам.

І нарешті у 2021 році було відкрито геологічний музей, основними завданнями якого є: залучення молоді до пошукової, краєзнавчої, науково-дослідницької та природоохоронної роботи; формування у студентів та учнів геологічних знань та екологічного мислення; створення, збагачення та збереження фондових колекцій та експозицій; вивчення, збереження геологічних пам'яток природи, аналіз їх сучасного стану та перспектив геотуризму; дослідження мінералогічних, петрографічних та палеонтологічних зразків; участь в освітньому процесі [5]. На базі музею може проводитися науково-дослідницька робота природничого спрямування. Також систематично поповнюються фонди музею шляхом проведення експедицій, походів, екскурсій, здійснюється облік музейних предметів, забезпечується їх збереження, створюються, поповнюються стаціонарні експозиції та виставки; організовуються та проводяться екскурсії.

Геологічний музей складається із 7 тематичних експозицій: фізичні властивості мінералів (47 зразків), морфологія мінералів (55 зразків), класифікація мінералів (101 зразок), гірські породи (173 зразки), палеонтологічні рештки (120 зразків), цікаві та унікальні гірські породи та мінерали (84 зразки), гірські породи Сумської області (72 зразки). У музеї експонується 730 зразків і знаходяться в фондах понад 3500 зразків мінералів, гірських порід, скам'янілих решток фауни і флори, серед яких чимало унікальних.

Експозиція «Фізичні властивості мінералів» відображає, в першу чергу, діагностичні властивості, зокрема фізичні: колір, колір риски (деякі мінерали можуть мати різний колір, але завжди колір риски буде один), блиск, спайність, злам; деякі особливі характеристики, як наприклад, горючість, іризація (оптичний ефект, який полягає у тому, що поверхня тіла змінює колір залежно від кута спостереження або кута освітлення) або запах при терті мінералів, як у фосфориту (рис. 1).



Рис. 1. Фрагмент експозиції «Фізичні властивості мінералів»

В експозиції «Морфологія мінералів» представлені різні форми знаходження мінералів у природі, зокрема демонструються кристалічні (поодинокі кристали, друзи, щітки), форми заповнення порожнин (секреція та її різновид жеод, конкреція та її різновид ооліт), дендрити, псевдоморфози, натічні форми (рис. 2).



Рис. 2. Фрагмент експозиції «Морфологія мінералів»

Експозиція «Класифікація мінералів» відображає кристалохімічну класифікацію мінералів. Описаних у земній корі нараховується понад 2000 видів мінералів, а з різновидами понад 6000. Тут представлені основні представники та різновиди мінералів різних класів: самородні елементи (сірка та графіт), сульфіді (пірит, халькопірит, піротин, галеніт), оксиди та гідроксиди (лімоніт, гематит, магнетит, кварц та його різновиди, хроміт), фосфати (апатит, фосфорити), сульфати (гіпс, барит, ангідрит, целестин), карбонати (кальцит, магнезит, сидерит, азурит), галоїдні сполуки (флюорит, галіт, сильвін), силікати (гранат та його різновиди, циркон, турмалін, біотит, мусковіт, ортоклаз, амазоніт, рогова обманка та ін.) (рис. 3).



Рис. 3. Експозиція «класифікація мінералів»

Експозиція «Гірські породи» відображає геологічні процеси, які відбуваються на поверхні та в надрах Землі протягом 4 мільярдів років. Тут представлені магматичні, метаморфічні та осадові гірські породи (рис. 4). Унікальними є зразки кімберліту з алмазоносною трубки, зразки смугастих червоно-чорних джеспілітів та лабрадоритів з іризацією, зразки кварцитів, різнокольорових мармурів, колекція зразків гранітів України та багато інших.



Рис. 4. Експозиція «Гірські породи»

Різні вікові діапазони розвитку життя на Землі відображає експозиція «Палеонтологічні рештки» (рис. 5). Колекція викопних безхребетних займає у фондах музею значне місце.



Рис. 5. Фрагмент експозиції «Палеонтологічні рештки»

Особливе вирізняються колекція моллюсків і викопних рослин. Цікавими є зразки решток мамонта (*Mammuthus*), а саме зуби, які можна порівняти із зубами носорога волохатого (*Coelodonta antiquitatis*), що жив в епоху плейстоцену у північних степах Євразії до кінця останнього льодовикового періоду, а також фрагмент бивня мамонта (рис. 6).



Рис. 6. Скам'янілі зуби та бивень мамонта

У музеї розташована невелика, але змістовна експозиція «Цікаві та унікальні мінерали та гірські породи», де знаходяться подарунки від випускників та геологічних підприємств. Зокрема, колекція мінералів та гірських порід, подарована ПрАТ «Суми-Надра», що ілюструє породи Українського щита, колекція порід та мінералів, зібрана випускницею В. Орловцевою в Ісландії та О. Голубничою із Італії, де відображені породи, пов'язані з виверженням вулкану Везувію. Також тут зібрані доволі рідкісні та унікальні зразки, як, наприклад, різновиди мінералу гранату, досить рідкісним є зелений гранат – уваровіт (рис. 7).



Рис. 7. Фрагмент експозиції «Цікаві та унікальні гірські породи та мінерали»

Особливою, краєзнавчого спрямування, є експозиція «Гірські породи Сумської області» (рис. 8). Зокрема тут представлена єдина у Сумській області магматична порода – діабаз із гори Золотухи, нафта, що там же була виявлена (вперше на території України) професором Ф. Лисенком 22 квітня 1936 року. А також породи унікальних геологічних об'єктів Сумщини: Глухівського кар'єру кварцитів (с. Баничі) – кварцовий пісковик, крейдових відслонень Сумської Швейцарії – Могриці.



Рис. 8. Експозиція «Гірські породи Сумської області»

Експозиція музею ілюструє різноманітність геологічної будови, багатства надр Землі, зокрема України та Сумської області, сприяє популяризації природничих наук. Діяльність геологічного музею СумДПУ імені А.С. Макаренка відбувається у різних напрямках:

**Екскурсійна діяльність.** Екскурсії проводяться для різних вікових груп відвідувачів: дошкільного віку, школярів, дорослих, обов'язково з урахуванням вікових особливостей. Зокрема, протягом 2022 року було проведено 14 екскурсів, музей відвідало 190 екскурсантів, а під час Дня музеїв та літніх благодійних екскурсій проведено 8 екскурсій, музей відвідало 120 містян.

**Участь у виставках та проєктах.** На різних заходах, таких як, наприклад, День відкритих дверей, відбуваються виставки музею, де представляється міні-експозиція. Геологічний музей має ресурси приймати участь у проєктах. Так, у вересні 2022 року було проведено виставку-екскурсію з елементами майстер-класу по визначенню діагностичних властивостей мінералів для особливих людей у межах проєкту «Еко-спокій – Ботанічний сад СумДПУ імені А.С. Макаренка як локація для інноваційного напрямку екотерапії».

**Освітня діяльність.** Геологічний музей, як університетський, зорієнтований на нову концепцію музею, він інтегрований в освітній процес – його фонди використовуються в освітньому процесі. На базі музею проводяться лабораторні роботи з навчальних дисциплін «Геологія», «Геологія з основами геохімії», навчальні практики з геології та геоморфології не лише під час очного навчання, а також під час дистанційного. Знання геологічної будови Землі, її мінералогічного та петрографічного складу, розуміння геологічних процесів, історії розвитку Землі, органічного світу, безумовно, вагоме підґрунтя базових знань географа.

**Робота з обдарованою молоддю.** На базі геологічного музею проводяться спільні заняття та консультації для учнів, які цікавляться геологією. Так ведеться робота з вихованцями геолого-краєзнавчого гуртка обласного центру позашкільної освіти та роботи з талановитою молоддю (Керівник Мироненко А.О.), проводяться спільні заняття та майстер класи з визначення мінералів, гірських порід. У вересні 2022 року було надано консультацію вихованцям Центру позашкільної освіти Миколаївської сільської ради

Сумського району з питань участі у Міжрегіональному геолого-краєзнавчому онлайн-змаганні «Юний геолог», за результатами якого юні знавці геології посіли І місце.

**Науково-дослідна діяльність.** Геологічний музей є осередком проведення засідання проблемних груп («Геоєкологічні, геологічні та гідрологічні дослідження» та ін.), наукових конференцій (III студентська наукова конференція «Географічна весна» та ін.), наукових семінарів тощо. На його базі виконуються кваліфікаційні роботи здобувачів освіти: «Геосайти Сумської області: сучасний стан та перспективи використання» (2021-2022 рр.), 3 з розглянутих у роботі геосайтів представлено в експозиції музею, «Геологічний музей СумДПУ імені А.С. Макаренка в освітній та науковій діяльності» (2022-2023 рр.). За результатами роботи публікуються наукові статті. Здійснюється робота по підготовці науково-дослідницьких робіт учнів – слухачів Малої академії наук, надається їм наукове консультування. Так, у експозиції музею представлена колекція порід правого корінного берегу річки Псел, зібрана ученицею у покинутому кар'єрі поблизу села Зелений Гай під час підготовки науково-дослідницької роботи.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Таким чином, геологічний музей СумДПУ імені А. С. Макаренка відіграє важливу роль у збереженні унікальних зразків неживої природи (мінералів, гірських порід, скам'янілих решток флори та фауни), загальною кількістю 3500 зразків із них експонується 730, представляє 7 тематичних експозицій: фізичні властивості мінералів, морфологія мінералів, класифікація мінералів, гірські породи, палеонтологічні рештки, цікаві та унікальні гірські породи та мінерали, гірські породи Сумської області. Діяльність музею включає різні напрями: екскурсійна діяльність, участь у виставках та проєктах, освітня діяльність, робота з обдарованою молоддю, науково-дослідна діяльність.

Геологічний музей зорієнтований на нову концепцію музею та інтегрований в освітній процес. Унікальність і цінність колекції мінералів, гірських порід, палеонтологічних зразків полягає не тільки у тому, що у ній зібрані деякі рідкісні зразки, а й у тому, що це робоча колекція (вітринні зразки для споглядання, робочий матеріал для визначення під час вивчення геології, матеріал для поповнення колекцій). Виконання лабораторних занять таких навчальних дисциплін як «Геологія», «Геологія з основами геохімії» не можливо без її використання. Також, слід зазначити, що колекція мінералів, гірських порід, палеонтологічних зразків використовується під час підготовки учнів та студентів до олімпіад з географії, виконання науково-дослідницьких робіт учнів-слухачів Малої академії наук та кваліфікаційних робіт студентів. Подальші дослідження передбачають активізацію науково-дослідної діяльності музею та знаходження можливості виконання на його базі науково-дослідницьких проєктів.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES**

1. Закон України «Про музеї та музейну справу» (2020). Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/249/95-%D0%B2%D1%80#Text>. (Law of Ukraine "On Museums and Museum Affairs") (2020). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/249/95-%D0%B2%D1%80#Text>.
2. Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про музеї та музейну справу» (2009). Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1709-17#Text>. (Law of Ukraine «On Amendments to the Law of Ukraine "On Museums and Museum Matters"») (2009). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1709-17#Text>.
3. Ключко, Г. В. (2015). Роль природничих музеїв в навчально-освітньому процесі. Природничі музеї: роль в освіті та науці: матеріали IV Міжнародної наукової конференції, 2, 122–127. (Klochko, G. V. (2015). The role of natural history museums in the educational process. Natural museums: role in education and science: materials of the IV International Scientific Conference, 2, 122–127).
4. Омельченко, Ю. А. (1988). Розвиток учбових музеїв. Київ : НМК ВО. (Omelchenko, Yu. A. (1988). Development of educational museums. Kyiv: NMK VO).

5. Положення про геологічний музей Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка. (2021). Режим доступу: [https://pgf.sspu.edu.ua/images/2021/geografia/plozhennya\\_pro\\_geologichniy\\_muzey\\_fb5d9.pdf](https://pgf.sspu.edu.ua/images/2021/geografia/plozhennya_pro_geologichniy_muzey_fb5d9.pdf). (Regulations on the Geological Museum of Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko). (2021). Retrieved from: [https://pgf.sspu.edu.ua/images/2021/geografia/plozhennya\\_pro\\_geologichniy\\_muzey\\_fb5d9.pdf](https://pgf.sspu.edu.ua/images/2021/geografia/plozhennya_pro_geologichniy_muzey_fb5d9.pdf).
6. Салата, О. О. (2015). Основи музеєзнавства. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД». (Salata, O. O. (2015). The basics of museology. Vinnytsia: "Nilan-LTD" LLC).
7. Снагощенко, В. В. Університетський музей: традиційний та інноваційний підходи в освітній діяльності. Режим доступу: <https://repository.sspu.edu.ua/bitstream/123456789/6130/1/Universytetskyi%20muzei.pdf>. (Snagoshchenko, V. V. University museum: traditional and innovative approaches in educational activity. Retrieved from: <https://repository.sspu.edu.ua/bitstream/123456789/6130/1/Universytetskyi%20muzei.pdf>).
8. Willemson, G. (2000). Change the audience of the university museum. *Museum*, 4, 15–18.

**Danylchenko O. S., Kornus A. O., Kornus O. G., Korol O. M., Karnaushenko D. P. Geological museum – as a center for the storage of unique specimens of non-living nature.**

**Summary.** *The article considers the university educational museum of natural profile on the example of the geological museum of the Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko.*

*The purpose of the article is to establish the role of the geological museum of the Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko in the preservation of the profile cultural heritage (unique samples of inanimate nature), to reveal the thematic structure of the funds and the exposition of the museum, and to analyze the main activities of the museum.*

*The article reveals the significance of the geological museum as a center for the preservation of unique samples of inanimate nature, where not only the acquisition, storage and study of museum items takes place, but also the educational process. The history of the creation of the geological museum of the Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko is described and the thematic structure of the funds and the exposition of the museum is highlighted.*

*It has been established that 3500 samples are presented in the museum funds, of which 730 samples are shown, presented in 7 thematic expositions: physical properties of minerals (47 samples), morphology of minerals (55 samples), classification of minerals (101 samples), rocks (173 samples), paleontological remains (120 samples), interesting and unique rocks and minerals (84 samples), rocks of the Sumy region (72 samples). The Geological Museum is focused on the new concept of the museum, it is integrated into the educational process, its main task is to solve educational problems, are held on its basis laboratory classes of the academic disciplines "Geology", "Geology with the basics of geochemistry" and educational practices in geology, geomorphology*

*The activities of the museum include various areas: excursion activities, participation in exhibitions and projects, educational activities, work with gifted youth, research activities. Prospects for further research imply the intensification of the museum's research activities and the search for ways to carry out research projects on its basis.*

**Key words:** *museum, university museum, natural, geological, excursion, educational, research activities.*

УДК 371.135+371.212  
DOI 10.5281/zenodo.8025591

К. Г. Кондрашова  
ORCID ID 0000-0003-0705-8857  
Черкаський національний університет  
імені Богдана Хмельницького

## ОБНОВЛЕННЯ ЗМІСТУ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ ПОЧАТКОВИХ КЛАСІВ ВІДПОВІДНО ДО КОНЦЕПЦІЇ «НОВА УКРАЇНСЬКА ШКОЛА»

У статті розглянуто ресурсні можливості оновлення змісту підготовки майбутніх педагогів до превентивної діяльності з молодшими школярами, використання освітніх технологій у підвищенні продуктивності превенції в забезпеченні професійно-творчого зростання майбутніх педагогів на основі використання різних інформаційних джерел і видів технологій (коучингових, імерсійних, інформаційно-когнітивних, інформаційно-комунікаційних, задачних та ін.), що стимулюють оволодіння професійними компетенціями, превентивними діями і готовність до превентивної діяльності; схарактеризовані різноманітні види завдань: на закріплення логіко-рефлексивних, пошуково-рефлексивних, рефлексивно-дослідницьких і рефлексивно-творчих дій. Обґрунтовані можливості освітніх технологій як важливого дидактичного засобу, що є резервом підвищення якості превентивної діяльності і підготовки конкурентоспроможних фахівців педагогічної сфери до організації освітнього процесу на принципах педагогічної превенції; обґрунтовані умови продуктивності навчальних курсів й освітніх технологій для розвитку професійних здібностей, пізнавальної самостійності, креативного мислення, активної професійної позиції та творчого стилю діяльності майбутніх педагогів; конкретизовані педагогічні умови, що забезпечують продуктивність засвоєння теоретичних основ превентивної педагогіки й закріплення превентивних дій майбутніх педагогів: особистісна спрямованість педагогічної підготовки, індивідуальний підхід до її організації, розмаїтість активних форм і методів, оволодіння методикою педагогічної взаємодії, співробітництва й співтворчості, створення ситуацій успіху й усунення авторитарних дій, розвиток демократичного стилю діяльності майбутніх педагогів початкових класів. Отримані результати можуть служити основою для подальшої наукової розробки проблем превентивного виховання й навчання учнівської молоді у поєднанні з вивченням шляхів удосконалення спеціальної підготовки педагогів середньої та старшої школи, розробки методики й технології вивчення спеціальних дисциплін з урахуванням вікових можливостей особистості в системі безперервної освіти.

**Ключові слова:** зміст підготовки, превентивна педагогіка, превентивна діяльність, технологізація, освітні технології, педагогічні умови.

**Постановка проблеми.** Реалізація Концепції Нової Української школи передбачає пошук шляхів подальшої оптимізації вищої освіти, підвищення її ролі в модернізації сучасного суспільства й збагачення людського капіталу. Орієнтація системи освіти України на формування творчої особистості ускладнює характер праці сучасного педагога й вимоги до рівня його професіоналізму. Особливу роль у рішенні цієї задачі має оновлення змісту підготовки майбутніх педагогів до превентивної професійної діяльності й пошук засобів підвищення якості університетської освіти.

**Аналіз актуальних досліджень.** Оновлення змісту педагогічної освіти сполучене із застосуванням різноманітних педагогічних технологій, пошуку яких, обґрунтуванню їхньої сутності, стратегії і тактики присвячені роботи багатьох учених. У практиці одержали визнання положення щодо змісту педагогічної підготовки (Т.Довга, О.Дубасенюк, М.Кондрашов, А.Нісімчук, О.Пометун, Ю.Честер); щодо змісту технологій особистісно орієнтованого навчання (Н.Білоконна, Л.Варзацька, Л.Красюк, О.Комар, О.Савченко);

тренінгових технологій (І.Власенко, Н.Гурова, В.Мельник, Т.Мельничук, І.Нікітін, Г.Полякова); коучингових технологій (Н.Зобенько, Б.Савчук, Г.Білавич, Ю.Душенко, Т.Шестакова та ін.). Нажаль у них переважають основи класичної педагогічної теорії, корекційні методи, педагогічний вплив і недооцінка педагогічної взаємодії в системі відносин «учитель – учень», відсутність положень про превентивну діяльність як важливий фактор соціалізації особистості у процесі навчання. Недоліки, виявлені в університетській практиці, підтвердили необхідність модернізації змісту підготовки студентів до роботи з учнями початкової школи. Сьогодні набуває актуальності проблеми превентивної діяльності як фактору успішної соціалізації молодшого школяра в умовах шкільної освіти, розкриття її теоретичних основ й технологізації підготовки до неї.

Сучасність вимагає зосередження зусиль вищої школи на пошук шляхів оновлення змісту підготовки майбутніх педагогів до творчої діяльності в умовах інформатизації і технологізації освіти (зокрема, О.Чашечникова [9]); зняття існуючого протиріччя між соціальним замовленням на підготовку педагогів, здатних здійснювати якісні зміни у професійній діяльності і забезпеченням її продуктивності шляхом збагачення інтелектуального багажу досягненнями педагогічної науки й основами технологізації освітнього процесу, набуття досвіду превентивної діяльності з школярами різних вікових категорій.

**Метою статті** є обґрунтування концептуальних положень превентивних знань в соціалізації особистості, використання їх ресурсних можливостей у забезпеченні якості професійної підготовки майбутніх педагогів до превентивної діяльності.

**Виклад основного матеріалу.** Необхідність і правомірність оновлення змісту педагогічної підготовки через залучення знань превентивного характеру й уведення до навчального плану теоретичного курсу «Основи превентивної педагогіки», практикуму «Рішення педагогічних задач і програвання рольових ситуацій», тренінгу «Розвиток емоційної та поведінкової гнучкості педагога» та ін. Акцент при засвоєнні педагогічної теорії припадає не на самі знання про превенцію у вихованні й навчанні, а передусім на розвиток здатності майбутнього педагога самостійно мислити, активно діяти в практичних ситуаціях, творчо вирішувати педагогічні проблеми. Ці курси покликані розкрити специфіку превентивної діяльності, педагогічної підтримки й запобігання закріпленню негативного досвіду поведінки дітей, конкретизувати шляхи попередження педагогічної занедбаності дітей, забезпечити систематичну й цілеспрямовану роботу з формування готовності студентів до превентивної педагогічної роботи з молодшими школярами.

Мета курсу «Основи превентивної педагогіки» полягає в тому, щоб запобігти найбільш типовим помилкам майбутніх педагогів, дати їм основні орієнтири у вирішенні складних педагогічних ситуацій, стимулювати їхню самоосвітню роботу з формування готовності до превентивних дій у освітньому процесі, в опануванні методикою превентивної педагогічної роботи з молодшими школярами. Цей курс покликаний підготувати майбутніх педагогів до вирішення наступних задач: гармонізація відносин людини з навколишнім світом, суспільством; гармонізація інтелектуальної та емоційної сфер у розвитку особистості; соціалізація особистості за допомогою педагогічно організованого й керованого освітнього середовища; адаптація людини до умов інформаційного простору, створення умов для задоволення її пізнавальних потреб; формування стійкості особистості негативним впливам навколишнього середовища, свободи вибору й готовності відповідати за власний вибір.

Програма курсу має на меті: а) розкриття шляхів соціалізації особистості через виховання й навчання; б) виявлення тих факторів, які негативно впливають на становлення особистості молодшого школяра; в) розкриття засобів гармонізації інтересів суспільства й особистості, зняття труднощів адаптації дитини до мінливої навколишньої дійсності, ідентифікації дитини, перетворення навчального предмету з джерела інформації на засіб розвитку особистості.

Курс покликаний познайомити студентів зі специфікою превентивної діяльності педагога, особистісно-орієнтованими технологіями, методикою моніторингу якості

педагогічного процесу. При розробці змісту підготовки майбутніх педагогів до превентивної діяльності з молодшими школярами увага акцентувалася на тому, що «знання теорії й потреба в нестандартному вирішенні професійних проблем – важливі характеристики професіоналізму сучасного фахівця. Важливо вчити студентів культурі поведінки з науковими фактами, умінню прогнозувати факти, які впливають з досліджуваних теорій» [5, с.10].

На заняттях за курсом «Основи превентивної педагогіки» у майбутніх педагогів напрацьовувалися творчі вміння: аналізувати проблемні ситуації; ставити близькі й далекі цілі; коректно ставити задачі, що впливають з цілей; самостійно робити узагальнюючі висновки, виокремлювати головне, істотне; бачити й знаходити нестандартні способи вирішення педагогічних задач; швидко знаходити потрібну інформацію; не дотримуватися суворо одного разу обраної позиції; уміння самостійно приймати рішення; уміння прогнозувати, передбачати наслідки ухвалених рішень.

При структуруванні дослідних завдань ураховувався їхній потенціал у відпрацьовуванні в майбутніх педагогів емоційно-творчого самопочуття, тобто вміння здійснювати психологічне налаштування на превентивну діяльність, відбирати необхідні емоційні засоби, систематизувати навчальний матеріал з урахуванням гармонізації емоційної та інтелектуальної сфер діяльності, розвиток менеджерських здібностей.

Особлива роль у змісті підготовки до превентивної діяльності відводилася пропедевтичному курсу як одному з варіантів психолого-педагогічної підтримки студентів до успішного входження їх в професійну діяльність. Випускників педагогічних університетів важливо навчити діяти в постійно мінливих умовах, приймати рішення, відповідати за свої дії й поведінку учнів. До змісту підготовки включений «Практикум вирішення педагогічних задач», мета якого – навчити студентів формулювати педагогічну задачу, моделювати професійну ситуацію та шукати оптимальні шляхи виходу з неї. Підготовка студентів була спрямована на напрацювання вмінь використання педагогічної теорії для знаходження адекватного виходу з педагогічної ситуації й обґрунтування методів вибору конкретних дій у вирішенні шкільних проблем. При цьому увага студентів акцентувалася на оволодінні методикою наукового аналізу ситуацій, алгоритмом аналізу педагогічних явищ. В основу покладені напрацювання Л.Кондрашової [6], М.Слюсаренко [7], у яких розкривається теоретичний аспект задачного підходу до підготовки майбутніх педагогів і технологія вирішення педагогічних задач. На навчальних заняттях відпрацьовувалася методика й технологія вирішення педагогічних задач й аналізу ситуацій, що передбачають наявність превентивних дій учителя. Різні види педагогічних задач і ситуацій сприяли виробленню й закріпленню логіко-рефлексивних, пошуково-рефлексивних, рефлексивно-дослідницьких і рефлексивно-творчих дій студентів (табл.1).

Таблиця 1

**Типи завдань і вправ з відпрацьовування різних типів превентивних дій прогнозувати, передбачати наслідки ухвалених рішень**

| <b>Дії</b>               | <b>Завдання теоретичного характеру</b>                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Логіко-рефлексивні       | Завдання з визначення сутності педагогічних понять і процесів; завдання з виявлення причинно-наслідкових зв'язків у освітньому процесі; завдання на визначення загального і відмінного в педагогічних фактах і явищах.        |
| Пошуково-рефлексивні     | Вправи на аналіз і оцінку дій у конкретних ситуаціях; вправи з відбору методів вирішення навчальних проблем; вправи з визначення компонентів дослідної проблеми; вправи зі складання методики розробки педагогічної проблеми. |
| Рефлексивно-дослідницькі | Завдання із самостійної постановки задач превентивного виховання і навчання; завдання з аналізу науково-педагогічних джерел з проблем; завдання з аналізу й оцінки різних точок зору на педагогічні факти або явища.          |

Продовження таблиці 1

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Рефлексивно-творчі           | Вправи з розвитку діалогічного мислення вправи з розвитку здатності бачити нове у раніше відомому й обґрунтовувати оригінальні способи вирішення проблеми; вправи з моделювання діалогу.                                                                                                                                                              |
| Завдання і вправи за групами |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Методичні завдання і вправи  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Логіко-рефлексивні           | Розробка схеми аналізу педагогічних ситуацій; вироблення стратегії й тактики рішення педагогічної проблеми; обґрунтування способів вирішення педагогічної задачі, їхній аналіз й оцінка; вправи з оцінки досвіду інших учасників освітнього процесу; вправи з відпрацьовування способів застосування педагогічного досвіду в нестандартних ситуаціях. |
| Пошуково-рефлексивні         | Завдання, що сприяють відпрацьовуванню демократичного стилю діяльності й спілкування; завдання з відпрацьовування емоційної та поведінкової гнучкості педагога.                                                                                                                                                                                       |
| Рефлексивно-дослідницькі     | Вправи з відпрацьовування прийомів педагогічної взаємодії, співробітництва у системі «педагог - учень»; вправи по виробленню вміння інтерпретувати власні педагогічні дії; вправи на відпрацьовування способів і прийомів надання формам роботи особистісної спрямованості.                                                                           |
| Рефлексивно-творчі           | Завдання, спрямовані на розвиток у студентів потреби в інноваціях; завдання з розвитку творчих здібностей студентів; завдання на розвиток рефлексії й конструювання педагогічних дій; вправи з вироблення групової самооцінки дій і спілкування.                                                                                                      |
| Завдання і вправи за групами |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Технологічні завдання        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Логіко-рефлексивні           | Вправи з планування й організації превентивної діяльності; вправи з відбору, структурування педагогічної інформації й вибору способів превентивних дій; вправи з керування емоціями та емоційним станом учасників освітнього процесу; з прогнозування результатів превентивної діяльності.                                                            |
| Пошуково-рефлексивні         | Завдання з проектування змісту превентивної діяльності; вправи з розподілу ролей учасників превентивної діяльності; вправи з діагностики результатів й оцінки якості вирішення поставлених задач; вправи з діагностики розвиваючого потенціалу превентивної діяльності.                                                                               |
| Рефлексивно-дослідницькі     | Завдання з відпрацьовування способів самоаналізу педагогічних явищ і результатів; завдання на вибір способів досягнення цілей і засобів їхнього досягнення; завдання на аналіз, самоаналіз і самооцінку педагогічних дій.                                                                                                                             |

Виконання студентами різних завдань і вправ стимулює в них позитивну мотивацію педагогічної діяльності, розвиває установку на педагогічну взаємодію й співробітництво в діяльності й спілкуванні, педагогічну підтримку й допомогу тим, хто її потребує, закріплює демократичний стиль дій педагогів.

Аналіз теоретичної складової підготовки майбутніх педагогів до превентивної діяльності дозволяє говорити про необхідність змін у змісті державних стандартів з педагогічних дисциплін. Методика роботи над перетворенням змісту навчального матеріалу діючих підручників початкової школи передбачає зміну, оновлення сутності змісту знань: знання не для відповіді, а знання як цінності через усвідомлення учнями їхнього особистісного смислу, де актуалізуються зв'язки знань з метою і процесом, змісту знань з творчістю, де зміст знань є контекстом відкриття, основою самореалізації.

Оволодіння теорією превентивної педагогіки сполучається з важливими складовими підготовки педагога-початківця:

- оволодінням методикою роботи педагога з перетворенням змісту навчального матеріалу;
- розробкою алгоритму роботи педагога з перетворенням змісту навчального матеріалу відповідно до формування основ організації учнів;
- написанням конспекту особистісно-орієнтованого уроку;
- проведенням й аналізом уроку відповідно до обґрунтованих критеріїв оцінки його ефективності [8].

Виконуючи дослідні завдання, студенти вчилися співвідносити емоційний комфорт з педагогічною взаємодією як важливою умовою їхньої підготовки до превентивних дій. Включення до змісту підготовки інтерактивних форм й методів роботи мало на меті забезпечення умов для вдосконалювання в майбутніх педагогів прийомів комунікативної активності, способів співробітництва й співтворчості в системі «педагог - учень».

Використання інтерактивних технологій у процесі професійної підготовки майбутніх педагогів стимулює процес формування їх готовності до превентивної діяльності з молодшими школярами, допомагає у спілкуванні, розв'язуванні конфліктних ситуацій, знаходити способи оптимального рішення проблеми, набуттю досвіду позитивної взаємодії. Закріплення прийомів активної взаємодії з учнями здійснювалося в процесі моделювання педагогічних ситуацій, використання рольових ігор, спільного вирішення проблем на основі аналізу ситуацій зі шкільної практики. Інтерактивні форми й методи сприяють створенню атмосфери співробітництва й співтворчості, дають можливість майбутньому педагогові стати наставником, товаришем для учнів.

Відпрацьовуючи на заняттях з педагогічних дисциплін інтерактивну взаємодію, студенти вчаться бути демократичними, критично мислити, приймати обґрунтовані рішення. У процесі діалогу, гри, осмислення педагогічних і психологічних замальовок, дискусій, аналізу й програвання рольових ситуацій студенти обмінюються думками, ідеями, способами діяльності. Разом з тим важливими є умови реалізації активних форм навчання – весь цей процес повинен проводитися в атмосфері чуйності й взаємодопомоги, що сприяє закріпленню в майбутніх педагогів превентивних дій, удосконалює їхню культуру спілкування.

Впровадження нових технологій в процес підготовки майбутніх учителів початкової школи є важливим засобом підвищення рівня їх готовності до превентивної діяльності. Доцільно на заняттях зі студентами використовувати освітні технології: імерсійні (VR-технології віртуальної реальності та AR-технології доповненої реальності), які дають цілісне відображення дійсності, ґрунтуються на міжпредметній інтеграції й принципах проблемності, дозволяють наочно вивчати різні знання, допоможуть спростити розуміння, прискорити засвоєння навчальної інформації, підвищити якість навчальної діяльності [4]. Технології доповненої реальності проєктують цифрову інформацію (зображення, відео, текст, графіку) поза екранами пристроїв та об'єднують віртуальні об'єкти з реальним середовищем. Технології віртуальної реальності переносять студента в штучний світ, де навколишнє середовище повністю змінене [2]; інформаційно-комунікаційні технології розвивають культуру мовлення, володіння способами роботи з різними джерелами інформації [1; 3; 8 та ін.]. Ці технології дають можливість майбутнім вчителям глибше вивчати предмети, аналізувати наслідки подій, набувати досвід, до якого вони не мають доступу. Використання імерсійних у навчанні допомагає спростити розуміння, прискорити вивчення і засвоєння навчального матеріалу. Майбутні вчителі за допомогою імерсійних технологій оволодівають уміннями використовувати віртуальну й доповнену реальність для взаємодії молодших школярів з різними об'єктами у тривимірному просторі. Використання цифрових технологій позитивно впливає на рівень компетентності майбутніх учителів. Попит на цифрові технології зростатиме [12], що обумовлює необхідність оволодіння цифровими навичками, які забезпечують можливість ефективніше набувати компетенцій у багатьох інших сферах [10]. Інформаційні технології

стимулюють пошук нових методів навчання, використання додаткових джерел інформації, допомагають швидко і професійно вирішувати нові складні завдання [11].

В аспекті вдосконалення підготовки майбутніх педагогів початкової школи використовувалися коучингові технології, що допомагають студентам самостійно визначати цілі превентивної діяльності, швидко знаходити способи розв'язання складних ситуацій виховання і навчання молодших школярів з опорою на власний потенціал. Коучинг розвиває потенціал особистості на засадах суб'єктності, розкриває внутрішні сили й можливості, сприяє досягненню цілей та зміни моделей поведінки, самостійного генерування оптимальних шляхів і методів вирішення завдань, самостійної оцінки, моніторингу та контролю результатів. В дослідній роботі нами використовувалися коучингові технології: «Картезіанські запитання», «Трансформаційні розмови», «Піраміда логічних рівнів Р. Ділтса», методика «SWOT», техніки «Що, якщо?», коучинговий алгоритм зворотного зв'язку та ін. Студенти опанували способами подолання конфліктних ситуацій, прагнули звільнитися від стереотипних дій, догматизму й авторитаризму, більше проявляли емоційну й поведінкову гнучкості у відносинах з учнями під час педагогічної практики.

Після завершення навчання студентам пропонувалося оцінити результативність курсу «Основи превентивної педагогіки», «Практикум рішення педагогічних задач» і тренінгу «Розвиток емоційної і поведінкової гнучкості педагога» за такими критеріями, як доступність, зацікавленість, новизна, практична значимість. Зібрані факти показали, що 90% студентів відзначили стійкий інтерес і високий рівень прояву активності на заняттях, усвідомили залежність між знаннями й уміннями, отриманими в процесі вивчення курсу й результатами проходження педагогічної практики. 87% студентів констатували, що курс «Основи превентивної педагогіки» допоміг їм опанувати інноваційні методики, які успішно використовувалися в ході педагогічної практики.

Ефективність засвоєння теорії педагогічної превенції досягається лише при дотриманні сукупності умов, які створювалися в ході реалізації підготовки студентів до превентивної діяльності з молодшими школярами. Найбільш результативними виявилися такі умови: особистісна спрямованість педагогічної підготовки, індивідуальний підхід до її організації, розмаїтість активних форм і методів, оволодіння методикою педагогічної взаємодії, співробітництва й співтворчості, створення ситуацій успіху й усунення авторитарних дій, розвиток демократичного стилю діяльності майбутніх педагогів початкових класів.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Теоретичні основи превентивної педагогіки в змісті університетської освіти розглядаються як організація освітнього процесу на принципах превенції з використанням технологічного ресурсу, що забезпечує необхідні умови для продуктивної діяльності майбутніх педагогів в умовах постійних змін й ускладнення вимог в освітній сфері.

Оновлення змісту професійної підготовки на індивідуально-смысловому рівні, співвіднесеність його з інтересами й бажаннями дітей, їхніми віковими особливостями та індивідуальними цінностями, спрямованість на розвиток індивідуально-смыслові, ціннісної сфери молодших школярів позитивно впливає на рівень готовності майбутніх педагогів до превентивної діяльності в умовах початкової школи. Технологізація змісту підготовки до превентивної діяльності актуалізує не лише вагомість превентивної педагогіки, підготовки на принципах превенції, її пізнавальні цінності, емоційний вплив і розумовий потенціал майбутніх педагогів, а й способи перетворення інформації у професійні знання, цінності та особисті смисли.

Отримані результати можуть служити основою для подальшої наукової розробки проблем превентивного виховання й навчання учнівської молоді сполучені з вивченням шляхів удосконалення спеціальної підготовки педагогів середньої та старшої школи, розробки методики й технології вивчення спеціальних дисциплін з урахуванням вікових можливостей особистості в системі безперервної освіти.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES**

1. Гириловська, І. В. (2021). Теоретичні і методичні основи моніторингу якості професійної підготовки майбутніх кваліфікованих робітників (дис. ... доктора пед. наук: 13.00.04). Київ. (Hurylovska, I. V. (2021). Theoretical and methodical bases of monitoring the quality of professional training of future skilled workers (DSc thesis). Kyiv).
2. Гончарова, Н. О. (2019). Технологія доповненої реальності в підручниках нового покоління. Проблема сучасного підручника, 22, 46–56. (Honcharova, N. O. (2019). Augmented reality technology in new generation textbooks. The problem of the modern textbook, 22, 46–56).
3. Гудирева, О. М. (2010). Впровадження інформаційно-комунікативних технологій у навчальному процесі вищого навчального закладу. Інформаційні технології в освіті, 6, 101–112. (Hudyreva, O. M. (2010). Implementation of information and communication technologies in the educational process of a higher educational institution. Information technologies in education, 6, 101–112).
4. Кісільова, М. В. (2021). Використання імерсійних технологій у процесі навчання природничих наук. Інноваційні трансформації в сучасній освіті: виклики, реалії, стратегії. Збірник матеріалів III Всеукраїнського відкритого науково-практичного онлайн-форуму (Київ, 15–16 червня 2021 року). Київ: Національний центр «Мала академія наук України» (сс. 57–60). (Kisil'ova, M. V. (2021). The use of immersion technologies in the process of teaching natural sciences. Innovative transformations in modern education: challenges, realities, strategies. Collection of materials of the III All-Ukrainian open scientific and practical online forum (Kyiv, June 15–16, 2021). Kyiv: National Center "Small Academy of Sciences of Ukraine" (pp. 57–60).
5. Кондрашова, Л. В. (2000). Процесс обучения в высшей школе. Кривой Рог: ИВИ. (Kondrashova L.V. 2000. The process of learning in a higher school. Kryvyi Rih: IVI).
6. Кондрашова, Л. В. (2007). Научное знание и информационные технологии в структуре профессиональной подготовки студентов высшей школы. Вісник СевДТУ. Випуск : Педагогіка, А. А. Слободянюк (ред.) та ін. Севастополь: Вид-во СевНТУ, (сс. 3–12). (Kondrashova L.V. 2007. Scientific knowledge and information technologies in the structure of professional training of students of higher education. Bulletin of SevDTU. Issue: Pedagogy, A. A. Slobodyaniuk (Ed.) and others. Sevastopol: SevNTU Publishing House, (pp. 3–12).
7. Слюсаренко, М. А. (2010). Задачний підхід в управлінні навчально-пізнавальною діяльністю як умова підвищення якості знань студентів. Науковий часопис НПУ ім. М.П. Драгоманова. Серія № 16. Творча особистість вчителя: проблеми теорії та практики. Київ : НПУ ім. М.П. Драгоманова, 12(22), 158–162. (Slyusarenko M.A. 2010. The task approach in the management of educational and cognitive activities as a condition for improving the quality of students' knowledge. Scientific journal of the NPU named after M.P. Drahomanova. Series No. 16. Creative personality of the teacher: problems of theory and practice. Kyiv: NPU named after M.P. Drahomanova, 12(22), 158–162).
8. Сучасні інформаційно-комунікаційні технології: навчальний посібник, Г. Г. Швачич та ін. (2017). Дніпро: НМметАУ. (Modern information and communication technologies: a study guide, H. G. Shvachych and others. (2017). Dnipro: NMmetAU).
9. Чашечникова, О. С., Колесник, Є. А., Шаматріна, А. С. (2017). Проблеми розвитку творчого мислення сучасних студентів-майбутніх вчителів математики. Результати діагностувального експерименту. Актуальні питання природничо-математичної освіти. Суми : Сум ДПУ імені А. С. Макаренка, 1(9), 114–122. (Chashechnikova, O., Kolesnik E, Shamatrina A. (2017). Problems of developing creative thinking of modern students-future teachers of mathematics. Results of the diagnostic experiment. Current issues of science and mathematics education. Sumy: Sumy DPU named after A. S. Makarenko, 1(9), 114–122).

10. Al-Samarrai, S., Gangwar, M., Gala, P. (2020). The Impact of the COVID-19 Pandemic on Education Financing, World Bank, Washington, DC. Retrieved from: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/33739>.
11. Quevillon, K. (2020). Online Teaching: 3 Unique Challenges and How to Solve Them. Retrieved from: <https://tophat/cjm/blog/onlnt-teaching-challenges/>.
12. COVID-19: Why investing in youth will future-proof the economy. Retrieved from: <https://www.weforum.org/agenda/2020/07/covid-19-why-investing-in-yoth-will-future-proof-the-economy>.

**Kondrashova K. G. Updating the content of the training of future primary school teachers in accordance with the "new Ukrainian school" concept.**

**Summary.** *The article considers the resource possibilities of updating the content of the training of future teachers for preventive activities with younger schoolchildren, the use of educational technologies in increasing the productivity of prevention in ensuring the professional and creative growth of future teachers based on the use of various information sources and types of technologies (coaching, immersion, information-cognitive, information and communication, task-based, etc.), which stimulate the mastery of professional competences, preventive actions and readiness for preventive activities; various types of tasks are characterized: to consolidate logical-reflexive, search-reflexive, reflective-research and reflective-creative actions. The well-founded possibilities of educational technologies as an important didactic tool, which is a reserve for improving the quality of preventive activities and training competitive specialists in the pedagogical field to organize the educational process based on the principles of pedagogical prevention; reasonable conditions for the productivity of training courses and educational technologies for the development of professional abilities, cognitive independence, their creative thinking, active professional position and creative style of activity of future teachers; specified pedagogical conditions that ensure the productivity of mastering the theoretical foundations of preventive pedagogy and consolidation of preventive actions of future teachers: personal orientation of pedagogical training, individual approach to its organization, variety of active forms and methods, mastering the methodology of pedagogical interaction, cooperation and co-creation, creating situations of success and elimination authoritarian actions, development of a democratic style of activity of future primary school teachers. The results can serve as a basis for further scientific development of the problems of preventive education and training of schoolchildren, combined with the study of ways to improve the special training of secondary and senior school teachers, the development of methods and technology for the study of special disciplines, taking into account the age-related capabilities of the individual in the system of continuous education.*

**Key words:** *content of training, preventive pedagogy, preventive activity, technologization, educational technologies, pedagogical conditions.*

УДК 378.016:517

DOI 10.5281/zenodo.8025561

В. В. Корольський

ORCID ID 0000-0002-7409-4201

О. В. Тураєва

ORCID ID 0009-0001-5707-6001

Криворізький державний педагогічний університет

## ГЕНЕРАЦІЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЧИСЛОВИХ РЯДІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕОМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ ТА КОМБІНАЦІЇ РЯДІВ $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}$ І $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{n+1}$

*Метою дослідження є геометрична інтерпретація числових рядів, процес їх генерації за допомогою геометричної моделі, отримання обчислень точкової, лінійної, квадратурної та кубатурної геометричної інтерпретації числових рядів. Об'єкт дослідження – числові ряди. Предмет дослідження – генерація числових рядів за допомогою параметрів геометричної моделі. Під час дослідження використовувались методи аналізу і синтезу, порівняння, моделювання, графічний метод.*

*Результати дослідження: продемонстровано процес генерації членів числових рядів за допомогою геометричної інтерпретації; показано алгоритм генерації числових рядів з використанням квадрата, розташованого в декартовій системі координат, за допомогою якого можна створювати числові ряди з подальшою можливістю візуалізації членів ряду; розкрито можливість використання різних способів генерації одного й того ж числового ряду, пов'язаного з точковою, лінійною, квадратурною та кубатурною геометричними інтерпретаціями.*

*Проведене дослідження показало, що геометричні інтерпретації створюють сприятливі умови для сприйняття навчального матеріалу, поглиблення знань, реалізації нестандартного підходу; одержані ряди можна використовувати при вивченні розділу «Ряди» студентам спеціальностей фізико-математичних факультетів педагогічних закладів вищої освіти, а також учням старших класів на факультативах, спецкурсах або під час підготовки до олімпіади.*

*Метою подальших досліджень є створення задачника «Числові ряди. Практичний курс» з використанням різноманітних геометричних моделей для студентів спеціальності «014 Середня освіта (Математика)». А також задачника, який можна пропонувати для використання на факультативних заняттях і при проведенні математичних олімпіад серед учнів ліцею.*

**Ключові слова:** числовий ряд, геометрична інтерпретація, теорія рядів, генерація числових рядів, геометрична модель, математичний аналіз, задача, геометричний об'єкт.

**Постановка проблеми.** Ряди – це один з основних розділів математичного аналізу. Ряди мають широке коло теоретичного і практичного застосування. Теорія розвитку і практичного застосування числових рядів має досить глибокі корені. Проте для глибшого розуміння розділу математичного аналізу «Ряди» варто звернути увагу на їх геометричну інтерпретацію. З метою підвищення ефективності засвоєння знань та активізації пізнавального інтересу студентів під час організації навчального процесу розробляються різноманітні підходи до подання матеріалу викладачем. Одним з ефективних підходів є використання геометричної інтерпретації та моделювання [8].

При вивченні курсу математичного аналізу геометричні інтерпретації набувають широкого застосування. Але, при вивченні розділу «Ряди», в літературі зустрічається лише теоретичний матеріал, приклади розв'язання різноманітних задач та методи їх розв'язання. Задач з використанням геометричних інтерпретацій немає. Таким чином, на нашу думку, генерація та дослідження числових рядів за допомогою геометричної інтерпретації є важливою, цікавою та неповністю дослідженою темою.

**Аналіз актуальних досліджень.** Теорія рядів розвивалася у роботах таких науковців: Н. Абель, І. Бернуллі, Я. Бернуллі, Б. Больцано, К. Вейерштрасс, К. Гаусс, Ж. Д'Аламбер, Л. Ейлер, О. Коші, Ж. Лагранж, К. Маклорен, Б. Ріман, Б. Тейлор та інші.

Генерації числових рядів за допомогою геометричної інтерпретації присвячено ряд публікацій В. Бобирь [1; 2; 3], С. Габ [6; 7], В. Корольського [1; 6; 7; 8; 9; 10; 11], А. Римар [10], А. Христюк [2; 3].

**Мета статті** – знаходження числових рядів за допомогою геометричної інтерпретації їх членів, створення низки задач, які можуть бути використані при вивченні розділу «Числові ряди», а також у якості олімпіадних задач для учнів ліцею.

**Виклад основного матеріалу.** Генерація та дослідження числових рядів ґрунтується на використанні геометричних образів (лінії, площі, об'єми), пов'язаних з послідовностями геометричних об'єктів, вписаних у квадрат з параметром  $a = 1$ , представленим на рис. 1.

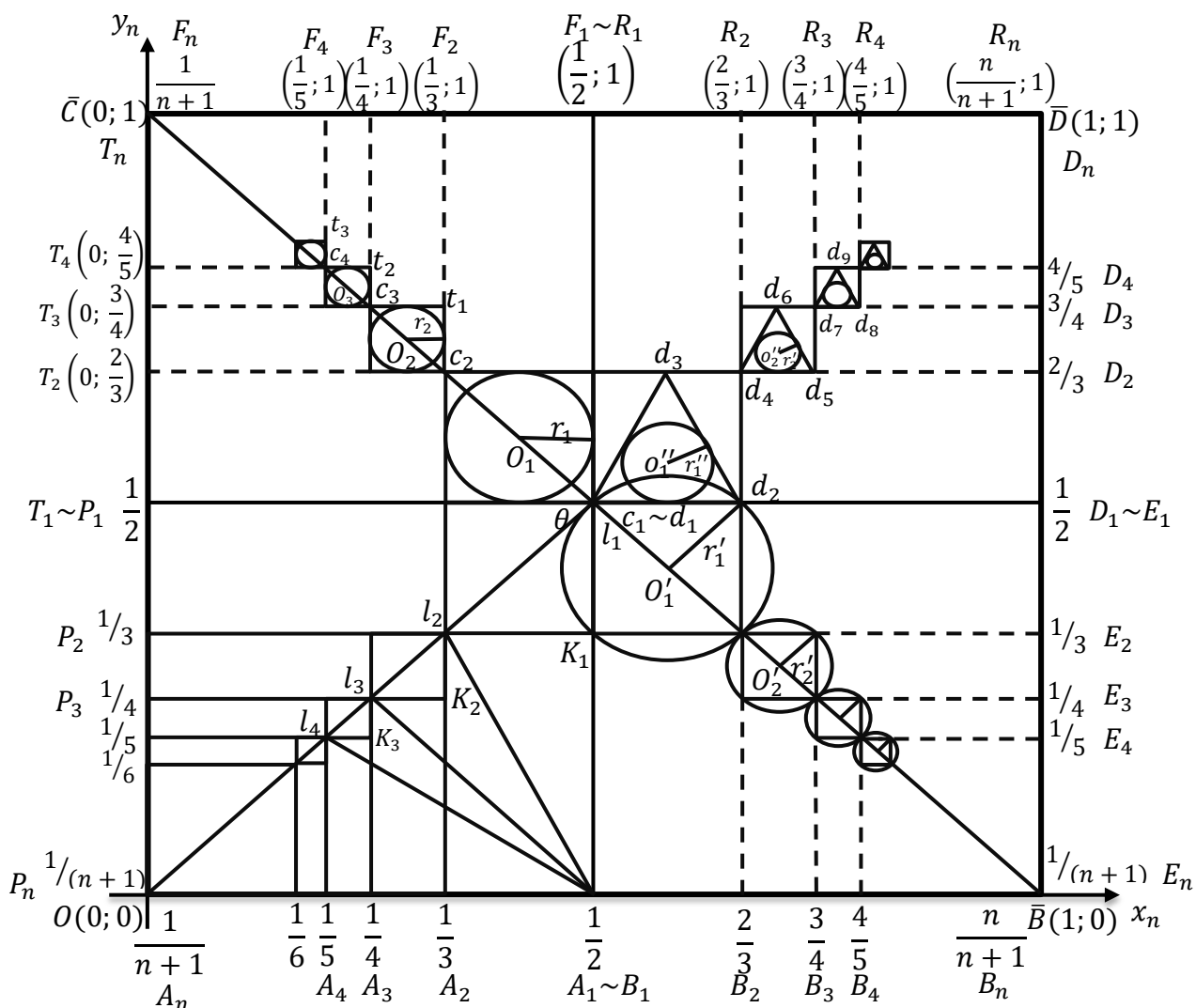


Рис. 1. Квадрат з параметром (стороною)  $a = 1$ .

Спочатку розглянемо задачі на генерацію числових рядів, пов'язаних з точковою геометричною інтерпретацією.

**Задача 1.** Знайти ряди:  $\sum_{n=1}^{\infty} x_n$ ,  $\sum_{n=1}^{\infty} y_n$ , де  $(x_n; y_n)$  координати точки  $A_n$ .

Точка  $A_n$ , розподілена на половині сторони квадрата  $|\overline{A_1 O}|$  за законом  $\frac{1}{n+1}$  і має координати  $A_n \left( \frac{1}{n+1}; 0 \right)$ , тому ряди будуть мати вид:

$$\sum_{n=1}^{\infty} x_n = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n+1} \text{ і } \sum_{n=1}^{\infty} y_n = \sum_{n=1}^{\infty} 0 = 0.$$

Аналогічно можна знайти ряди  $\sum_{n=1}^{\infty} x_n$ ,  $\sum_{n=1}^{\infty} y_n$ , де  $(x_n; y_n)$  будуть координати точок:  $B_n\left(\frac{n}{n+1}; 0\right)$ ,  $E_n\left(1; \frac{1}{n+1}\right)$ ,  $P_n\left(0; \frac{1}{n+1}\right)$ ,  $T_n\left(0; \frac{n}{n+1}\right)$ ,  $D_n\left(1; \frac{n}{n+1}\right)$ ,  $R_n\left(\frac{n}{n+1}; 1\right)$ ,  $F_n\left(\frac{n}{n+1}; 1\right)$

**Задача 2.** Знайти ряди:  $\sum_{n=1}^{\infty} x_n$ ,  $\sum_{n=1}^{\infty} y_n$ , де  $(x_n; y_n)$  координати точки  $K_n$ .

Координати точки  $K_n$  по вісі  $Ox$  співпадають з координатами точки  $A_n$ , а по вісі  $Oy$  –  $E_n$ , але починаючи з другого члену, тому має координати  $K_n\left(\frac{1}{n+1}; \frac{1}{n+2}\right)$ . Шукані ряди будуть мати вид:

$$\sum_{n=1}^{\infty} x_n = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n+1} \text{ і } \sum_{n=1}^{\infty} y_n = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n+2}.$$

Аналогічно можна знайти координати точок:  $l_n\left(\frac{1}{n+1}; \frac{1}{n+1}\right)$ ,  $c_n\left(\frac{1}{n+1}; \frac{n}{n+1}\right)$

**Задача 3.** Знайти ряди:  $\sum_{n=1}^{\infty} x_n$ ,  $\sum_{n=1}^{\infty} y_n$ , де  $(x_n; y_n)$  координати точки  $O_n$ .

Точка  $O_n$  знаходиться посередині між точками по осі  $Ox$   $A_n$  і  $A_{n+1}$ , по осі  $Oy$  –  $T_n$  і  $T_{n+1}$ , тому має координати  $O_n\left(\frac{\frac{1}{n+1} - \frac{1}{n+2}}{2}, \frac{\frac{n+1}{n+2} - \frac{n}{n+1}}{2}\right) = \left(\frac{1}{2(n+1)(n+2)}; \frac{1}{2(n+1)(n+2)}\right)$ . Шукані ряди будуть мати вид:

$$\sum_{n=1}^{\infty} x_n = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2(n+1)(n+2)} \text{ і } \sum_{n=1}^{\infty} y_n = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2(n+1)(n+2)}.$$

Аналогічно знайдемо координати точки  $O'_n$ :

$$O'_n\left(\frac{\frac{n+1}{n+2} - \frac{n}{n+1}}{2}, \frac{\frac{1}{n+1} - \frac{1}{n+2}}{2}\right) = \left(\frac{1}{2(n+1)(n+2)}; \frac{1}{2(n+1)(n+2)}\right)$$

**Задача 4.** Знайти ряди:  $\sum_{n=1}^{\infty} x_n$ ,  $\sum_{n=1}^{\infty} y_n$ , де  $(x_n; y_n)$  координати точки  $O''_n$ .

$O''_n$  – центр вписаного кола у рівнобедрений трикутник. По осі  $Ox$  точка  $O''_n$  знаходиться посередині між точками  $B_n$  і  $B_{n+1}$ , а по осі  $Oy$  знаходиться між точками  $D_n$  і  $D_{n+1}$  і ділить відрізок  $D_n D_{n+1}$  у певному відношенні. Знайдемо це відношення.

Розглянемо квадрат зі стороною  $a$  (рис.2).

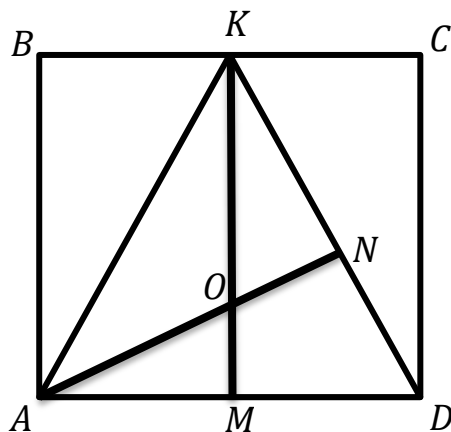


Рис. 2. Квадрат зі стороною  $a$ .

$K$  – середина  $BC$ , тому  $\triangle AKD$  – рівнобедрений. Центр вписаного кола у трикутник лежить на перетині бісектрис. Тому проведемо бісектриси  $AN$  і  $KM$ . Точка  $O$  – центр вписаного кола. Знайдемо відношення  $\frac{OM}{OK}$ .

За властивістю бісектриси  $\frac{OM}{OK} = \frac{AM}{AK}$ .  $AM = \frac{a}{2}$ ,  $AB = a$ ,  $BK = \frac{a}{2}$ , тоді за теоремою Піфагора  $AK = \sqrt{AB^2 + BK^2}$ ,  $AK = \sqrt{a^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2} = \sqrt{a^2 + \frac{a^2}{4}} = \sqrt{\frac{5a^2}{4}} = \frac{a\sqrt{5}}{2}$ .

$$\frac{OM}{OK} = \frac{AM}{AK}, \frac{OM}{OK} = \frac{\frac{a}{2}}{\frac{a\sqrt{5}}{2}} = \frac{1}{\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{5}}{5}.$$

Знайдемо координати точки  $O$  по осі  $Oy$  за формулою поділу відрізка у заданому відношенні:  $y_O = \frac{y_M + \lambda y_K}{1 + \lambda}$ , тому координати точки матимуть вид:

$$O''_n \left( \frac{\frac{n+1}{n+2} - \frac{n}{n+1}}{2}; \frac{\frac{n}{n+1} + \frac{\sqrt{5}n+1}{5}}{1 + \frac{\sqrt{5}}{5}} \right).$$

$$\begin{aligned} \frac{\frac{n+1}{n+2} - \frac{n}{n+1}}{2} &= \frac{1}{2(n+1)(n+2)}, \\ \frac{\frac{n}{n+1} + \frac{\sqrt{5}n+1}{5}}{1 + \frac{\sqrt{5}}{5}} &= \frac{\frac{5n^2 + 10n + \sqrt{5}n^2 + \sqrt{5}n + \sqrt{5}}{5(n+1)(n+2)}}{\frac{5 + \sqrt{5}}{5}} = \frac{(5 + \sqrt{5})n^2 + 2(5 + \sqrt{5})n + \sqrt{5}}{(n+1)(n+2)(5 + \sqrt{5})} = \frac{(5 + \sqrt{5})n^2 + 2(5 + \sqrt{5})n}{(n+1)(n+2)(5 + \sqrt{5})} + \\ &= \frac{\sqrt{5}}{(n+1)(n+2)(5 + \sqrt{5})} = \frac{(5 + \sqrt{5})(n^2 + 2n)}{(n+1)(n+2)(5 + \sqrt{5})} + \frac{\sqrt{5}(5 - \sqrt{5})}{(n+1)(n+2)(5 + \sqrt{5})(5 - \sqrt{5})} = \frac{n(n+2)}{(n+1)(n+2)} + \frac{5\sqrt{5} - 5}{20(n+1)(n+2)} = \frac{n}{n+1} + \\ &= \frac{\sqrt{5} - 1}{4(n+1)(n+2)}. \end{aligned}$$

Отже координати точки  $O''_n \left( \frac{1}{2(n+1)(n+2)}; \frac{n}{n+1} + \frac{\sqrt{5} - 1}{4(n+1)(n+2)} \right)$ .

Шукані ряди будуть мати вид:

$$\sum_{n=1}^{\infty} x_n = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2(n+1)(n+2)} \text{ і } \sum_{n=1}^{\infty} y_n = \sum_{n=1}^{\infty} \left( \frac{n}{n+1} + \frac{\sqrt{5} - 1}{4(n+1)(n+2)} \right).$$

Далі розглянемо приклади генерації числових рядів, пов'язаних з лінійною геометричною інтерпретацією членів рядів.

**Задача 5.** Знайти ряд  $\sum_{n=1}^{\infty} |A_n A_{n+1}|$ .

Знайдемо довжину відрізка  $|A_n A_{n+1}|$  за формулою обчислення відстані між двома точками:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}, \quad (1)$$

де  $M_1(x_1; y_1), M_2(x_2; y_2)$  [4].

$A_n \left( \frac{1}{n+1}; 0 \right), A_{n+1} \left( \frac{1}{n+2}; 0 \right)$ , тоді відстань між точками:

$$|A_n A_{n+1}| = \sqrt{\left( \frac{1}{n+2} - \frac{1}{n+1} \right)^2 + (0 - 0)^2} = \sqrt{\left( -\frac{1}{(n+1)(n+2)} \right)^2} = \left| -\frac{1}{(n+1)(n+2)} \right| = \frac{1}{(n+1)(n+2)}.$$

Шуканий ряд  $\sum_{n=1}^{\infty} |A_n A_{n+1}| = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n+1)(n+2)}$ .

Розв'яжемо цю задачу іншим способом. Знайдемо довжину відрізка як довжину дуги плоскої кривої.

Коли крива задана в прямокутних координатах рівнянням  $y = f(x)$ , де функція  $f(x)$  визначена на відрізку  $[a; b]$ , то довжина цієї кривої дорівнює:

$$l = \int_a^b \sqrt{1 + (f'(x))^2} \quad [12]. \quad (2)$$

У нашому випадку точки  $A_n$  і  $A_{n+1}$  розташовані на прямій  $y = 0$ , тоді  $y' = 0$ .

За формулою довжини кривої отримаємо:

$$|A_n A_{n+1}| = \int_{\frac{1}{n+2}}^{\frac{1}{n+1}} \sqrt{1 + 0^2} dx = \int_{\frac{1}{n+2}}^{\frac{1}{n+1}} dx = x \Big|_{\frac{1}{n+2}}^{\frac{1}{n+1}} = \frac{1}{n+1} - \frac{1}{n+2} = \frac{1}{(n+1)(n+2)}.$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} |A_n A_{n+1}| = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n+1)(n+2)}.$$

Як бачимо, шуканий ряд ідентичний ряду, одержаному першим способом.

Аналогічно за формулами (1) або (2) можна згенерувати такі ряди:  $\sum_{n=1}^{\infty} |B_n B_{n+1}| = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n+1)(n+2)}$ ,  $\sum_{n=1}^{\infty} |E_n E_{n+1}| = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n+1)(n+2)}$ ,  $\sum_{n=1}^{\infty} |D_n D_{n+1}| = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n+1)(n+2)}$ ,  $\sum_{n=1}^{\infty} |T_n T_{n+1}| = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n+1)(n+2)}$ ,  $\sum_{n=1}^{\infty} |R_n R_{n+1}| = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n+1)(n+2)}$ ,  $\sum_{n=1}^{\infty} |F_n F_{n+1}| = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n+1)(n+2)}$ ,  $\sum_{n=1}^{\infty} |P_n P_{n+1}| = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n+1)(n+2)}$ .

**Задача 6.** Знайти ряд  $\sum_{n=1}^{\infty} |A_1 l_{n+1}|$ .

Знайдемо довжину відрізка  $|A_1 l_{n+1}|$  за формулою (1).

$A_1\left(\frac{1}{2}; 0\right), l_{n+1}\left(\frac{1}{n+2}; \frac{1}{n+2}\right)$ , тоді:

$$|A_1 l_{n+1}| = \sqrt{\left(\frac{1}{n+2} - \frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{1}{n+2} - 0\right)^2} = \sqrt{\left(-\frac{n}{2(n+2)}\right)^2 + \left(\frac{1}{n+2}\right)^2} = \sqrt{\frac{n^2}{4(n+2)^2} + \frac{1}{(n+2)^2}} =$$

$$\sqrt{\frac{n^2+4}{4(n+2)^2}} = \frac{\sqrt{n^2+4}}{2|n+2|} = \frac{\sqrt{n^2+4}}{2(n+2)}.$$

Шуканий ряд  $\sum_{n=1}^{\infty} |A_1 l_{n+1}| = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{n^2+4}}{2(n+2)}$ .

Розв'яжемо цю задачу іншим способом. Знайдемо довжину відрізка як довжину дуги плоскої кривої за формулою (2).

Складемо рівняння прямої, яка проходить через дві точки:

$$\frac{x-x_1}{x_2-x_1} = \frac{y-y_1}{y_2-y_1} [4], \quad (3)$$

де  $M_1(x_1; y_1), M_2(x_2; y_2)$  координати точок, які належать прямій.

У нашому випадку  $A_1\left(\frac{1}{2}; 0\right), l_{n+1}\left(\frac{1}{n+2}; \frac{1}{n+2}\right)$ , тоді рівняння прямої матиме вид:

$$\frac{x-\frac{1}{2}}{\frac{1}{n+2}-\frac{1}{2}} = \frac{y-0}{\frac{1}{n+2}-0};$$

$$\frac{x-\frac{1}{2}}{-\frac{n}{2(n+2)}} = \frac{y}{\frac{1}{n+2}};$$

$$\frac{2\left(x-\frac{1}{2}\right)(n+2)}{-n} = y(n+2);$$

$$2x-1 = -ny;$$

$$y = -\frac{2}{n}x + \frac{1}{n}.$$

Для знаходження довжини кривої знайдемо похідну:  $y' = -\frac{2}{n}$ .

$$|A_1 l_{n+1}| = \int_{\frac{1}{n+2}}^{\frac{1}{2}} \sqrt{1 + \left(-\frac{2}{n}\right)^2} dx = \int_{\frac{1}{n+2}}^{\frac{1}{2}} \sqrt{\frac{n^2+4}{n^2}} dx = \int_{\frac{1}{n+2}}^{\frac{1}{2}} \frac{\sqrt{n^2+4}}{n} dx = \frac{\sqrt{n^2+4}}{n} \cdot x \Big|_{\frac{1}{n+2}}^{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{n^2+4}}{n} \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{n+2}\right) =$$

$$\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{n+2}\right) = \frac{\sqrt{n^2+4}}{n} \cdot \frac{n}{2(n+2)} = \frac{\sqrt{n^2+4}}{2(n+2)}.$$

Ряд  $\sum_{n=1}^{\infty} |A_1 l_{n+1}| = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sqrt{n^2+4}}{2(n+2)}$ .

Як бачимо, шуканий ряд ідентичний ряду, одержаному першим способом.

Наступним кроком розглянемо приклади одержання числових рядів з квадратурною геометричною інтерпретацією їх членів.

**Задача 7.** Знайти ряд  $\sum_{n=1}^{\infty} S_{\Delta P_n P_{n+1} l_{n+1}}$ .

Бачимо з рис. 1, що  $\Delta P_n P_{n+1} l_{n+1}$  прямокутний з катетами  $|P_n P_{n+1}|$  і  $|P_{n+1} l_{n+1}|$ .

Знайдемо площу трикутника за формулою:

$$S = \frac{ab}{2} [4], \quad (4)$$

де  $a$  і  $b$  – катети прямокутного трикутника.

$|P_n P_{n+1}|$  ми вже знаходили у задачі 5:  $|P_n P_{n+1}| = \frac{1}{(n+1)(n+2)}$ .

Аналогічно знайдемо  $|P_{n+1} l_{n+1}|$  за формулою (1):

$$P_{n+1}\left(0; \frac{1}{n+2}\right), \quad l_{n+1}\left(\frac{1}{n+2}; \frac{1}{n+2}\right), \quad \text{тоді} \quad |P_{n+1} l_{n+1}| = \sqrt{\left(\frac{1}{n+2} - 0\right)^2 + \left(\frac{1}{n+2} - \frac{1}{n+2}\right)^2} =$$

$$\sqrt{\frac{1}{(n+2)^2}} = \frac{1}{n+2}.$$

Тоді  $S = \frac{|P_n P_{n+1}| \cdot |P_{n+1} l_{n+1}|}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{(n+1)(n+2)} \cdot \frac{1}{n+2} = \frac{1}{2(n+1)(n+2)^2}$ .

Шуканий ряд  $\sum_{n=1}^{\infty} S_{\Delta P_n P_{n+1} l_{n+1}} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2(n+1)(n+2)^2}$ .

Розв'яжемо цю задачу іншим способом. Застосуємо геометричний зміст визначеного інтегралу:

$$S = \int_a^b (f_1(x) - f_2(x)) dx, [12] \quad (5)$$

де  $y = f_1(x)$ ,  $y = f_2(x)$  – криві, якими обмежена фігура зверху і знизу.

Щоб знайти площу фігури за допомогою інтеграла складемо рівняння прямої  $P_n l_{n+1}$  за формулою (3):

$$\begin{aligned} \frac{x-0}{\frac{1}{n+2}-0} &= \frac{y-\frac{1}{n+1}}{\frac{1}{n+2}-\frac{1}{n+1}}, \\ x(n+2) &= \frac{y(n+1)-1}{\frac{1}{n+2}-\frac{1}{n+1}} \cdot \frac{(n+1)(n+2)}{n+1-n-2}, \\ x(n+2) &= -(y(n+1)-1)(n+2), \\ x &= -y(n+1)+1, \\ y &= -\frac{x}{n+1} + \frac{1}{n+1}. \end{aligned}$$

Тоді за формулою (5) маємо:

$$\begin{aligned} S &= \int_0^{\frac{1}{n+2}} \left( -\frac{x}{n+1} + \frac{1}{n+1} - \frac{1}{n+2} \right) dx = -\frac{1}{n+1} \cdot \frac{x^2}{2} \Big|_0^{\frac{1}{n+2}} + \frac{n+2-n-1}{(n+1)(n+2)} \cdot x \Big|_0^{\frac{1}{n+2}} = -\frac{1}{n+1} \cdot \frac{1}{2(n+2)^2} + \\ &\quad \frac{1}{(n+1)(n+2)} \cdot \frac{1}{n+2} = -\frac{1}{2(n+1)(n+2)^2} + \frac{1}{(n+1)(n+2)^2} = \frac{1}{2(n+1)(n+2)^2}. \end{aligned}$$

$$\text{Отже, } \sum_{n=1}^{\infty} S_{\Delta P_n P_{n+1} l_{n+1}} = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2(n+1)(n+2)^2}.$$

Як бачимо обидва способи дали однаковий варіант.

Далі розглянемо задачу на генерацію числових рядів, пов'язаних з кубатурною геометричною інтерпретацією.

**Задача 8.** Знайти ряд  $\sum_{n=1}^{\infty} V_n$ , де  $V_n$  – об'єми послідовності тіл обертання прямих  $A_n l_{n+1}$  навколо осі  $Ox$ .

Нехай навколо осі  $Ox$  обертається прямокутний  $\Delta A_n A_{n+1} l_{n+1}$ , в результаті чого утвориться конус.

Знайдемо об'єм конуса за формулою:

$$S = \frac{1}{3} \pi r^2 h \quad (6)$$

У нашому випадку  $r = |A_{n+1} l_{n+1}|$ ,  $h = |A_n A_{n+1}|$ .

$|A_n A_{n+1}|$  ми вже знаходили у задачі 5:  $|A_n A_{n+1}| = \frac{1}{(n+1)(n+2)}$ .

Знайдемо  $|A_{n+1} l_{n+1}|$  за формулою (1), де  $A_{n+1} \left( \frac{1}{n+2}; 0 \right)$ ,  $l_{n+1} \left( \frac{1}{n+2}; \frac{1}{n+2} \right)$ , тоді:

$$|A_{n+1} l_{n+1}| = \sqrt{\left( \frac{1}{n+2} - \frac{1}{n+2} \right)^2 + \left( \frac{1}{n+2} - 0 \right)^2} = \frac{1}{n+2}.$$

$$S = \frac{1}{3} \pi \left( \frac{1}{n+2} \right)^2 \cdot \frac{1}{(n+1)(n+2)} = \frac{\pi}{3(n+1)(n+2)^3}.$$

$$\text{Отже, } \sum_{n=1}^{\infty} V_n = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\pi}{3(n+1)(n+2)^3}.$$

Розв'яжемо цю задачу іншим способом – за допомогою інтеграла:

$$V = \pi \int_a^b f^2(x) dx [12]. \quad (7)$$

Складемо рівняння прямої  $A_n l_{n+1}$  за формулою (3):

$A_1 \left( \frac{1}{n+1}; 0 \right)$ ,  $l_{n+1} \left( \frac{1}{n+2}; \frac{1}{n+2} \right)$ , тоді

$$\begin{aligned} \frac{x-\frac{1}{n+1}}{\frac{1}{n+2}-\frac{1}{n+1}} &= \frac{y-0}{\frac{1}{n+2}-0}, \\ \frac{x(n+1)-1}{\frac{1}{n+2}-\frac{1}{n+1}} \cdot \frac{(n+1)(n+2)}{-1} &= y(n+2), \\ y &= -x(n+1)+1. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Тоді } V &= \pi \int_{\frac{1}{n+2}}^{\frac{1}{n+1}} (-x(n+1)+1)^2 dx = \pi \int_{\frac{1}{n+2}}^{\frac{1}{n+1}} (1-2x(n+1)+x^2(n+1)^2) dx = \\ &= \pi \left( x \Big|_{\frac{1}{n+2}}^{\frac{1}{n+1}} - 2(n+1) \frac{x^2}{2} \Big|_{\frac{1}{n+2}}^{\frac{1}{n+1}} + (n+1)^2 \frac{x^3}{3} \Big|_{\frac{1}{n+2}}^{\frac{1}{n+1}} \right) = \pi \left( \frac{1}{n+1} - \frac{1}{n+2} - (n+1) \left( \frac{1}{(n+1)^2} - \frac{1}{(n+2)^2} \right) + \right. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{(n+1)^2}{3} \left( \frac{1}{(n+1)^3} - \frac{1}{(n+2)^3} \right) &= \pi \left( \frac{1}{(n+1)(n+2)} - \frac{(n+1)((n+2)^2 - (n+1)^2)}{(n+1)^2(n+2)^2} + \frac{(n+1)^2((n+2)^3 - (n+1)^3)}{3(n+1)^3(n+2)^3} \right) = \\ \pi \left( \frac{1}{(n+1)(n+2)} - \frac{2n+3}{(n+1)(n+2)^2} + \frac{3n^2+9n+7}{3(n+1)(n+2)^3} \right) &= \pi \frac{3(n+2)^2 - 3(2n+3)(n+2) + 3n^2 + 9n + 7}{3(n+1)(n+2)^3} = \\ \pi \frac{3n^2 + 12n + 12 - 6n^2 - 12n - 9n - 18 + 3n^2 + 9n + 7}{3(n+1)(n+2)^3} &= \frac{\pi}{3(n+1)(n+2)^3}. \end{aligned}$$

Отже, шуканий ряд повністю збігається з рядом, отриманим першим способом  $\sum_{n=1}^{\infty} V_n = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\pi}{3(n+1)(n+2)^3}$ .

Окрім запропонованих задач, цими та іншими методами нами було розв'язано ще понад 60 задач на генерацію числових рядів, пов'язаних з послідовностями геометричних об'єктів, вписаних у квадрат з параметром  $a = 1$ , представленим на рис. 1., які доцільно використовувати для створення задач як для студентів фізико-математичного факультету, так і для учнів старших класів на факультативах, спецкурсах і під час підготовки до олімпіад.

Отримані числові ряди демонструють послідовності величин відрізків різних ліній, які розташовані в декартовій системі координат у межах квадрата зі стороною  $a = 1$ . Візуально на рис. 1 видно відрізки за різними комбінаціями, які складають різні геометричні фігури: трикутники, квадрати, кола. Послідовності цих фігур та їх окремих параметрів становлять геометричні інтерпретації певних числових рядів. Предметом подальших досліджень може бути створення низки задач для практичного застосування у школах і на фізико-математичних факультетах; дослідження швидкості збігання частинних сум  $S_n$  до значення суми ряду  $S$  в залежності від зростання « $n$ » [5].

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Запропонований алгоритм генерації числових рядів за допомогою квадрата, розташованого в декартовій системі координат дозволяє генерувати числові ряди з можливістю візуалізації членів ряду. Отримані ряди доцільно використовувати при вивченні розділу «Ряди» студентам спеціальностей фізико-математичних факультетів педагогічних університетів.

Так як ряди з лінійною геометричною інтерпретацією можна одержати за допомогою відомих шкільних формул, то їх можна рекомендувати і для учнів старших класів на факультативних заняттях, спецкурсах, під час підготовки до олімпіад.

Метою подальших досліджень є створення задачника «Числові ряди. Практичний курс» з використанням різноманітних геометричних моделей для студентів спеціальності «014 Середня освіта (Математика)». А також задачника, який можна пропонувати для використання на факультативних заняттях і при проведенні математичних олімпіад серед учнів ліцею.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Бобирь, В. Д., Корольський В. В. (2019). Застосування ІКТ при вивченні числових та степеневих рядів. Крок у науку: дослідження у галузі природничо-математичних дисциплін та методик їх навчання: Матеріали тез Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих учених (Чернігів, 27 листопада 2019 р.). (Bobyry, V. D., Korolskiy, V. V. (2019). The use of ICT in the study of numerical and power series. A step into science: research in the field of natural and mathematical disciplines and their teaching methods: Materials theses All-Ukrainian scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists (Chernihiv, Nov. 27, 2019).
2. Бобирь, В. Д., Христюк, А. М. (2019). Зв'язок рядів арифметичної прогресії та гармонічних рядів. Матеріали міжнародної науково-методичної конференції «Проблеми математичної освіти» (ПМО – 2019 р.) (Черкаси, 11-12 квітня 2019 р.). Черкаси: Вид. ФОП Гордієнко Є. І. (Bobyry, V. D., Hrystiuk, A. M. (2019). The relationship between the Arithmetic progression and harmonic series. Materials of the International Scientific and Methodical Conference "Problems of Mathematical Education" (PMO – 2019) (Cherkasy, Apr. 11-12, 2019). Cherkasy: Ed. FOP Gordienko E. I.).

3. Бобирь, В. Д., Христюк, А. М. (2019). Реалізація дидактичного принципу наочності при вивченні числових рядів. X Міжнародна конференція молодих вчених «Молоді вчені 2019 – від теорії до практики» (Дніпро, 7 березня 2019 р.). (Bobyry, V. D., Hrystiuk, A. M. (2019). Implementation of the didactic principle of visuality in the study of number series. 10th International Conference of Young Scientists "Young Scientists 2019 – from Theory to Practice" (Dnipro, Mar. 7, 2019). Dnipro.
4. Городецький, В. В., Боднарук, С. Б., Довгей, Ж. І., Лучко, В. С. (2021). Основи аналітичної геометрії в теоремах і задачах. Чернівці. (Horodetsky, V. V., Bodnaruk, S. B., Dovgei, Z. I., Luchko, V. S. (2021). Fundamentals of analytic geometry in theorems and problems. Chernivtsi).
5. Дзигарська, Н. С., Корольський, В. В., Тураєва, О. В. (2022). Генерація числових рядів з використанням послідовностей геометричних об'єктів, вписаних у квадрат з параметром  $a = 1$  в системі координат  $Oxy$ . Наукові записки молодих учених, 10. (Dzyharska N. S., Korolskiy V. V., Turaieva O. V. (2022). Generation of numerical series using sequences of geometric objects inscribed in a square with parameter  $a = 1$  in the  $Oxy$  coordinate system. Scientific notes of young scientists, 10).
6. Корольський, В. В., Габ, С. С. (2018). Лінійна, квадратурна та куботурна геометрична інтерпретація числових рядів засобами моделювання. Новітні комп'ютерні технології: науково-методичний збірник. Том XVI. Кривий Ріг (сс. 67–73). (Korolskiy, V. V., Gab, S. S. (2018). Linear, quadrature and cuboidal geometric interpretation of numerical series by means of modeling. Latest computer technologies: scientific and methodical collection Volume XVI. Kryvyi Rih (pp. 67–73)).
7. Корольський, В. В., Габ, С. С. (2018). Числові ряди, які пов'язані з параметрами додекаедра. Вісник міжнародного дослідницького центру «Людина: мова, культура, пізнання»: науковий журнал, В. В. Корольський (ред.). Том 42. Кривий Ріг (сс. 39–45). (Korolskiy V. V., Gab S. S. (2018). Numerical series related to the parameters of the dodecahedron. Bulletin of the International Research Center "Man: Language, Culture, Cognition": scientific journal, V. V. Korolskiy (Ed.). Volume 42. Kryvyi Rih (pp. 39–45)).
8. Корольський, В. В. (2017). Геометрична інтерпретація числових рядів. Новітні комп'ютерні технології: науково-методичний збірник. Том XV. Кривий Ріг (сс. 57–63). (Korolskiy, V. V. (2017). Geometric interpretation of numerical series. Latest computer technologies: scientific and methodical collection Volume XV. Kryvyi Rih (pp. 57–63)).
9. Корольський, В. В. (2018). Геометрична інтерпретація числового ряду арифметичної прогресії. Новітні комп'ютерні технології: науково-методичний збірник. Том XVI. Кривий Ріг (сс. 59–66). (Korolskiy, V. V. (2018). Geometric interpretation of a numerical series of arithmetic progression. Latest computer technologies: scientific and methodical collection Volume XVI. Kryvyi Rih (pp. 59–66)).
10. Корольський, В. В., Римар, А. І. (2022). Геометрична інтерпретація числових рядів, пов'язаних з державною символікою. Актуальні питання природничо-математичної освіти, 2(20), 29–38. (Korolskiy, V. V., Rymar, A. I. (2022) Geometric interpretation of numerical series associated with state symbols. Topical issues of natural science and mathematics education, 2(20), pp. 29–38).
11. Корольський, В. В., Шокалюк, С. В., Мельниченко, Ю. А. (2018). Теоретико-методичні засади геометричного моделювання числових рядів. Фізико-математична освіта, 4(18), сс. 81–89. (Korolskiy, V. V., Shokaluk, S. V., Melnychenko, Y. A. (2018). Theoretical and methodological foundations of geometric modeling of numerical series. Physical and mathematical education, 4(18), 81–89).
12. Шкіль, М. І. (1981). Математичний аналіз, ч. II: Посібник для педагогічних інститутів. Київ: Вища школа. Головне видавництво. (Schkil, M. I. (1981). Mathematical analysis, part II: Manual for pedagogues. institutes. Kyiv: Vyshcha shkola. Main publishing house).

**Korolskiy V. V., Turaieva O. V. Generation and study of numerical series with the help of geometric model and combination of series.**

**Summary.** The purpose of the study is the geometric interpretation of numerical series, the process of their generation using a geometric model, obtaining calculations of point, linear, quadrature and cubic geometric interpretation of numerical series. The object of research is numerical series. The subject of the study is the generation of numerical series using the parameters of a geometric model. During the research, the methods of analysis and synthesis, comparison, modeling, graphic method were used.

**Research results:** the process of generating members of numerical series using geometric interpretation is demonstrated; the algorithm for generating numerical series using a square located in the Cartesian coordinate system is shown, with the help of which it is possible to create numerical series with the subsequent possibility of visualizing the members of the series; the possibility of using different methods of generating the same numerical series associated with point, linear, quadrature and cubature geometric interpretations is revealed.

The conducted research showed that geometric interpretations create favorable conditions for the perception of educational material, deepening of knowledge, implementation of a non-standard approach; the obtained series can be used when studying the "Series" section for students of physics-mathematical faculties of pedagogical universities, as well as for high school students in electives, special courses or during preparation for the Olympiad.

The goal of further research is to create a problem book "Numerical series. Practical course" using various geometric models for students of the specialty "014 Secondary Education (Mathematics)". And also a problem book that can be offered for use in optional classes and when conducting mathematical Olympiads among lyceum students.

**Key words:** number series, geometric interpretation, series theory, generation of number series, geometric model, mathematical analysis, problem, geometric object.

УДК 373.5.016:57:[37.018.43:004.4]

DOI 10.5281/zenodo.8025428

**М. П. Москаленко**

ORCID ID 0000-0002-0580-9314

**Л. П. Міронець**

ORCID ID 0000-0002-9741-7157

**В. М. Торяник**

ORCID ID 0000-0003-0590-1345

Сумський державний педагогічний  
університет імені А.С.Макаренка

## **ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ БІОЛОГІЇ У 6 КЛАСАХ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ**

Стаття присвячена проблемі формування однієї з одинадцяти ключових компетентностей, визначених в Державному стандарті базової середньої освіти. Мета статті полягає в обґрунтуванні методичних засад формування екологічної компетентності учнів під час навчання біології у 6 класі закладів загальної середньої освіти. У статті зазначено, що під час розв'язання даної проблеми доцільно опиратися на модель системи формування екологічної компетентності школярів. В процесі підготовки статті використано загальноприйняті методи дослідження (аналіз, синтез, систематизація, класифікація, порівняння та узагальнення) для встановлення ступеня розробленості проблеми та аналізу навчальної програми для загальноосвітніх навчальних закладів «Біологія 6-9 класи». Визначено, що основні зусилля вчителів біології з точки зору досягнення певного рівня сформованості екологічної компетентності в учнів 6 класу, спрямовані на орієнтування

дітей на усвідомлення важливості сталого розвитку, готовності брати участь у вирішенні проблем довкілля та розвитку суспільства. В статті визначено можливості навчального змісту кожної теми для формування вказаної компетентності у школярів. Підкреслено, що різні компоненти очікуваних результатів навчання вчителю біології потрібно конвертувати у формування особистого ставлення здобувачів освіти до певної групи організмів та усвідомлення їх ролі в екосистемах. Для кінцевого результату формування екологічної компетентності важливі не сума знань і навичок, а зміни особистості, її свідомості, ставлення до природи, здатність в майбутньому здійснювати природоохоронну раціональну діяльність, займати активну громадянську позицію щодо порушення екологічної рівноваги, вміння доносити свою позицію до інших людей тощо. Тобто екологічна компетентність – це певна характеристика психолого-емоційних властивостей особистості, які реалізуються в активній діяльності спочатку з вивчення, а далі охорони природи. Фактично набуття певних біологічних знань – це лише один із засобів формування майбутніх характеристик людини в суспільстві. В статті визначено, що формування екологічної компетентності – це процес, який тісно пов'язаний з формуванням психоемоційних рис особистості в юному віці та не припиняється із закінченням навчання в закладах освіти.

**Ключові слова:** екологічна компетентність, компетентнісний підхід, освітній процес, заклади загальної середньої освіти, навчальна програма з біології, Державний стандарт базової середньої освіти, очікувані результати навчання, сталий розвиток.

**Постановка проблеми.** Сучасне індустріальне суспільство забезпечує певний рівень існування людства в комфортних умовах. Але це пов'язано з виснаженням природних ресурсів та погіршенням стану навколишнього середовища. Тому існує проблема встановлення балансу між задоволенням потреб суспільства та відтворенням і збереженням ресурсів для його існування. Розв'язати дану проблему можна лише змінами в свідомості людей, забезпечення усвідомлення ними обмежених можливостей середовища в середньо та довгостроковій перспективі. Першим кроком в даному напрямку повинно стати формування у нового покоління екологічної компетентності котра, відповідно до Державного стандарту базової середньої освіти, передбачає усвідомлення екологічних основ природокористування, необхідності охорони природи, дотримання правил поведінки на природі, ощадливого використання природних ресурсів, розуміння контексту і взаємозв'язку господарської діяльності та важливості збереження природи для забезпечення сталого розвитку суспільства (Державний стандарт базової середньої освіти, с. 3) [3].

**Аналіз актуальних досліджень.** Проблему формування екологічної компетентності у здобувачів освіти до деякої міри можна розділити на дві складові, які втім тісно взаємодіють і залежать одна від іншої. Це психологічний аспект формування рис особистості, яким в свій час займалися такі видатні вчені як О. Леонтьєв, С. Рубінштейн та інші. Друга складова, це сучасні підходи до компетентісно орієнтованого освітнього процесу (І. Бех, І. Єрмаков, О. Савченко та інші). Також на формування екологічної компетентності накладають свої особливості вікові характеристики особистості, яка залучена в даний процес. Цій частині проблеми присвячені праці О. Дерябо, В. Скребця, І. Зверєва. Перехід суспільства до сталого розвитку та значення для цього екологічних знань та екологічної освіти отримав свою характеристику від Н. Анацької [1]. Власне компетентісному підходу в освіті, концептуальним його засадам, визначенню понять та структури присвячені наукові праці С. Бондар, О. Кононко, О. Локшиної, О. Овчарук, А. Хуторського, І. Ящук.

Дослідження щодо формування екологічних цінностей та екологічної компетентності здобувачів загальної середньої освіти були проведені О. Колоньковою, О. Король, С. Лебідь, Л. Маркович, О. Пруцаковою, Н. Пустовіт та багатьма іншими українськими вченими.

Так К. Левківська вказала на місце екологічної компетентності серед переліку ціннісних засад загальноосвітніх навчальних закладів, які використовують іноваційні

підходи для здійснення своєї освітньої діяльності [4]. Також в науково-освітньому просторі України присутні деякі розробки, пов'язані з проблематикою екологічної компетентності у професійній освіті (О. Гуренкова, Л. Титаренко, А. Хрипунова). І. Лозовська займалась питаннями екологічного виховання старшокласників під час профільного навчання в ліцеях інтернатного типу [5]. С. Толочко представила модель формування екологічної компетентності школярів та основні критерії, що визначають структуру екологічної компетентності:

- **потребово-ціннісний** – містить систему мотивів здобувачів освіти;
- **діяльнісно-технологічний** – визначає рівень та якість знань здобувачів освіти та вміння їх використовувати у дорослій професійній діяльності;
- **мотиваційно-стимулюючий** – характеризує готовність здобувачів освіти до екологічно доцільної соціальної активності [6; 7].

Також автор визначила наступні недоліки сучасної екологічної освіти:

- недостатнє залучення екологічного потенціалу змісту різних навчальних предметів у закладах освіти;
- недостатня увага до вирішення місцевих екологічних проблем від збільшення антропогенного навантаження на навколишнє середовище та пов'язані з цим різноманітні ризики для життя людини;
- відсутність дієвої системи діагностики рівня сформованості екологічної компетентності здобувачів освіти [6; 7].

**Мета статті** – обґрунтування методичних засад формування екологічної компетентності учнів під час навчання біології у 6 класі закладів загальної середньої освіти.

У процесі підготовки статті використано наступні загальноприйняті методи дослідження (аналіз, синтез, систематизацію, класифікацію, порівняння та узагальнення) для встановлення ступеня розробленості проблеми, аналізу навчальної програми для ЗЗСО «Біологія 6-9 класи».

**Виклад основного матеріалу.** На сьогодні в Україні відбувається розробка багатьма авторськими колективами навчальних програм для 5-9 класів НУШ, які запроваджуються або будуть запроваджені поетапно з 2022 року, відповідно до Закону України «Про повну загальну середню освіту» (2020), Державного стандарту базової середньої освіти [3]. Існує декілька модельних програм «Пізнаємо природу» різних авторів для 5-6 класу. Навчання ж в 6-9 класі відбувається згідно програми «Біологія 6-9 клас», затвердженої МОН у 2017 році [2]. Державний стандарт базової середньої освіти висуває вимоги щодо належної сформованості екологічної компетентності здобувачів освіти через набуті уміння та ставлення. Чисельні формулювання визначень екологічної компетентності різними авторами говорить про те, що незважаючи на загальне розуміння даної проблематики, відсутній єдиний погляд на шляхи та методи формування екологічної компетентності школярів а також ефективної оцінки кінцевого результату.

Під час нашої роботи ми звертались до моделі системи формування екологічної компетентності школярів, яку запропонувала С. Толочко [7].

Тема «Вступ» в 6 класі орієнтує на формування в учнів екологічної свідомості для збереження та захисту довкілля. За її підсумками школярі оперують термінами спостереження, експеримент. Необхідно зазначити, що практично всі модельні програми «Пізнаємо природу» для 5-6 класу знайомлять учнів з даною термінологією, а також з процесом моделювання в біології. Таким чином вони виконують свою пропедевтичну функцію. Діяльнісний компонент з очікуваних результатів навчання в 6 класі містить уміння розрізняти об'єкти живої природи, практикувати спостереження біологічних об'єктів. Компонент, пов'язаний з набуттям певних знань передбачає набуття учнями здатності називати основні властивості живого (ріст, розмноження, взаємодія із зовнішнім середовищем) та наводити приклади основних груп організмів (бактерії, рослини, тварини, гриби). Але для кінцевого результату формування екологічної компетентності важливі не сума знань і навичок, а зміни особистості, її свідомості, ставлення до природи,

здатність в майбутньому здійснювати природоохоронну раціональну діяльність, займати активну громадянську позицію щодо порушення екологічної рівноваги, вміння доносити свою позицію до інших людей тощо. Тобто екологічна компетентність – це певна характеристика психолого-емоційних властивостей особистості, які реалізуються в активній діяльності спочатку з вивчення, а далі охорони природи. Фактично набуття певних біологічних знань – це лише один із засобів формування майбутніх характеристик людини в суспільстві. Зрозуміло, що наявність таких рис особистості школяра можна констатувати на кінцевих етапах навчання в старших класах, але вже з початком вивчення біології потрібно починати процес формування екологічної компетентності.

Тема «Одноклітинні організми. Перехід до багатоклітинності» в 6 класі виглядає доволі конкретно з точки зору набуття біологічних знань про певну групу організмів. Але певне акцентування вчителем під час її розгляду навчального матеріалу даної теми надає значні можливості первинного формування екологічної компетентності. Адже навчальний зміст орієнтує на усвідомлення ролі одноклітинних в екосистемах. Одне із значних завдань для вчителя є не лише познайомити учнів з одноклітинними як окремою групою живих організмів, а й підкреслити через характер завдань, послідовність викладення матеріалу, моделювання контактів багатоклітинних організмів з одноклітинними того факту, що дана група це компонент, складова, учасник всіх процесів у екосистемі. Таким чином школярі в результаті оперують термінами бактерії, одноклітинні організми, колоніальні організми, багатоклітинні організми; називають середовища існування одноклітинних організмів; наводять приклади одноклітинних, колоніальних та багатоклітинних організмів без тканин. Але з точки зору екологічної компетентності, головним буде здатність оцінювати роль одноклітинних в екосистемах, усвідомлювати небезпеку інфекційних та паразитарних захворювань, робити висновки про те, що клітини можуть бути самостійними організмами. Це останній етап формування ставлення дітей до даної групи організмів, їх «відчуття» одноклітинних як компонента в біосфері, що і є першими змінами відношенні членів суспільства до цих живих істот в майбутньому. Так відбуваються перші кроки формування екологічної компетентності [2].

Наступна тема навчальної програми біології в 6 класі – «Рослини». Основний напрямок діяльності вчителя з точки зору формування екологічної компетентності під час викладання даної теми, це орієнтування учнів на усвідомлення ролі рослин в екосистемах. Очікувані результати навчання, які бажано досягнути в частині знань, це здатність учнів оперувати анатомічними і морфологічними термінами: рослини, вегетативні органи, статеве розмноження рослин, генеративні органи; називати основні процеси життєдіяльності рослин; наводити приклади тканин та органів рослин. Це базові знання з даної теми, які школярі повинні набуті разом з результатами діяльнісного компоненту: вміння описувати ріст і розвиток рослинного організму; розпізнавати клітини, тканини та органи рослини; порівнювати за вказаними ознаками процеси фотосинтезу та дихання; встановлювати біологічне значення видозмінених органів рослин. Ці результати навчання вчителю потрібно конвертувати в кроки з набуття учнями усвідомлення того, що рослина – цілісний організм, здатності оцінювати значення фотосинтезу; робити висновок про фотосинтез як характерну особливість рослин. Останнє є складовими формування ставлення школярів до рослин та усвідомлення їх ролі в екосистемах. Саме такі результати навчання можна буде вважати задовільними з точки зору формування екологічної компетентності [2].

Згідно моделі системи формування екологічної компетентності школярів її змістовно-аксіологічний блок містить таку змістовну складову як когнітивний компонент [7]. Його головний зміст, це знання та розуміння основних закономірностей природи. У випадку вивчення певних таксономічних груп живих організмів це виражається у набутті знань з їх будови та життєдіяльності. Оволодіння такими знаннями можливе при одночасному набутті та стійкому володінні у майбутньому певними вміннями щодо дослідження навколишнього середовища. Це також складова когнітивного компоненту змістовно-аксіологічного блоку вказаної моделі. Зазначимо, що окремого вивчення

навколишнього середовища під час вивчення певних груп живих організмів на уроках біології в 6 класі не відбувається, але всі анатомо-морфологічні, фізіологічні та поведінкові особливості кожного організму формувалися в певних умовах середовища. Це значить, що через будову та життєдіяльність організмів учні опосередковано знайомляться і з факторами середовища. Більш цілеспрямоване їх вивчення можливе через підібрані вчителем домашні завдання, групові та індивідуальні проекти, спостереження за домашніми тваринами, кімнатними рослинами тощо. На нашу думку, зв'язок організм-середовище, потребує в навчальному процесі більшої уваги та різноманітних підходів для цілеспрямованої «екологізації» біологічного змісту навчальної дисципліни: демонстраційних дослідів, лабораторних досліджень, дослідницьких практикумів, передбачених програмою. Також для цього можна використати міні-проекти, підбір тематики яких здійснює вчитель.

Виконання зазначених вище завдань, презентація їх результатів перед учнями та відповідне оцінювання стимулює виявлення допитливості до живих організмів та природних явищ. Це є третьою тезою когнітивного компонента змістовно-аксіологічного блоку моделі системи формування екологічної компетентності школярів. Така побудова навчального процесу сприятиме формуванню екологічної компетентності як комбінації знань, вмінь і навичок, способу мислення, особистих світоглядних якостей та морально-етичних цінностей, які діти будуть реалізовувати під час інтеграції у суспільство та здійснення своєї майбутньої професійної діяльності.

Іще одна тема навчальної програми біології в 6 класі – «Гриби», під час вивчення якої також може бути здійснено формування екологічної компетентності за аналогічним сценарієм. Основне завдання, яке стоїть перед вчителем під час вивчення даної теми в контексті екологічної проблематики, це орієнтування учнів на усвідомлення значення грибів і лишайників у біосфері. Бажані результати навчання в компоненті знань, це здатність школярів оперувати термінами гриби, лишайники; називати найпоширеніші види грибів своєї місцевості, ознаки грибної клітини, спільні та відмінні риси в будові клітин грибів, рослин і тварин; наводити приклади співіснування грибів з рослинами. Разом з такими знаннями учні за підсумками вивчення даної теми повинні набути вміння порівнювати за певними ознаками гриби і рослини, шапинкові та цвілеві гриби; пояснювати взаємозв'язок грибів і вищих рослин, співіснування грибів і водоростей в лишайниках; розпізнавати отруйні та їстівні гриби своєї місцевості. За основний результат з точки зору формування елементів екологічної компетентності під час вивчення даної теми можна буде вважати виникнення усвідомлення учнями цінності даної групи організмів, як елемента екосистеми та відповідного ставлення до них у своєму повсякденному житті. Досягненню такого результату повинен сприяти сам біологічний зміст навчально матеріалу, адже гриби, в більшості своїй, сапрофіти або паразити, що обов'язково потребує дослідження їх взаємодії з іншими організмами в екосистемі. Вилучення такого компонента із звичайного ланцюга контактів живих організмів призведе до поступової деградації біоценозу. Таку думку та відповідне ставлення до грибів можна вважати прийнятним результатом з точки зору формування екологічної компетентності під час вивчення даної теми. Цьому сприятиме також демонстрування живих об'єктів, муляжів, фотографій різних груп грибів та лишайників, проведення лабораторної роботи з дослідження будови шапинкових грибів та практичної роботи з розпізнавання їстівних та отруйних грибів своєї місцевості. У випадку з темою «Гриби» загальні підходи до формування екологічної компетентності залишаються подібними до таких щодо вивчення інших великих груп живих організмів. Вони зазначені в змістовно-аксіологічному блоці моделі системи формування екологічної компетентності школярів, зокрема в її когнітивному компоненті [2].

Іще одна тема в шкільному курсі біології для 6 класу – це «Різноманітність рослин». Вона відрізняється від інших розглянутих вище розділів тим, що за змістом не є первинним знайомством з даною групою організмів. Окрім цього, вперше відбувається спроба

класифікації та систематизації рослин за середовищем існування, будовою, розмноженням, тощо. Ці змістовні моменти дають широкі можливості вчителю для введення екологічної складової у загальне сприйняття школярами рослин як групи живих організмів. Також вперше презентується поняття рослинного угруповання, яке неможливо усвідомити без врахування екологічних характеристик середовища. Вчитель орієнтує весь навчальний процес на забезпечення усвідомлення учнями необхідності збереження рослин та їх угруповань [2].

Діяльнісний компонент з бажаних результатів за підсумками вивчення даної теми передбачає вміння розпізнавати рослини різних груп (водоростей, мохів, хвощів, плаунів, папоротей, голонасінних і покритонасінних); основні життєві форми рослин; рослини різних екологічних груп; основні типи рослинних угруповань.

Компонент, пов'язаний з набуттям певних знань передбачає набуття учнями здатності оперувати термінами: рослинні угруповання, водорості, мохи, папороті, голонасінні, покритонасінні, Червона книга України; наводити приклади пристосувань рослин до середовища існування; розуміти особливості розмноження рослин спорами та насінням. Як фінішування з точки зору формування екологічної компетентності на даному етапі є завдання, пов'язані з висловленням власного ставлення до умов існування рослин, оціночного судження щодо нераціонального використання людиною різних груп рослинних організмів. Саме під час такого формулювання власних думок відбувається конвертація набутих біологічних знань та умінь у переконання щодо необхідності збереження рослин та їх угруповань. Відбувається синтез компонентів особистої системи екологічних цінностей, які визначають життя і діяльність людини в суспільстві.

Виконання практичної складової, передбаченої під час вивчення даної теми у вигляді демонстрування представників різних груп рослинних угруповань, практичних робіт з порівняння будови різних екологічних груп рослин, реальних та віртуальних екскурсій також сприяє формуванню особистого ставлення до рослин та умов їх існування.

За правильного педагогічного підходу до вивчення теми «Різноманітність рослин» у школярів в першому наближенні проявляється операційно-діяльнісний компонент із моделі системи формування екологічної компетентності школярів [6; 7]. Він реалізується у здатності оцінювати вплив людської діяльності на стан довкілля. Надалі може відбутися трансформація в особисту позицію щодо відповідального споживання природних ресурсів. Це також складова операційно-діялісного компоненту. Таким чином закладається усвідомлення цінності навколишнього середовища як основної складової забезпечення життя людства. Ця теза є основою емоційно-ціннісного компоненту змістовно-аксіологічного блоку моделі системи формування екологічної компетентності школярів [7].

Остання в переліку традиційно тема «Узагальнення». Основні зусилля вчителів біології з точки зору досягнення певного рівня формування екологічної компетентності в учнів 6 класу під час узагальнення вивченого за рік, є орієнтування дітей на усвідомлення важливості сталого розвитку, готовності брати участь у вирішенні питань довкілля та розвитку суспільства. За підсумком набуття певних знань за період навчання учні називають ознаки основних груп організмів та пояснюють залежність особливостей будови та життєдіяльності організмів від середовища існування. Що стосується діялісного компоненту, школярі набувають умінь описувати особливості будови та життєдіяльності клітин рослин, тварин, грибів, бактерій; порівнювати будову і процеси життєдіяльності основних груп організмів; класифікувати організми за певними ознаками, об'єднувати їх у групи.

Так як формування екологічної компетентності, це процес, який тісно пов'язаний з формуванням психоемоційних рис особистості в юному віці, то на перший план виходить складова ставлення із очікуваних результатів навчання. Це набуття здатності робити висновок про те, що будова організмів та особливості їхньої життєдіяльності – результат пристосування до умов середовища.

Ми не розглядали можливі шляхи застосування різних технологій методичної діяльності (проблемне навчання, навчання як дослідження, технологія проектування, інтерактивне навчання, інформаційні технології, тренінгові технології) для формування

екологічної компетентності, так як характеристика їх практичного застосування є великим завданням і потребує окремого дослідження по кожній з них.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Підсумовуючи зазначене вище, можемо констатувати, що проблема формування екологічної компетентності здобувачів освіти є складною та багаторівневою. Представлена нами спроба методичного підходу до розв'язання даної проблеми під час вивчення біології у 6 класі закладів загальної середньої освіти базується на опублікованій раніше моделі формування екологічної компетентності у школярів. Проте наше дослідження обмежене змістом навчального предмету «Біологія» в 6 класі, тому подальші пошуки можуть бути спрямовані на розробку конкретних методичних засобів формування екологічної компетентності в інших класах закладів загальної середньої освіти. Очевидно, в наступних розвідках необхідно враховувати той факт, що кожного року відбувається створення нових модельних програм з біології та поетапний щорічний перехід на їх впровадження в межах реформування освітньої галузі нашої держави. Ця обставина потребує від вчителів корекції своєї сучасної діяльності з врахуванням майбутніх змін освітнього процесу. На нашу думку, результати досліджень з формування екологічної компетентності у здобувачів освіти закладів загальної середньої освіти доцільно використовувати в практичній діяльності вчителям не лише біології, а й інших навчальних дисциплін.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES**

1. Анацька Н. В. (2016). Екологічна освіта : знання і життєво-ціннісні орієнтації сучасної людини : дис. канд. філ. наук. Київ, 220. (Anatska N. (2016) Ecological education: knowledge and life-valued orientations of a modern human: PhD in Philosophy thesis. Kyiv, 220).
2. Біологія. Навчальна програма для 6-9 класів загальноосвітніх навчальних закладів (2017). Режим доступу: <http://mon.gov.ua> > app > 15.biologiya-6-9-klasiv. (Biology. Curriculum for 6-9 grades of general educational establishments) (2017). Retrieved from: <http://mon.gov.ua> > app > 15.biologiya-6-9-klasiv).
3. Державний стандарт базової середньої освіти (2020). Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898>. (The state standard of basic secondary education) (2020). Retrieved from: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898>).
4. Левківська, К. В. (2015). Ціннісні засади діяльності інноваційних загальноосвітніх навчальних закладів України (автореф. дис...канд. пед. наук: 13.00.01). Житомир. (Levkivska, K. (2015). Value orientations of activity of innovative general educational establishments of Ukraine (PhD thesis abstract). Zhytomyr).
5. Лозовська, І. М. (2018). Екологічне виховання старшокласників у процесі профільного навчання в ліцеї-інтернаті (дис. ... канд. пед. наук: 13.00.07. Луцьк. (Losovska, I. (2018). Ecological education of senior pupils in the process of profile training in lyceum-boarding-school (PhD thesis). Lutsk).
6. Толочко, С. (2021). Визначення аксіологічних засад формування екологічної компетентності школярів. Теоретико-методичні проблеми виховання дітей та учнівської молоді, 25(2), 160–172. (Tolochko, S. (2021). Determination of axiology principles of ecological competence forming for pupils. Theoretical-methodological problems of children and students education, 25(2), 160–172).
7. Толочко, С., Бордюг, Н. (2022). Методологічні засади формування екологічної компетентності школярів. Теоретико-методичні проблеми виховання дітей та учнівської молоді, 26(2), 140–152. (Tolochko, S., Bordiug, N. (2022). Methodological principles of ecological competence forming for pupils. Theoretical-methodological problems of children and students education, 26(2), 140–152).

**Moskalenko M. P., Mironets L. P., Torianyk V. M. Formation of environmental competence while studying biology in the 6th grade of general secondary education institutions.**

**Summary.** The article is devoted to the problem of forming one of the eleven key competencies defined in the State Standard of Basic Secondary Education. The purpose of the article is to substantiate the methodological foundations for the formation of students' environmental competence while studying the biology course in the 6th grade of general secondary education. The article notes that in solving this problem it is advisable to rely on the model of the system of forming students' environmental competence. To make the article, the generally accepted research methods (analysis, synthesis, systematization, classification, comparison, and generalization) were used to determine the degree of development of the problem and to analyze the curriculum for general education institutions "Biology 6-9 grades". It has been determined that the main efforts of biology teachers in terms of achieving a certain level of environmental competence of 6th-grade students are aimed at orienting children to realize the importance of sustainable development, readiness to participate in solving environmental problems, and social development. The article identifies the possibilities of the educational content of each topic for the formation of this competence. It is emphasized that a biology teacher needs to convert the various components of the expected learning outcomes into the formation of a personal attitude of students toward a certain group of organisms and awareness of their role in ecosystems. The final result of environmental competence formation is not the sum of knowledge and skills, but changes in the personality, consciousness, attitude to nature, the ability to carry out rational environmental activities in the future, to take an active civic position regarding the violation of ecological balance, the ability to convey one's position to other people, etc. In other words, environmental competence is a certain characteristic of a person's psychological and emotional properties, which are realized in some activities, first in studying and then in protecting nature. In fact, the acquisition of certain biological knowledge is only one of the means of shaping the future characteristics of a person in society. The article determines that the formation of environmental competence is a process that is closely related to the formation of psycho-emotional traits of a person at a young age and does not stop with the end of education.

**Key words:** environmental competence, competence-based approach, educational process, general secondary education institutions, biology curriculum, State Standard of Basic Secondary Education, expected learning outcomes, sustainable development.

УДК 378.147.016:517

DOI 10.5281/zenodo.8026735

**А. М. Нестеренко**

ORCID ID 0000-0002-3070-7440

Черкаський державний технологічний університет

## **ОРГАНІЗАЦІЯ САМОПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ**

У статті висвітлюється питання організації самопідготовки студентів в процесі вивчення курсу вищої математики. У вступі зазначається актуальність поставленої проблеми в сучасних умовах організації навчання студентів. З огляду основних напрямів реформування освітньої системи України, приділяється належна увага організації самостійної роботи студентів, зокрема питанню самопідготовки в процесі вивчення вищої математики.

Аналіз наукових досліджень видатних психологів, методистів, науковців показав, що в їх дослідженнях особистість студента розглядається як головного учасника освітнього процесу, відзначається гостра потреба модернізації системи навчання через диференціацію навчання, яке ґрунтується на створенні сприятливих навчальних умов для всебічного розвитку з різним рівнем підготовки та різними здібностями.

*Мета статті полягає в аналізі організації самопідготовки студентів як складової їх самостійної навчально-пізнавальної діяльності при вивченні вищої математики.*

*У викладі основного матеріалу розкривається сутність самопідготовки як одного із важливих видів діяльності студентів при вивченні вищої математики. Зазначено, що самопідготовка студентів полягає у свідомому досягненні ними поставленої мети за відсутності безпосереднього керівництва з боку викладача, у самостійному вдосконаленні власних знань, навичок і вмінь, необхідних для успішного вивчення курсу з вищої математики і як підсумок – успішне складання іспиту або заліку, а також для подальшого продовження навчання за обраною спеціальністю. Успіху в самопідготовці сприяє: структурований певним чином матеріал, відповідний набір системи запитань і завдань; наявність сучасних засобів навчання, зокрема, персональних комп'ютерів. У статті розкриваються методичні аспекти організації самопідготовки студентів, які полягають в наступному. 1) Успішна організація самостійної діяльності студентів залежить від змісту, що виноситься на самопідготовку. 2) Прояву самостійності студентів після докладних пояснень на лекційних і практичних заняттях сприяє система вправ і завдань, за допомогою яких відбувається так звана повторна самопідготовка. На основі таких завдань вводяться і закріплюються поняття, математичні факти, розкриваються відомості щодо способів діяльності. 3) Ефективність організації самопідготовки студентів при вивченні вищої математики залежить від методів навчання. Організацію самопідготовки у вузівській системі навчання важливо орієнтувати на застосування методів дослідження. 4) Міцному засвоєнню і набуттю запланованих вмінь розв'язувати задачі, розвитку пізнавальної самостійності студентів у процесі розв'язування задач різного рівня складності ефективно сприяє самостійне складання задач самими студентами. 5) Під час організації самопідготовки студентів при вивченні вищої математики бажано як найбільше використовувати системи задач, які мають кілька можливих способів розв'язування (альтернативні задачі). 6) Під час практичних занять викладачу доцільно практикувати так званий “прийом незакінченої діяльності”. 7) Належна самопідготовка неможлива без наявності відповідних засобів навчання, серед яких чільне місце належить навчальним посібникам, збірникам задач. Значне місце в сучасних умовах займають інформаційні технології, які дозволяють створювати такі електронні засоби навчання, які інтегрують властивості практично всіх традиційних засобів. 8) Важливою складовою процесу самопідготовки студентів є перевірка знань, навичок, вмінь учнів, визначення рівня засвоєння ними програмового матеріалу, діагностування і коригування. Оцінка успішності студентів на етапі самопідготовки повинна носити індивідуальний характер.*

*Отже, дидактично виражена організація самопідготовки студентів у вузі при вивченні вищої математики створює сприятливі умови для підвищення навченості, активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів, розвитку в них пізнавальної самостійності, розкриття їх творчого потенціалу.*

**Ключові слова:** самопідготовка, вища математика, студенти, організація, самостійна робота, методи навчання, структурований зміст, система запитань і завдань, засоби навчання, контроль і самоконтроль.

**Постановка проблеми.** На етапі сучасного розвитку суспільства відбувається процес модернізації вищої освіти, що спричинено змінами в економічному і соціальному житті українського народу, підвищенням вимог ринку праці, зростанням трудової мобільності, підготовкою фахівців, здатних працювати у сучасних умовах. Саме тому перед вищою школою постає завдання формування такого висококваліфікованого фахівця, який у майбутньому буде виконувати професійні обов'язки на рівні, належному до вимог сучасності.

Одним із основних напрямів реформування освітньої системи України вважається підвищення вимоги до професійної підготовки майбутніх спеціалістів. Від випускників вищого навчального закладу потрібні не тільки знання теорії, а й високий рівень практичної підготовки.

Добре відомо, як важливо правильно обрати метод роботи, щоб забезпечити високий результат під час навчання у вузі, зокрема, під час вивчення вищої математики. Одним із важливих видів діяльності студентів при вивченні вищої математики є самостійна робота, яка полягає у свідомому досягненні студентами поставленої мети за відсутності безпосереднього керівництва з боку викладача. Успіху в самостійній роботі студента сприяє структурований певним чином матеріал, що супроводжується відповідним набором системи запитань і завдань та наявністю сучасних засобів навчання.

Актуальність статті обумовлена необхідністю розробки і використання в процесі вивчення вищої математики теоретично обґрунтованої методики організації самопідготовки студентів під час їх навчально-пізнавальної діяльності, вдосконалення структури курсу вищої математики з метою розвитку пізнавальної самостійності студентів, їх творчого мислення, максимальної індивідуалізації й диференціації навчального процесу, створення умов для саморозвитку і самонавчання.

**Аналіз актуальних досліджень.** Психологічними особливостями студентів у навчально-пізнавальній діяльності, аспектам рівневого формування вмінь присвячені дослідження Л. С. Виготського, В. В. Давидова, О. М. Леонтьєва, С. Л. Рубінштейна, Н. Ф. Талізінної та ін.. Психолого-педагогічні особливості організації навчання у вищій школі досліджувались у роботах С. І. Архангельського, Ю. К. Бабанського, В. М. Галузінського, С. У. Гончаренко, В. В. Давидова, О. Е. Коваленко, В. А. Сластьоніна, О. М. Смолкіна та ін. В їх дослідженнях особистість студента розглядається як головного учасника освітнього процесу, відзначається гостра потреба модернізації системи навчання через диференціацію навчання, яке ґрунтується на створенні сприятливих навчальних умов для всебічного розвитку з різним рівнем підготовки та різними здібностями.

Особливе значення для обґрунтування теоретичних аспектів сучасної математичної підготовки мають праці Г. П. Бєвза, М. І. Бурди, М. І. Шкіля, Н. М. Шунди та ін. Проблеми організації самостійної навчальної діяльності студентів, їх психологічні, методичні та організаційні сторони розглядаються у працях А. Алексюка, Ю. Бабанського, В. Бондаря, Н. Голівера, В. Козакова, І. Лернера, А. Матюшкіна, П. Підкасистого, Н. Талізінної, Н. Тарасенкової, З. Слєпкань, Л. Спіріна, Л. Суценко, М. Шкіля, М. Юсупової О. Ярошенко та ін..

Р. Г. Лемберг, Т. І. Шамова, Г. І. Щукіна вбачають у самостійності показник активності особистості, її спроможність до пізнавального пошуку. О. М. Матюшкін намагається визначити самостійність як спосіб мислення і діяльності, який проявляється у виконанні завдань на застосування набутих знань та вмінь в конкретних умовах, у спроможності орієнтуватися в новій обстановці, знаходити раціональні прийоми і способи розв'язування різних задач.

Аналіз наукових досліджень свідчить, що належна організація самопідготовки студентів при вивченні вищої математики є невід'ємною складовою навчального процесу вищого навчального закладу

**Метою статті** є аналіз організації самопідготовки студентів як складової їх самостійної навчально-пізнавальної діяльності при вивченні вищої математики.

**Виклад основного матеріалу.** Одним із важливих видів діяльності студентів при вивченні вищої математики є самопідготовка. Вона полягає у свідомому досягненні студентами поставленої мети за відсутності безпосереднього керівництва з боку викладача. Мета самопідготовки студентів полягає у самостійному вдосконаленні власних знань, навичок і вмінь, необхідних для успішного вивчення курсу з вищої математики і як підсумок – успішне складання іспиту або заліку, а також для подальшого продовження навчання за обраною спеціальністю. Успіху в самопідготовці сприяє: структурований певним чином матеріал, відповідний набір системи запитань і завдань; наявність сучасних засобів навчання, зокрема, персональних комп'ютерів.

Успішна організація самостійної діяльності студентів залежить від змісту, що виноситься на самопідготовку. Існує багато програмових питань, що містять математичні тонкощі,

в яких студенти можуть заплутатися. Такі питання потребують втручання викладача. Отже, їх виносити на самопідготовку не варто. Однак, якщо питання, які вивчаються, мають певну аналогію або містять факти, що вже відомі студентам, то є сенс ці питання виносити на самопідготовку. Викладачу доцільно заздалегідь визначити, які з питань виносити на лекційне або практичне заняття, а які запропонувати для самостійного опрацювання.

Наприклад, під час лекційних занять різного виду (класична лекція, евристична бесіда та лекція з елементами евристичної бесіди), в першому семестрі вивчення вищої математики, студентам доцільно виносити для самопідготовки наступне:

- з теми «Функція, властивості та графіки елементарних функцій» (евристична бесіда) на самостійне опрацювання доцільно винести таке питання, як “Геометричні перетворення графіків функцій”. В результаті такої самостійної діяльності студенти набудуть систематизованих знань щодо графіків функцій, їх побудови, узагальнять знання про їх властивості;
- з теми «Границя послідовності» як актуалізацію опорних знань, доцільно запропонувати студентам підготуватись до знаходження суми геометричної прогресії та залежність її суми від знаменника; нагадати відомості щодо многочленів, виконання дій над ірраціональними виразами та ін..
- з теми «Диференціальне числення функції однієї змінної» (класична лекція) можна запропонувати студентам самостійно дібрати відомості щодо питання похідних елементарних функцій й оформити записи у вигляді таблиці, наприклад, у власних довідниках.

Прояву самостійності студентів після докладних пояснень на лекційних і практичних заняттях сприяє система вправ і завдань, за допомогою яких відбувається так звана повторна самопідготовка. На основі таких завдань вводяться і закріплюються поняття, математичні факти, розкриваються відомості щодо способів діяльності. Система запитань складається з таких компонентів, що відрізняються між собою за тією метою, яку переслідує певне запитання. Серед таких запитань розрізняють навчальні й контролюючі. Такі питання і завдання для самопідготовки містяться як структурна складова у розроблених з кожної програмної теми навчально-методичних посібниках. Наприклад, з теми «Невизначений інтеграл» в якості питань і завдань для самопідготовки можна запропонувати наступне:

1. Користуючись формулами диференціального числення, перевірити формули таблиці найпростіших інтегралів.

2. Спираючись на основні властивості невизначеного інтеграла, показати його лінійність, а саме:  $\int [\alpha f(x) + \beta g(x)] dx = \alpha \int f(x) dx + \beta \int g(x) dx$ , де  $\alpha, \beta - const$ .

3. Нехай  $\int f(x) dx = F(x) + C$ . Доведіть, що

$$\int f(ax+b) dx = \frac{1}{a} F(ax+b) + C, \text{ де } a, b, C - const.$$

4. Нехай  $\int f(x) dx = F(x) + C$ . Знайдіть  $d[F(\varphi(x))]$  = ?

5. Нехай  $\int f(x) dx = F(x) + C$ . Користуючись методом підведення під знак диференціала, покажіть, що: 1)  $\int f(x+b) dx = F(x+b) + C$ ;

$$2) \int f(ax) dx = \frac{1}{a} F(ax) + C; 3) \int f(ax+b) dx = \frac{1}{a} F(ax+b) + C.$$

Самостійне виконання студентами таких завдань сприяє міцнішому закріпленню ними математичних понять, фактів, способів діяльності, розвиває прагнення обґрунтовувати власні висновки, спонукає студентів до прояву ініціативи, викликає в них інтерес до теми, яка вивчається.

Ефективність організації самопідготовки студентів при вивченні вищої математики залежить від методів навчання. Організацію самопідготовки у вузівській системі навчання

важливо орієнтувати на застосування методів дослідження. Однак, не варто відкидати репродуктивні методи навчання, на основі яких створюється підґрунтя для подальшої самостійної діяльності студентів. Зокрема, при розв'язуванні прикладних задач, пов'язаних із знаходженням найбільшого або найменшого значення функції, доцільно запропонувати студентам розв'язати систему вправ і задач, які ґрунтуються на відомих способах розв'язування нерівностей методом інтервалів, на відомостях з фізики, геометрії, тощо.

Практика навчання вищої математики у вузі показала, що міцному засвоєнню і набуттю запланованих вмінь розв'язувати задачі, розвитку пізнавальної самостійності студентів у процесі розв'язування задач різного рівня складності ефективно сприяє самостійне складання задач самими студентами. Наприклад, задачі прикладного характеру з теми «Диференціальні рівняння та їх системи». Зокрема, для задач геометричного змісту, доцільно запропонувати студентам завдання на геометричний зміст похідної функції в точці; на залежності між сторонами і кутами в прямокутному трикутнику; на подібність трикутників, тощо.

Така діяльність може мати наступний зміст:

- робота з готовими задачами, у процесі якої студенти виявляють і фіксують особливості побудови формулювання певної задачі, порівнюють різні задачі за їх елементами, знайомляться із задачами, які мають визначений чи невизначений розв'язок;
- робота щодо перетворення задач, коли за основу береться текст готової задачі, змінюються або несуттєві елементи (композиція формулювання задачі, слово або група слів, числові дані), або суттєві (характер однієї–двох залежностей, зазначених в умові, деякі дії у процесі розв'язування);
- складання простих задач, в яких залежність величин, що фігурують у задачі, виражається графічно, таблично, рівнянням тощо.
- створення більш складних задач, коли суттєвим є розподіл цього процесу на окремі етапи.

Однак, як показала практика, ця робота буде ефективною і сприятиме розвитку творчих здібностей студентів, якщо виконуються наступні вимоги: 1) студенти чітко уявляють структуру тієї задачі, яку треба скласти; 2) студенти знайомі з тими життєвими процесами, які мають увійти до сюжету задачі, що складається; 3) викладачем утворені мотиви, які спонукають студентів до складання задач; 4) робота щодо складання задач ведеться систематично у взаємозв'язку з розв'язанням готових задач; 5) робота студентів контролюється і заохочується викладачем.

На нашу думку, організація самостійної діяльності студентів щодо виконання таких завдань розвиває їхнє творче мислення, активізує їх пізнавальну самостійність. Наприклад, самостійне опрацювання і розв'язування студентами певної системи текстових задач способом складання звичайних диференціальних рівнянь різного типу, сприятиме підвищенню активності студентів, що проявлятиметься у прагненні розв'язати задачі не однотипні, із зміненою, завуальованою умовою.

В результаті, розв'язування однотипних задач, що виносяться на самопідготовку у домашніх завданнях, у студентів не буде з'являтися значних утруднень, це сприятиме утворенню у них позитивного емоційного стану, відчуття ситуації успіху, бажанню розв'язати складніші задачі. Як наслідок, організація такої самостійної роботи сприятиме активізації самостійної навчально-пізнавальної діяльності студентів при вивченні вищої математики.

Під час організації самопідготовки студентів при вивченні вищої математики бажано як найбільше використовувати системи задач, які мають кілька можливих способів розв'язування (альтернативні задачі). Для знаходження кількох способів розв'язування певної задачі, необхідним є вміння студентів швидко і легко оперувати змістом, що стосується даних відповідної задачі. Наприклад, інтегрування правильних раціональних

дробів типу  $\int \frac{x dx}{x^4 - 5x^2 + 6}$  можна запропонувати студентам розв'язати як розкладанням на елементарні дроби, так і виділенням у знаменнику повного квадрату і зведення інтеграла до табличного. Також, як приклад, студентам можна запропонувати самостійно, за

допомогою визначеного інтеграла обчислити площу фігури, обмеженої колами  $x^2 + y^2 = 8$ ,  $x^2 + y^2 = 8$ . Цю задачу студенти можуть розв'язати як в прямокутній системі координат, так і в полярній системі.

Зазначимо, що повне звикання студентів до вигляду формулювання певної задачі, його розпізнавання відбувається не тільки за її знаково-символьною оболонкою, але й за способом її розв'язування, особливо, якщо їх декілька. Успіху в цьому найбільше сприяє така організація самопідготовки студентів до практичного заняття, що не спричинює нав'язування стереотипів щодо способів розв'язування певної задачі. Наприклад, студентам доцільно запропонувати дослідити наступні числові ряди за відомими достатніми ознаками і зробити висновок щодо застосування певної ознаки дослідження цих рядів на збіжність: 1)  $\frac{1}{\sqrt[3]{7}} + \frac{1}{\sqrt[3]{8}} + \dots + \frac{1}{\sqrt[3]{n+6}} + \dots$ ;

$$2) \sum_{n=1}^{\infty} \sqrt{n} \ln \left( 1 + \frac{1}{n^2} \right); 3) \frac{1}{3} + \frac{4}{9} + \dots + \frac{n^2}{3^n} + \dots; 4) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} 3^{-2n}; 5) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n+1) \ln(n+1)},$$

У такий спосіб майбутні абітурієнти ще раз повторюють розв'язування задач зазначеного виду і при цьому пізнавальна самостійність учнів може проявитись на найвищому, творчому рівні.

Під час практичних занять викладачу доцільно практикувати так званий “прийом незакінченої діяльності”. Його ідея полягає у тому, що при розв'язуванні деяких задач (особливо тих, що мають велику кількість етапів розв'язування) не доцільно виконувати всі обчислення, а достатньо скласти схему розв'язування задачі без одержання кінцевої відповіді. Потім студентам пропонується у домашньому завданні зробити докладні записи, виконати необхідні перетворення і обчислення на кожному кроці розв'язування задачі. При цьому, у студентів відбувається неусвідомлена систематизація, повторення способу розв'язування певної задачі, всіх кроків одержання її кінцевої відповіді. У домашньому завданні доцільно також запропонувати студентам розв'язати аналогічну задачу або скласти схожу задачу із зміненою умовою. Наприклад, до таких завдань можна запропонувати задачі на обчислення подвійних і потрійних інтегралів у прямокутних декартових координатах.

Під час такої самопідготовки рівень пізнавальної самостійності студентів підвищується, пізнавальна діяльність активізується. Методичний прийом незакінченої діяльності є найбільш ефективним при розв'язуванні задач, коли на практичному занятті не вистачає вдосталь часу для докладного їх розв'язування або продовження розв'язку задачі містить вже відомі факти й практичні дії. Це дає змогу розв'язати на занятті не одну-дві, а чотири-п'ять задач, що сприяє міцнішому закріпленню знань, навичок і вмінь студентів при вивченні певної програмної теми.

Самопідготовка – це індивідуальна робота кожного студента. Результативність такої роботи залежить від набутого ними досвіду, рівня навченості, проявляється у спроможності студентів розв'язувати завдання певного рівня складності. Однак, як показує практика, деякі студенти відчувають значні утруднення під час самопідготовки. Тому вони звертаються за допомогою або порадою до одногрупників. Відтак виникає вже групова форма самопідготовки. Не виключенням є і такі ситуації, коли викладач дає завдання для самопідготовки не індивідуально кожному студенту, а групі студентів. Розв'язування такого завдання нерідко проводяться колективно, студентами однієї групи. Наприклад, під час лекційного або практичного заняття, викладач може винести на самопідготовку завдання: скласти задачу з теми «Неперервність функції в точці» і розв'язати її. Однією із таких задач можна запропонувати задачу дослідження на

неперервність і побудову графіка функції  $f(x) = \begin{cases} A - 4x, & x \leq -\frac{\pi}{4}, \\ \operatorname{tg} x, & -\frac{\pi}{4} < x < \frac{\pi}{4}, \\ \frac{B}{x}, & x \geq \frac{\pi}{4}. \end{cases}$  Ця задача може бути

запропонована всій групі студентів. Під час її розв'язування студентам необхідно було пригадати відповідні теоретичні факти, вміти обчислювати односторонні границі, розв'язувати системи лінійних рівнянь, будувати графіки елементарних функцій. Отже, відбувається спонтанна актуалізація знань. Як правило, такі задачі доцільно застосовувати під час закріплення знань, навичок і вмінь.

Важливе місце в організації самопідготовки студентів належить засобам навчання. Незалежно від лекційних і практичних занять самопідготовка студентів під час вивчення вищої математики може відбуватись автономно, тобто студент самостійно для себе визначає зміст тих питань, які він вважає, треба повторити, вивчити, набути необхідних навичок і вмінь. Така самопідготовка неможлива без наявності відповідних засобів навчання, серед яких чільне місце належить навчальним посібникам, збірникам задач. Особливої уваги потребує структура таких посібників, яка повинна сприяти успішній самопідготовці студентів з усіх тем, передбачених програмою з вищої математики. На нашу думку, структура таких навчально-методичних посібників має відповідати наступним вимогам: теоретичні відомості; приклади застосування певного теоретичного факту (чи їх набору); диференційована система завдань для самостійного розв'язування; система теоретико-практичних запитань і завдань роз'яснювально-уточнюючого характеру; варіанти індивідуальних завдань для самостійної роботи; наприкінці посібника – список рекомендованої літератури.

Зауважимо, що зразки розв'язання прикладів доцільно оформляти у наступний спосіб: запитання з подальшим виконанням дії; дії з подальшим детальним поясненням; система запитань, на які студент може відповісти без допомоги.

Якщо до теми в посібнику розбираються кілька прикладів, то в їх системі доцільно дотримуватись поступового скорочення пояснень, а саме: перший приклад важливо розв'язати з якомога більшими поясненнями до всіх дій, що виконуються; демонструючи розв'язання другого прикладу, зробити лише деякі пояснення щодо дій, які виконуються; третій приклад доцільно розв'язати стисло, без пояснень, щоб студенти самостійно міркували над кроками розв'язування, спираючись на розв'язання попередніх прикладів.

Навчальні посібники для самопідготовки студентів при вивченні вищої математики мають обов'язково містити матеріал тих тем, які виносяться на лекційні заняття. Відтак у студентів з'являється можливість порівняти, зіставити, розширити теоретичні відомості, які викладались на лекційному занятті. Відомо, що двічі почуті відомості з теми, яка вивчається, надає учням більше можливостей оволодіти цим матеріалом.

Значне місце в сучасних умовах займають інформаційні технології, які дозволяють створювати такі електронні засоби навчання, які інтегрують властивості практично всіх традиційних засобів, використовують, коригують і зберігають досвід, що міститься в інформаційних середовищах, обмінюються ними, поєднують досягнення педагогічних та інформаційних технологій, мінімізують витрати на навчання.

Важливою складовою процесу самопідготовки студентів є перевірка знань, навичок, вмінь учнів, визначення рівня засвоєння ними програмового матеріалу, діагностування і коригування. Оцінка успішності студентів на етапі самопідготовки повинна носити індивідуальний характер. Така форма контролю полягає в тому, що кожен студент виконує самостійно індивідуальні завдання, варіанти яких пропонує викладач. Проводити контроль під час самопідготовки доцільно за допомогою розрахунково-графічних робіт, завдання для яких розроблені викладачами. Терміни подання звіту про виконання таких робіт визначає викладач (як правило, після того, як закінчилось вивчення кількох тем).

Під час навчання вищої математики система контролю може містити наступні види роботи: традиційні – відповіді студентів на практичних заняттях, контрольні роботи, захист

розрахунково-графічних робіт; і нетрадиційні – захист опорного конспекту, самостійно виконаного завдання, моделювання і самостійне складання задач. Епідеміологічні й соціальні мови навчання студентів у вузі не завжди дозволяють здійснити контроль і оцінювання знань на кожному практичному занятті, тому виникла потреба звернутися до модульно-рейтингової системи навчання і рейтингової форми оцінювання знань. Відтак у результаті вивчення певного модуля програмового матеріалу студентам надається можливість виконати самостійну роботу (відповідно до навчального плану) і захистити її. Рейтингова оцінка знань студентів дозволяє враховувати всі аспекти виконаної навчально-пізнавальної діяльності, а саме: ступінь самостійності студентів, активність, раціональний підхід до розв'язування завдань, прояв елементів дослідництва, якісне виконання домашніх завдань, відповіді на практичних заняттях тощо. За деякі види роботи (за умови якісного і своєчасного виконання) студентам нараховувались заохочувальні бали. Підсумовування балів у результаті рейтингу надавало можливість студентам здійснити самооцінку власних знань, навичок і вмінь та звернути увагу на прогалини у знаннях.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** У процесі організації самопідготовки при вивченні вищої математики, студенти мають цілеспрямовано здійснювати вмотивований підхід до навчального процесу, проявляти значно більшу самостійність, вміння враховувати і розподіляти час, оптимально організувати роботу в успішному вивченні курсу з вищої математики. Студент також повинен мати чітке уявлення про те, яку допомогу в самостійній роботі йому може надати викладач, має здійснюватися контроль над цією роботою і звіт за нею. Студент повинен чітко розуміти, що йому потрібно робити і як це робити в систематичному, практично щоденному, самостійному пошуку знань. Цей процес повинен захоплювати студента завдяки успішній організації, для чого самостійну роботу слід правильно структурувати.

Отже, дидактично виважена організація самопідготовки студентів у вузі при вивченні вищої математики створює сприятливі умови для підвищення навченості, наукованості й активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів, розвитку в них пізнавальної самостійності, розкриття їх творчого потенціалу.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES**

1. Закон України «Про внесення змін і доповнень до закону Української РСР “Про освіту”» (1996). Київ : Генеза. (Law of Ukraine "On Amendments and Supplements to the Law of the Ukrainian SSR "On Education"" (1996). Kyiv: Genesis).
2. Бевз, Г. П. (1989). Методика викладання математики: Навчальний посібник. Київ : Вища школа. (Bevz, H. P. (1989). Methods of teaching mathematics: Study guide. Kyiv: Vyshcha shkola).
3. Організація навчально-виховного процесу за лекційно-практичною системою навчання (1989). Методичні рекомендації на допомогу вчителям математики середніх шкіл та студентам фізико-математичного факультету. Черкаси. (Organization of the educational process according to the lecture-practical teaching system (1989). Methodical recommendations to help secondary school mathematics teachers and students of the Faculty of Physics and Mathematics. Cherkasy).
4. Освітні технології : Навчально-методичний посібник, О. М. Пехота, А. З. Кіктенко, О. М. Любарська та ін. О. М. Пехота (ред.). (2001). Київ : А. С. К. (Educational technologies: Educational and methodical manual, O. M. Pehota, A. Z. Kiktenko, O. M. Lyubarska and others. O. M. Pehota (Ed.). (2001). Kyiv : A. S. K.).
5. Пометун, О. І., Пироженко, Л. В. (2004). Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання : Науково-методичний посібник, О. І. Пометун (ред.). Київ : А. С. К. (Pometun, O. I., Pyrozhenko, L. V. (2004). A modern lesson. Interactive learning technologies: Scientific and methodological manual, O. I. Pometun (Ed.). Kyiv : A. S. K.).
6. Психологія : Підручник, Ю. Л. Трофімов, В. В. Рибалка, П. А. Гончарук та ін., Ю. Л. Трофімова (ред.). (1999). Київ : Либідь. (Psychology: Textbook, Yu. L. Trofimov, V. V. Rybalka, P. A. Honcharuk, etc., Yu. L. Trofimova (ed.). (1999). Kyiv: Lybid).

7. Слєпкань, З. І. (2000). Наукові засади педагогічного процесу у вищій школі. Київ : НПУ. (Slyepkan', Z. I. (2000). Scientific foundations of the pedagogical process in higher education. Kyiv : NPU).
8. Тарасенкова, Н. А. (2002). Використання знаково-символьних засобів у навчанні математики. Монографія. Черкаси : Відлуння-Плюс. (Tarasenkova, N. A. (2002). The use of signs and symbols in teaching mathematics. Monograph. Cherkasy: Vidlunnia-Plus).

**Nesterenko A. N. Organization of self-training of students in the process of studying higher mathematics**

**Summary.** *The article highlights the issue of organizing students' self-training in the process of studying a higher mathematics course. The introduction notes the relevance of the problem in modern conditions of the organization of student education. Considering the main directions of reforming the educational system of Ukraine, due attention is paid to the organization of students' independent work, in particular to the issue of self-training in the process of studying higher mathematics.*

*The analysis of scientific research by prominent psychologists, methodologists, and scientists showed that in their research the personality of the student is considered as the main participant in the educational process, there is an urgent need to modernize the education system through the differentiation of education, which is based on the creation of favorable educational conditions for comprehensive development with different levels of training and different abilities.*

*The purpose of the article is to analyze the organization of students' self-training as a component of their independent educational and cognitive activity when studying higher mathematics.*

*The presentation of the main material reveals the essence of self-training as one of the important activities of students when studying higher mathematics. It is noted that self-training of students consists in the conscious achievement of the goal set by them in the absence of direct guidance from the teacher, in the independent improvement of their own knowledge, skills and abilities necessary for successful study of a course in higher mathematics and as a result – successful passing of an exam or credit, as well as for the further continuation of studies in the chosen specialty. Success in self-training is facilitated by: material structured in a certain way, a suitable set of questions and tasks; availability of modern teaching aids, in particular, personal computers. The article reveals the methodical aspects of organizing students' self-training, which are as follows. 1) The successful organization of students' independent activities depends on the content presented for self-training. 2) The manifestation of students' independence after detailed explanations in lectures and practical classes is facilitated by a system of exercises and tasks, with the help of which the so-called repeated self-training takes place. On the basis of such tasks, concepts, mathematical facts are introduced and consolidated, and information about methods of activity is revealed. 3) The effectiveness of the organization of self-training of students in the study of higher mathematics depends on the teaching methods. It is important to focus the organization of self-training in the university education system on the application of research methods. 4) Strong assimilation and acquisition of planned skills to solve problems, development of cognitive students' independence in the process of solving problems of different levels of complexity is effectively facilitated by independent formulation of problems by the students themselves. 5) During the organization of self-training of students in the study of higher mathematics, it is desirable to use systems of problems that have several possible solutions (alternative problems) as many as possible. 6) During practical classes, it is advisable for the teacher to practice the so-called "reception of unfinished activities". 7) Proper self-training is impossible without the availability of appropriate teaching aids, among which a prominent place belongs to training manuals and problem books. A significant place in modern conditions is occupied by information technologies, which make it possible to create such electronic learning tools that integrate the properties of almost all traditional tools. 8) An important component of the process of self-training of students is the examination of students' knowledge, skills, abilities, determination of the level of assimilation of the program material, diagnosis and correction. Assessment of students' success at*

the stage of self-training should be individual in nature. So, the didactically balanced organization of students' self-training in the university when studying higher mathematics creates favorable conditions for improving learning, activating the educational and cognitive activity of students, developing their cognitive independence, and revealing their creative potential.

**Key words.** Self-training, higher mathematics, students, organization, independent work, teaching methods, structured content, system of questions and tasks, teaching aids, control and self-control.

УДК [378.016:517]:581

DOI 10.5281/zenodo.8028498

А. І. Римар

ORCID ID 0000-0001-9077-236X

В. В. Корольський

ORCID ID 0000-0002-7409-4201

Криворізький державний педагогічний університет

## ГЕОМЕТРИЧНА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ЧИСЛОВИХ РЯДІВ, ПОВ'ЯЗАНИХ РОСЛИНАМИ-СИМВОЛАМИ УКРАЇНИ

*Метою дослідження є процес генерування числових рядів, геометрична інтерпретація яких є елементом рослинної символіки України. Об'єктом дослідження є числові ряди. Предмет дослідження – отримання загальних членів рядів внаслідок використання їх геометричної інтерпретації; визначення збіжності сформованих рядів і розрахунок їх суми.*

*Результати дослідження: вирішена сукупність задач по створенню числового ряду з візуалізацією його членів методом застосування геометричних інтерпретацій; виконано дослідження одержаних рядів на збіжність; розглянуті можливості використання міжпредметних зв'язків при генерації числових рядів, заснованих на різноманітних геометричних інтерпретаціях; стало відомо, що використані алгоритми отримання рядів можуть бути застосовані в ході інтегрованих уроків алгебри, геометрії та інших дисциплін в старшій школі, на факультативах, математичних гуртках, курсах з підвищення кваліфікації, математичних тижнях та схожих заходах; представлені основи здійснення дидактичного принципу наочності під час вивчення розділу «Ряди» здобувачами вищої освіти математичних спеціальностей.*

*Порекомендовано задачі на побудову та дослідження на збіжність числових рядів, пов'язаних з рослинною символікою України. Аргументовано використання запропонованого підходу протягом вивчення математичного аналізу майбутніми вчителями математичних дисциплін. Певною мірою задачі можуть бути використані при вивченні математики в старшій школі, на факультативних заняттях, математичних гуртках, курсах підвищення кваліфікації, інтегрованих уроках, тижнях математики та подібних заходах, заняттях з математичних дисциплін у різних закладах вищої освіти.*

*Надалі нами будуть проведені дослідження генерації числових рядів, геометрична інтерпретація яких пов'язана із застосуванням різних об'єктів побуту та довкілля.*

**Ключові слова:** числовий ряд, геометрична інтерпретація, рослини-символи України, генерування числових рядів, математичний аналіз, здобувачі вищої освіти, освітній процес, математичні спеціальності.

**Постановка проблеми.** Ряди є одним з основних розділів сучасного математичного аналізу, вивчення якого в процесі підготовки вчителів математики вважається фундаментальною компонентою. Але при цьому слід зазначити, що в задачниках з математичного аналізу для дослідження рядів на збіжність пропонуються різні ряди, члени яких мають виключно формальний зміст і не відображають зв'язок між іншими

математичними дисциплінами та оточуючим світом. Відсутні розробки завдань, спрямованих на здійснення патріотичного виховання, виховання дбайливого ставлення до довкілля, зокрема природи рідного краю. Тому дослідження візуалізації членів числових рядів за допомогою різних геометричних моделей рослин-символів України мають актуальне практичне значення.

**Аналіз актуальних досліджень.** Розвитком теорії рядів займалися такі відомі науковці, як Л. Ейлер, Ж. Л. Д'Аламбер, О. Л. Коші, Е. Е. Кумер, Г. Раабе, П. Менгорі, Я. Бернуллі та інші.

За останні роки проблемі необхідності використання геометричної інтерпретації при вивченні числових рядів присвячений ряд публікацій Корольського В. В. [2; 4; 5; 6; 7], пов'язаних із відомими (класичними) числовими рядами:  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}$ ,  $\sum_{n=1}^{\infty} ag^{n-1}$ ,  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{n+1}$  тощо. Також у цьому напрямі працювали Бобирь В. Д. [1], Габ С. С. [7], Комарова А. А., Няньчук В. В. та Примакова О. Ю., Романова А. М., Христюк А. М. [10; 11].

Напряму, пов'язаному із генерацією числових рядів за допомогою геометричних моделей державної символіки, об'єктів флори, які є символами України, спорту, продуктів харчування, інших об'єктів побуту та довкілля були присвячені публікації Римар А. І. [3; 8; 9].

**Мета статті** – представити результати дослідження числових рядів, геометричні інтерпретації яких пов'язані з рослинами-символами України.

**Виклад основного матеріалу.** На нашу думку, вивчення числових рядів варто починати на рівні геометричних образів членів ряду. Тому надалі пропонується до розгляду зображення рослин-символів України та виконується побудова різних числових рядів із застосуванням геометричної інтерпретації. Також представлено результати дослідження їх на збіжність [3; 8; 9].

**Задача.** Скласти числовий ряд площ криволінійних трапецій, що мають форму соняшника, вписаних у квадрат зі стороною  $a_n = \frac{d_n}{4}$ , де  $d_n$  – довжина діагоналі  $n$ -го квадрата. Дослідити цей ряд на збіжність.

Використаємо зображення соняшника, вписаного у квадрат зі стороною 1 одиниця довжини. На рис. 1 розглядаємо геометричні інтерпретації ряду із застосуванням аналітичних задань одержаних у ході написання кваліфікаційної роботи функцій, представлених в таблиці 1.

Таблиця 1

Вихідні дані

| №  | Функція                                     | Проміжок            |
|----|---------------------------------------------|---------------------|
| 1  | $y = \sqrt{0,05x} + 0,35$                   | $x \in (0; 0,2)$    |
| 2  | $y = 1,25x^2 - x + 0,35$                    | $x \in (0; 0,4)$    |
| 3  | $y = \sqrt{-\frac{x - 0,35}{60}} + 0,4$     | $x \in (0,2; 0,35)$ |
| 4  | $y = \sqrt{-1,25(x - 0,4)} + 0,15$          | $x \in (0,35; 0,4)$ |
| 5  | $y = \sqrt{0,2x - 0,1} + 0,2$               | $x \in (0,5; 0,7)$  |
| 6  | $y = -\sqrt{0,05x - 0,025} + 0,2$           | $x \in (0,5; 0,7)$  |
| 7  | $y = -1,25x^2 + 1,75x - 0,2125$             | $x \in (0,7; 0,9)$  |
| 8  | $y = 1,25x^2 - 1,75x + 0,7125$              | $x \in (0,7; 0,9)$  |
| 9  | $y = \sqrt[3]{\frac{x - 0,95}{400}} + 0,2$  | $x \in (0,9; 1)$    |
| 10 | $y = -\sqrt[3]{\frac{x - 0,95}{400}} + 0,3$ | $x \in (0,9; 1)$    |

|    |                        |                     |
|----|------------------------|---------------------|
| 11 | $y = -20x^2 + 20x - 4$ | $x \in (0,45; 0,5)$ |
| 12 | $y = 0,95$             | $x \in (0,45; 0,5)$ |

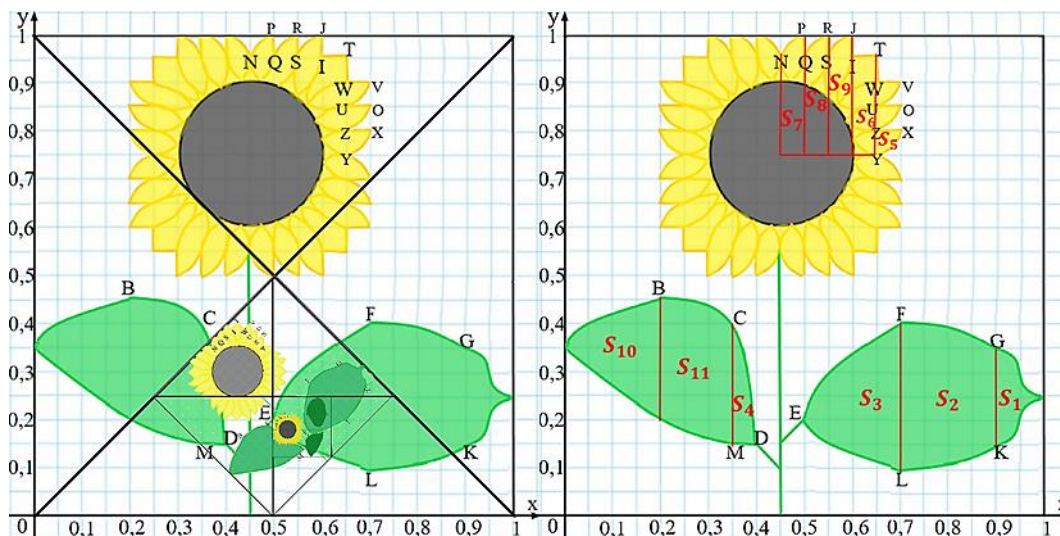


Рис. 1. Геометрична інтерпретація ряду «соняшників» з розбиттям криволінійної трапеції на фрагменти.

Знайдемо площу «соняшника». Вона обмежена різними графіками функцій. Тож, умовно розіб'ємо її прямими на менші площі. Обчислимо їх та знайдемо суму. Вона і буде площею шуканої криволінійної трапеції.

Площа  $S_1$  обмежена графіками функцій:  $x = 0,9$ ,  $x = 1$ ,  
 $y = \sqrt[3]{\frac{x-0,95}{400}} + 0,2$ ,  $y = -\sqrt[3]{\frac{x-0,95}{400}} + 0,3$ .

$$S_1 = \int_{0,9}^1 \left( -\sqrt[3]{\frac{x-0,95}{400}} + 0,3 - \left( \sqrt[3]{\frac{x-0,95}{400}} + 0,2 \right) \right) dx = 0,01$$

Решту площ можна обчислити за аналогічним алгоритмом із певними особливостями. В результаті отримано:  $S_{\text{соняшника}} = 0,38$  кв. од.

Площа кожної криволінійної трапеції у формі соняха становить  $0,38$  площі квадрата. Послідовність площ квадратів відома:  $S_1 = 1$ ,  $S_2 = \frac{1}{2^3}$ ,  $S_3 = \frac{1}{2^6}$ , ...,  $S_n = \frac{1}{2^{3(n-1)}}$ . Тож, можна легко отримати послідовність площ соняхів.

Одержано ряд виду:  $\sum_{n=1}^{\infty} S_{n \text{ соняшника}} = \sum_{n=1}^{\infty} 0,38 \cdot \frac{1}{2^{3(n-1)}}$

Дослідимо його на збіжність.

Спочатку перевіримо виконання необхідної умови:

$\lim_{n \rightarrow \infty} S_{n \text{ соняшника}} = \lim_{n \rightarrow \infty} 0,38 \cdot \frac{1}{2^{3(n-1)}} = 0$  – необхідна умова виконується, а тому ряд площ «соняшників» може бути збіжним.

Дослідимо ряд на збіжність за ознакою Д'Аламбера. Для цього запишемо:  $S_{n+1} = \frac{0,38}{2^{3n}}$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{S_{n+1}}{S_n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2^{3n-3}}{2^{3n}} = \frac{1}{2^3} < 1 \text{ – ряд площ «соняшників» збіжний.}$$

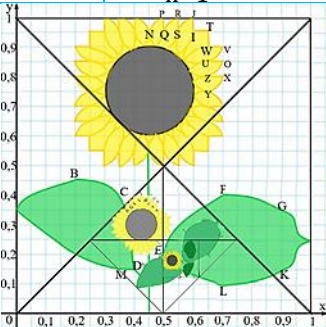
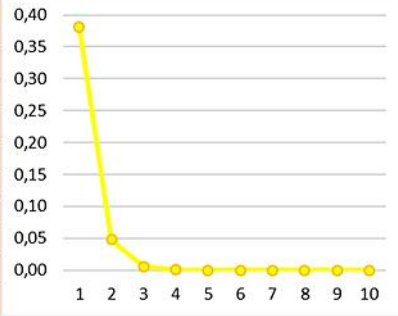
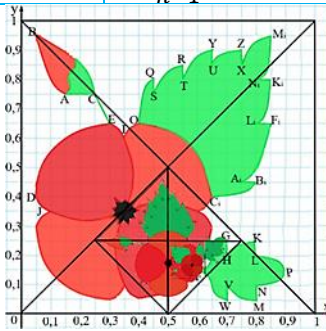
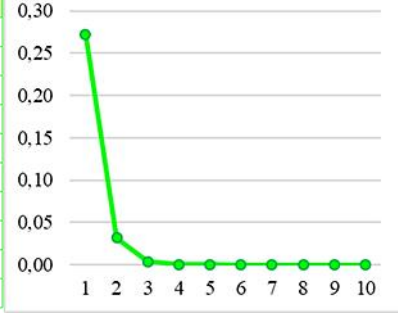
Ряд, отриманий нами – ряд геометричної прогресії,  $S_1 \text{ соняшника} = 0,38$ ,  $q = \frac{1}{2^3}$ .

Обчислимо суму членів ряду:  $S = \frac{S_1 \text{ соняшника}}{1-q} = 0,38 \cdot \frac{1}{1-\frac{1}{8}} = 0,43524$ .

За аналогічним алгоритмом були отримані такі ряди площ різноманітних об'єктів флори України: соняшника, маку, мальви, колосків пшениці, кленових листків та барвінку. У таблиці 2 представлені результати дослідження рядів соняшників та квітів маку.

Таблиця 2

Результати дослідження рядів соняшників та квітів маку

| Об'єкт    | Скр                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Сігма-модель<br>ряда                        | Сума ряда | Збіжність,<br>розбіжність | Рівень складності<br>задачі |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------|---------------------------|-----------------------------|-----------|---------------|---|---------------|---|---------------|---|---------------|---|---------------|---|---------------|---|---------------|---|---------------|---|---------------|---|---------------|----|
| Соняшник  | 0,38                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3,046}{2^{3n}}$  | 0,43524   | Збіжний                   | III                         |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
|           | <div><div></div><div><table><tr><th>п-ий член</th><th>Частинні суми</th></tr><tr><td>1</td><td>0,38075000000</td></tr><tr><td>2</td><td>0,04759375000</td></tr><tr><td>3</td><td>0,00594921875</td></tr><tr><td>4</td><td>0,00074365234</td></tr><tr><td>5</td><td>0,00009295654</td></tr><tr><td>6</td><td>0,00001161957</td></tr><tr><td>7</td><td>0,00000145245</td></tr><tr><td>8</td><td>0,00000018156</td></tr><tr><td>9</td><td>0,00000002269</td></tr><tr><td>10</td><td>0,00000000284</td></tr></table></div><div></div></div>   |                                             |           |                           |                             | п-ий член | Частинні суми | 1 | 0,38075000000 | 2 | 0,04759375000 | 3 | 0,00594921875 | 4 | 0,00074365234 | 5 | 0,00009295654 | 6 | 0,00001161957 | 7 | 0,00000145245 | 8 | 0,00000018156 | 9 | 0,00000002269 | 10 |
| п-ий член | Частинні суми                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |           |                           |                             |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 1         | 0,38075000000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |           |                           |                             |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 2         | 0,04759375000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |           |                           |                             |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 3         | 0,00594921875                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |           |                           |                             |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 4         | 0,00074365234                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |           |                           |                             |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 5         | 0,00009295654                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |           |                           |                             |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 6         | 0,00001161957                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |           |                           |                             |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 7         | 0,00000145245                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |           |                           |                             |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 8         | 0,00000018156                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |           |                           |                             |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 9         | 0,00000002269                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |           |                           |                             |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 10        | 0,00000000284                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |           |                           |                             |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| Мак       | 0,53342                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{4,2674}{2^{3n}}$ | 0,61      | Збіжний                   | III                         |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
|           | <div><div></div><div><table><tr><th>п-ий член</th><th>Частинні суми</th></tr><tr><td>1</td><td>0,27250000000</td></tr><tr><td>2</td><td>0,03146875000</td></tr><tr><td>3</td><td>0,00393359375</td></tr><tr><td>4</td><td>0,00049169922</td></tr><tr><td>5</td><td>0,00006146240</td></tr><tr><td>6</td><td>0,00000768280</td></tr><tr><td>7</td><td>0,00000096035</td></tr><tr><td>8</td><td>0,00000012004</td></tr><tr><td>9</td><td>0,00000001501</td></tr><tr><td>10</td><td>0,00000000188</td></tr></table></div><div></div></div> |                                             |           |                           |                             | п-ий член | Частинні суми | 1 | 0,27250000000 | 2 | 0,03146875000 | 3 | 0,00393359375 | 4 | 0,00049169922 | 5 | 0,00006146240 | 6 | 0,00000768280 | 7 | 0,00000096035 | 8 | 0,00000012004 | 9 | 0,00000001501 | 10 |
| п-ий член | Частинні суми                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |           |                           |                             |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 1         | 0,27250000000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |           |                           |                             |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 2         | 0,03146875000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |           |                           |                             |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 3         | 0,00393359375                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |           |                           |                             |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 4         | 0,00049169922                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |           |                           |                             |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 5         | 0,00006146240                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |           |                           |                             |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 6         | 0,00000768280                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |           |                           |                             |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 7         | 0,00000096035                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |           |                           |                             |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 8         | 0,00000012004                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |           |                           |                             |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 9         | 0,00000001501                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |           |                           |                             |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 10        | 0,00000000188                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                             |           |                           |                             |           |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |

У таблиці 3 представлені результати дослідження рядів мальв та колосків пшениці.

Таблиця 3

Результати дослідження рядів мальв та колосків пшениці

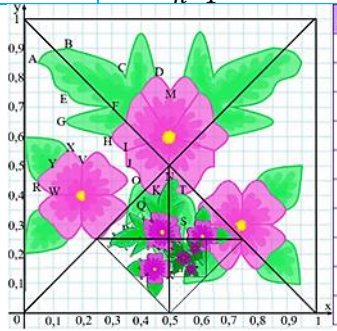
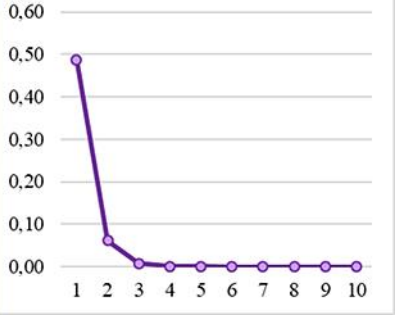
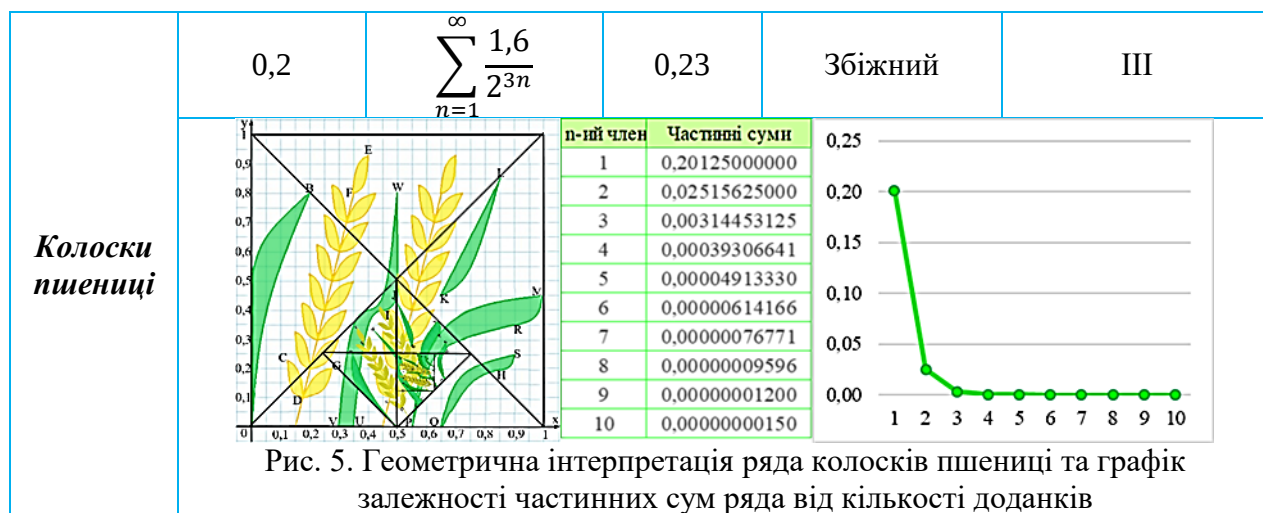
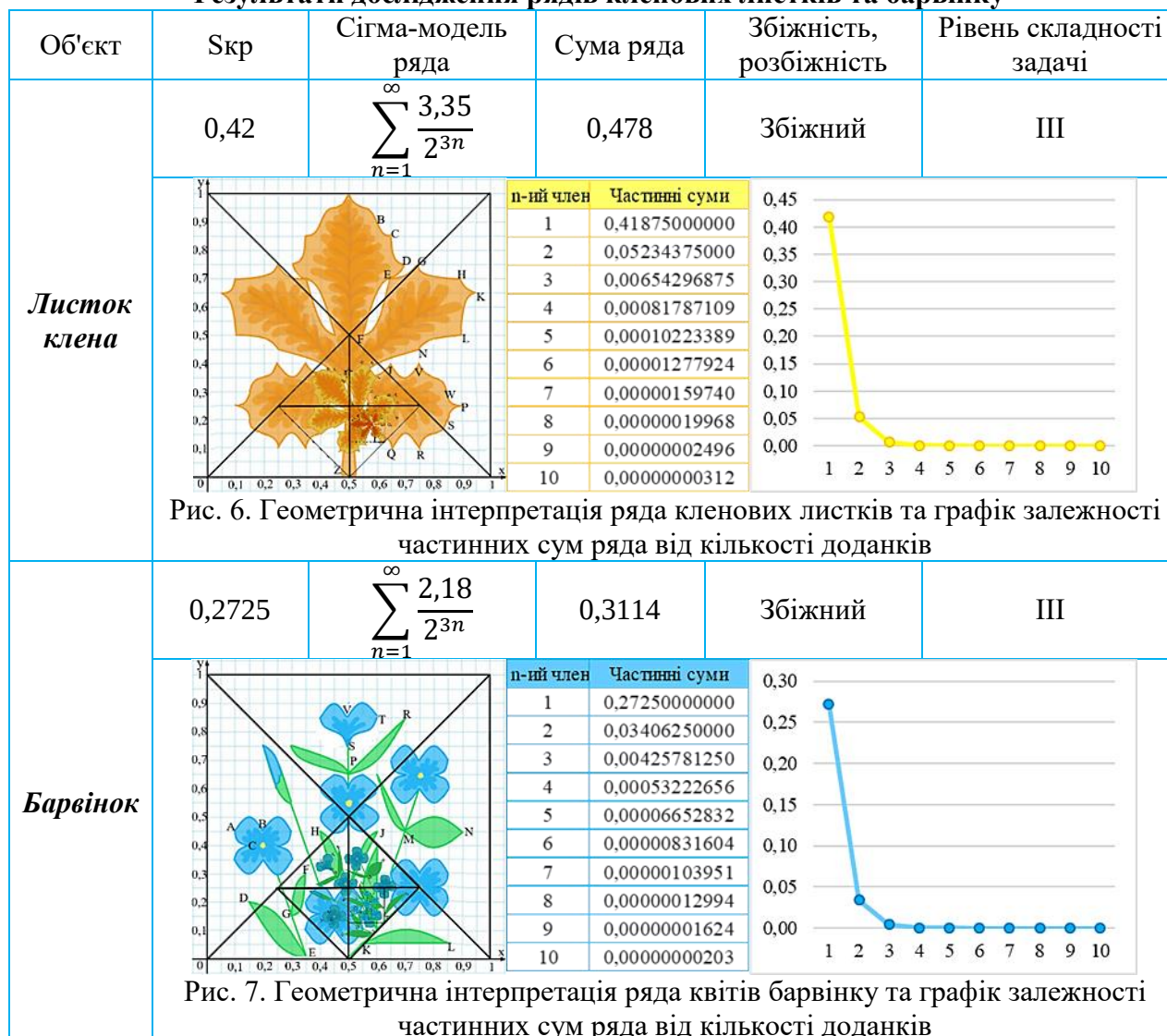
| Об'єкт    | Скр                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Сігма-модель<br>ряду                     | Сума ряду | Збіжність,<br>розбіжність | Рівень складності<br>задачі |           |               |   |              |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------|---------------------------|-----------------------------|-----------|---------------|---|--------------|---|---------------|---|---------------|---|---------------|---|---------------|---|---------------|---|---------------|---|---------------|---|---------------|----|
| Мальви    | 0,488                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3,9}{2^{3n}}$ | 0,5575    | Збіжний                   | III                         |           |               |   |              |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
|           | <div><div></div><div><table><tr><th>п-ий член</th><th>Частинні суми</th></tr><tr><td>1</td><td>0,4875000000</td></tr><tr><td>2</td><td>0,06093750000</td></tr><tr><td>3</td><td>0,00761718750</td></tr><tr><td>4</td><td>0,00095214844</td></tr><tr><td>5</td><td>0,00011901855</td></tr><tr><td>6</td><td>0,00001487732</td></tr><tr><td>7</td><td>0,00000185966</td></tr><tr><td>8</td><td>0,00000023246</td></tr><tr><td>9</td><td>0,00000002906</td></tr><tr><td>10</td><td>0,00000000363</td></tr></table></div><div></div></div> |                                          |           |                           |                             | п-ий член | Частинні суми | 1 | 0,4875000000 | 2 | 0,06093750000 | 3 | 0,00761718750 | 4 | 0,00095214844 | 5 | 0,00011901855 | 6 | 0,00001487732 | 7 | 0,00000185966 | 8 | 0,00000023246 | 9 | 0,00000002906 | 10 |
| п-ий член | Частинні суми                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                          |           |                           |                             |           |               |   |              |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 1         | 0,4875000000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                          |           |                           |                             |           |               |   |              |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 2         | 0,06093750000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                          |           |                           |                             |           |               |   |              |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 3         | 0,00761718750                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                          |           |                           |                             |           |               |   |              |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 4         | 0,00095214844                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                          |           |                           |                             |           |               |   |              |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 5         | 0,00011901855                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                          |           |                           |                             |           |               |   |              |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 6         | 0,00001487732                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                          |           |                           |                             |           |               |   |              |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 7         | 0,00000185966                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                          |           |                           |                             |           |               |   |              |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 8         | 0,00000023246                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                          |           |                           |                             |           |               |   |              |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 9         | 0,00000002906                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                          |           |                           |                             |           |               |   |              |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |
| 10        | 0,00000000363                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                          |           |                           |                             |           |               |   |              |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |   |               |    |

Рис. 4. Геометрична інтерпретація ряду мальв та графік залежності частинних сум ряду від кількості доданків



Результати дослідження рядів кленових листків та барвінку представлені в таблиці 4.  
Таблиця 4

Результати дослідження рядів кленових листків та барвінку



**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Проведене дослідження довело, що геометричні інтерпретації допомагають у сприйнятті навчального матеріалу, поглибленні знань, впровадженні нестандартного, компетентнісного, різнорівневого

підходів, міжпредметних зв'язків, зв'язків з життям, родом зайнятості та іншими темами курсу математики при вивченні числових рядів.

Порекомендовано задачі на побудову та дослідження на збіжність числових рядів, пов'язаних з рослинною символікою України. Аргументовано використання запропонованого підходу протягом вивчення математичного аналізу майбутніми вчителями математичних дисциплін. Одержані результати дослідження були використані при проведенні виховних заходів та занять у ВСП КФК ДУЕТ. Певною мірою задачі можуть бути використані при вивченні математики в старшій школі, на факультативних заняттях, математичних гуртках, курсах підвищення кваліфікації, інтегрованих уроках, тижнях математики та подібних заходах, заняттях з математичних дисциплін у різних закладах вищої освіти.

Надалі нами будуть проведені дослідження генерації числових рядів, геометрична інтерпретація яких пов'язана із застосуванням різних об'єктів побуту та довкілля. Зокрема, буде розв'язано задачі про числові ряди, пов'язані з рідкісними представниками фавни, математичними трояндами Гвідо-Гранді тощо.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES**

1. Бобирь, В. Д., Христюк, А. М., Корольський В. В. (2019). Реалізація дидактичного принципу наочності при вивченні числових рядів. Молоді вчені 2019 – від теорії до практики: X Міжнародна конференція молодих вчених (Дніпро, 7 березня 2019 р.). Дніпро, 2019. (сс. 249–252). (Bobyry, V. D., Hrystiuk, A. M., Korolskiy, V. V. (2019). Implementation of the didactic principle of visuality in the study of number series. Young scientists 2019 – from theory to practice: X International conference of young scientists (Dnipro, March 7, 2019). Dnipro, 2019. (pp. 249–252).
2. Корольський, В. В. (2017). Геометрична інтерпретація числових рядів. Новітні комп'ютерні технології: науково-методичний збірник, С. О. Семеріков (ред.). Кривий Ріг, XV, 57–63. (Korolskiy, V. V. (2017). Geometric interpretation of numerical series. Latest computer technologies: scientific and methodical collection, S. O. Semerikov (Ed.). Kryvyi Rih, XV, 57–63).
3. Корольський, В. В., Римар, А. І. (2022). Геометрична інтерпретація числових рядів, пов'язаних з державною символікою. Актуальні питання природничо-математичної освіти: збірник наукових праць. Суми, 2(20), 29–38. (Korolskiy, V. V., Rymar, A. I. (2022). Geometric interpretation of numerical series associated with state symbols. Topical issues of natural and mathematical education: a collection of scientific papers. Sumy, 2(20), 29–38).
4. Корольський, В. В. (2018). Геометрична інтерпретація числового ряду арифметичної прогресії. Новітні комп'ютерні технології: науково-методичний збірник, С. О. Семеріков (ред.). Кривий Ріг, XVI, 59–66. (Korolskiy, V. V. (2018). Geometric interpretation of a numerical series of arithmetic progression. Latest computer technologies: scientific and methodical collection, S. O. Semerikov (Ed.). Kryvyi Rih, XVI, 59–66).
5. Корольський, В. В., Габ, С. С. (2018). Лінійна, квадратурна та кубатурна геометрична інтерпретація числових рядів засобами моделювання. Новітні комп'ютерні технології: науково-методичний збірник, С. О. Семеріков (ред.). Кривий Ріг, XVI, 67–73. (Korolskiy, V. V., Gab, S. S. (2018). Linear, quadrature and cuboidal geometric interpretation of numerical series by means of modeling. Latest computer technologies: scientific and methodical collection, S. O. Semerikov (Ed.). Kryvyi Rih, XVI, 67–73).
6. Корольський, В. В., Шокалюк, С. В., Мельниченко, Ю. А. (2018). Теоретико-методичні засади геометричного моделювання числових рядів. Фізико-математична освіта, 4(18), 81–89. (Korolskiy, V. V., Shokaliuk, S. V., Melnychenko Y. A. Theoretical and methodological foundations of geometric modeling of numerical series. Physics and Mathematics Education, 4(18), 81–89).
7. Корольський, В. В., Габ, С. С. (2018). Числові ряди, які пов'язані з параметрами додекаедра. Вісник міжнародного дослідницького центру «Людина: мова, культура,

- пізнання» : науковий журнал, В. В. Корольський (ред.). Кривий Ріг, 42, 39–45. (Korolskiy, V. V., Gab, S. S. (2018). Numerical series related to the parameters of the dodecahedron. Bulletin of the International Research Center "Man: Language, Culture, Cognition" : scientific journal, V. V. Korolskiy (Ed.). Kryvyi Rih, 42, 39–45).
8. Рymar, А. І. (2022). Генерація і дослідження числових рядів із застосуванням квадратури проєкцій різноманітних об'єктів: кваліфікаційна робота ступеня вищої освіти магістр, спеціальності 01404 середня освіта (математика), В. В. Корольський (наук. кер.). Кривий Ріг. (Rymar, A. I. (2022). Generation and study of numerical series using the quadrature of projections of various objects: qualification work for higher education degree Master, specialty 01404 secondary education (mathematics), V. V. Korolskiy (sc. superv.). Kryvyi Rih).
  9. Рymar, А. І. (2022). Геометрична інтерпретація числових рядів, пов'язаних з об'єктами флори. Наукові записки молодих учених, випуск 10. Кропивницький: ПБВ ЦДПУ ім. В. Винниченка. Режим доступу: <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/SNYS/article/view/1968/pdf>. (Rymar, A. I. (2022). Geometric interpretation of numerical series associated with flora objects. Scientific notes of young scientists, Issue 10, Kropyvnytskyi: V. V. Vynnychenko Central State Pedagogical University).
  10. Христюк, А. М., Бобирь, В. Д. (2019). Зв'язок рядів арифметичної прогресії та гармонічних рядів. Матеріали міжнародної науково-методичної конференції «Проблеми математичної освіти» (ПМО – 2019 р.) (Черкаси, 11–12 квітня 2019 р.). Черкаси : ФОП Гордієнко Є. І. (Hrystiuk, A. M., Bobyr, V. D. (2019). The relationship between the series of arithmetic progression and harmonic series. Materials of the International Scientific and Methodical Conference "Problems of Mathematical Education" (PМО – 2019) (Cherkasy, Apr. 11–12, 2019). Cherkasy : FOP Gordienko E. I.).
  11. Христюк, А. М., Бобирь, В. Д. (2019). Реалізація дидактичного принципу наочності при вивченні числових рядів. X Міжнародна конференція молодих вчених «Молоді вчені 2019 – від теорії до практики» (Дніпро, 7 березня 2019 р.). Дніпро. (Hrystiuk, A. M., Bobyr, V. D. (2019). Implementation of the didactic principle of visuality in the study of number series. 10th International Conference of Young Scientists "Young Scientists 2019 – from Theory to Practice" (Dnipro, March, 7 2019). Dnipro).
  12. Шкіль, М. І. (1981). Математичний аналіз, ч II: Посібник для педагогічних інститутів. Київ : Вища школа. Головне видавництво. (Schkil, M. I. Mathematical analysis, part II: Manual for pedagogues institutes. Kyiv : Vyshcha shkola. Main publishing house).

**Rymar A. I., Korolskiy V. V. Geometric interpretation of numerical series associated with plants-symbols of Ukraine.**

*The purpose of the study is to generate numerical series, the geometric interpretation of which is an element of the plant symbolism of Ukraine. The object of the study is numerical series. The subject of the study is to obtain the common terms of the series by using their geometric interpretation; to determine the convergence of the generated series and calculate their sum.*

*The results of the study: a set of problems on creating a numerical series with visualization of its members by the method of applying geometric interpretations has been solved; a study of the obtained series for convergence was performed; considered the possibilities of using intersubject relationships in the generation of numerical series based on various geometric interpretations; it became known that the used algorithms for obtaining series can be applied in the course of integrated lessons of algebra, geometry and other disciplines in high school, in electives, mathematics clubs, advanced training courses, mathematics weeks and similar events; the basics of the implementation of the didactic principle of clarity during the study of the "Rows" section by students of higher education in mathematical specialties are presented.*

*Tasks for construction and research on the convergence of numerical series related to plant symbols of Ukraine are recommended. The use of the proposed approach during the study of mathematical analysis by future teachers of mathematical disciplines is argued. To a certain extent, the problems can be used in the study of mathematics in high school, in optional classes,*

mathematics clubs, advanced training courses, integrated lessons, mathematics weeks and similar events, classes in mathematical disciplines in various institutions of higher education.

In the future, we will conduct research on the generation of numerical series, the geometric interpretation of which is connected with the use of various objects of everyday life and the environment.

**Key words:** number series, geometric interpretation, plants-symbols of Ukraine, generation of number series, mathematical analysis, students of higher education, educational process, mathematical specialties.

УДК 378 : 517 : 535

DOI

З. О. Сердюк

ORCID ID 0000-0002-9376-4346

А. В. Ткаченко

ORCID ID 0000-0002-5326-1840

Черкаський національний університет  
імені Богдана Хмельницького

## ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ ДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ

*Підготовка сучасного конкурентно-спроможного фахівця у галузі природничих наук, а саме – фізики – певною мірою залежить від його математичної підготовки. Адже розв'язувати практичні фізичні задачі без потужного математичного апарату неможливо. Тому підготовка майбутніх фахівців з різних фізичних спеціальностей, зокрема 104 «Фізика та астрономія», 105 «Прикладна фізика та наноматеріали» та інших має базуватися на ґрунтовній математичній базі. Тому метою статті є розглянути особливості організації вивчення математичних курсів для студентів-фізиків з опорою на подальше застосування під час розв'язування фізичних задач.*

*Для досягнення поставленої мети було використано такі методи дослідження: 1) теоретичні – аналіз науково-методичної літератури, аналіз стандартів зі спеціальностей 104 та 105, змісту навчальних підручників з різних розділів фізики, математичного аналізу, вищої математики; 2) емпіричні – проведено опитування серед студентів та викладачів щодо ефективності використання розробленої нами системи завдань.*

*У результаті роботи нами децю удосконалено систему завдань щодо використання математичного апарату, спрямованої на підготовку студентів-фізиків до розв'язування практичних фізичних задач та розроблено методичні рекомендації до кожного виду завдань. У подальшому плануємо створити дидактично виважену систему завдань до різних тем з математичного аналізу, вищої математики (зокрема диференціальні рівняння) з урахуванням специфіки підготовки майбутніх фахівців з фізичних спеціальностей ЗВО.*

**Ключові слова:** фізичні задачі, математичний аналіз, вища математика, семіотичний підхід, студенти-фізики, стандарт вищої освіти, розв'язування фізичних задач, майбутні фахівці з фізичних спеціальностей.

**Постановка проблеми.** Курси математичного аналізу та вищої математики є базовими курсами циклу математичних дисциплін, які вивчають студенти більшості нематематичних спеціальностей класичних, педагогічних, технічних ЗВО. Наприклад, у класичних університетах – це спеціальності «Фізика та астрономія», «Прикладна фізика та наноматеріали», «Середня освіта (фізика)» тощо. Дані курси спрямовані не лише на засвоєння студентами основних математичних понять і фактів диференціального та інтегрального числення функцій однієї та кількох змінних, їх застосування до дослідження функцій,

обчислення довжин кривих, площ поверхонь, моментів інерції та статичних моментів, знаходження кратних і контурних інтегралів тощо, а й на формування в здобувачів вищої освіти спроможності доказово і несуперечливо міркувати, аналізувати, порівнювати, узагальнювати тощо, загалом, уміння робити правильні висновки та будувати реалістичні прогнози, застосовувати отримані знання, навички й уміння до розв'язування різноманітних практичних задач, зокрема й фізичних задач. Саме досконале володіння математичним апаратом дозволяє студенту-фізику розв'язувати будь-які практичні задачі з різних розділів фізики, виконувати свої перші наукові дослідження тощо.

Деякі аспекти вивчення даних курсів висвітлено у працях [1; 2; 3; 4; 5]. Проте специфіка організації вивчення курсів математичного аналізу та вищої математики з урахуванням особливостей освітнього контенту та подальшого їх практичного застосування у блоках фізичних дисциплін саме спеціальностей: 105 «Прикладна фізика та наноматеріали», 104 «Фізика та астрономія» [6; 7] залишається у фокусі наших наукових розвідок.

У стандарті вищої освіти України першого (бакалаврського) рівня галузі знань 10 Природничі науки спеціальності 105 Прикладна фізика та наноматеріали [6] серед програмних результатів навчання зазначено наступні:

P02. Застосовувати сучасні математичні методи для побудови й аналізу математичних моделей фізичних процесів.

P04. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів і наукоємних технологій.

P06. Відшуковувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.

P08. Вільно спілкуватися з професійних питань державною та англійською мовами усно та письмово.

У стандарті вищої освіти України першого (бакалаврського) рівня галузі знань 10 Природничі науки спеціальності 104 Фізика та астрономія [7] серед програмних результатів навчання зазначено наступні:

ПР04. Вміти застосовувати базові математичні знання, які використовуються у фізиці та астрономії: з аналітичної геометрії, лінійної алгебри, математичного аналізу, диференціальних та інтегральних рівнянь, теорії ймовірностей та математичної статистики, теорії груп, методів математичної фізики, теорії функцій комплексної змінної, математичного моделювання.

ПР08. Мати базові навички самостійного навчання: вміти відшуковувати потрібну інформацію в друкованих та електронних джерелах, аналізувати, систематизувати, розуміти, тлумачити та використовувати її для вирішення наукових і прикладних завдань/

ПР11. Вміти упорядковувати, тлумачити та узагальнювати одержані наукові та практичні результати, робити висновки.

ПР18. Володіти державною та іноземною мовами на рівні, достатньому для усного і письмового професійного спілкування та презентації результатів власних досліджень.

Під час вивчення курсів математичного аналізу та вищої математики якраз і створюються комфортні умови для ефективного формування у студентів вищезазначених компетентностей. Вивчення даних навчальних дисциплін сприяє не лише оволодінню студентами основними теоретичними знаннями, практичними навичками й уміннями з базових математичних дисциплін, а й забезпечує досягнення такого рівня засвоєння матеріалу, який був би достатнім для їхньої професійної діяльності. Математична компетентність для фахівців різних напрямів, зокрема й фізиків – основне підґрунтя для засвоєння фахових дисциплін і майбутньої професійної діяльності. У ході вивчення дисциплін математичного блоку закладають не тільки методологічний, а й психофізіологічний фундамент системного, логічного та критичного мислення, що є життєво необхідним для фахівців фізичних спеціальностей.

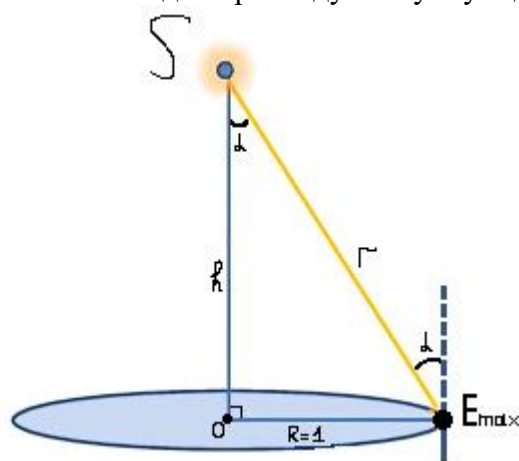
**Аналіз актуальних досліджень.** Питанням підвищення ефективності викладання математичних курсів та вдосконалення методики їх навчання студентів ЗВО присвячені

роботи Д. Бобилєва, М. Бородіна, Л. Васяк, К. Власенко, М. Жалдака [8], В. Клочка, [9], О. Кондратьєвої [10], Т. Крилової [11], І. Лов'янової, Т. Максимової, І. Михайлової, І. Михайленко, А. Нестеренко, О. Потапової [12], С. Федорової, С. Федосєєва, Є. Ягової та ін.

**Мета статті** – розглянути особливості організації вивчення математичних курсів для студентів-фізиків з опорою на подальше застосування під час розв'язування фізичних задач.

**Виклад основного матеріалу.** У Черкаському національному університеті імені Богдана Хмельницького навчальні дисципліни «Математичний аналіз» та «Вища математика» входять до циклу професійної підготовки зокрема студентів таких спеціальностей, як 104 «Фізика та астрономія», 105 «Прикладна фізика та наноматеріали», 014.04 «Середня освіта. Фізика. Ці дисципліни вивчаються у досить великому обсязі. Крім того, ці предмети є важливим підґрунтям для подальшого вивчення дисциплін професійного спрямування за вказаними спеціальностями. Основною метою вивчення цих математичних дисциплін і є подальше застосування потужного математичного апарату для розв'язання різних фізичних задач з курсів механіки, молекулярної фізики, оптики, електродинаміки, статистичної фізики, методів математичної фізики, квантової фізики тощо. Тому на практичних заняттях з математичних дисциплін варто робити акценти на застосування математичних знань до фізичних завдань та створювати відповідні системи вправ для відпрацювання необхідних компетентностей у студентів.

Розглянемо для прикладу наступну задачу з курсу оптики.



Дано:

$S$  – точкове джерело світла;

$R = 1$  м;

$E_{\max}$  (рис. 1).

Знайти:  $h$ .

Рис. 1. Задача.

Варто запропонувати студентам два способи розв'язання цієї задачі, розглянемо детально кожний з них.

*Розв'язання: Спосіб 1.*

1. Нехай  $h$  – висота, на якій потрібно розмістити точкове джерело світла, щоб освітленість краю стола була максимальною.

2. Освітленість краю стола, що створюється точковим джерелом  $S$  визначаємо за

законом:  $E = \frac{I}{r^2} \cos \alpha$ , де

$I$  – сила світла джерела [кд];  $I = \text{const}$ ;

$r$  – відстань від джерела світла  $S$  до точки, у якій шукаємо освітленість;

$\alpha$  – кут між нормаллю до поверхні, освітленість якої шукаємо, і напрямом на джерело.

3. З  $\triangle SOE$ :  $\sin \alpha = \frac{R}{r}$ ;  $r = \frac{R}{\sin \alpha} = \frac{1}{\sin \alpha}$ . Тоді  $E = I \sin^2 \alpha \cos \alpha$ .

Далі досліджуємо функцію  $E$  на екстремум:  $\frac{dE_{\max}}{d\alpha} = 0$ ,

$$\frac{d(I \sin^2 \alpha \cos \alpha)}{d\alpha} = 0,$$

$$\begin{cases} I = \text{const}, \\ I \neq 0. \end{cases}$$

Якщо  $I = \text{const}$ , тоді з  $I(2 \sin \alpha \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha \sin \alpha) = 0$  маємо, що,

$$\sin \alpha (2 \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) = 0, \text{ звідси}$$

$$\begin{cases} \sin \alpha = 0, \\ 2 \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 0. \end{cases}$$

1) перше рівняння  $\sin \alpha = 0$  не задовольняє умову задачі;

2) розв'яжемо друге рівняння сукупності:  $2 \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 0$ ,

$$2 \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 0 \mid : \cos^2 \alpha, \alpha \neq 0$$

$$2 - \tan^2 \alpha = 0,$$

$$\tan^2 \alpha = 2,$$

$$\begin{cases} \tan \alpha = \sqrt{2}, \\ \tan \alpha = -\sqrt{2}. \end{cases}$$

$\tan \alpha = -\sqrt{2}$  не задовольняє умову задачі, тому розв'язком є лише  $\tan \alpha = \sqrt{2}$ .

З  $\Delta SOE$ :  $\tan \alpha = \frac{R}{h}$ , підставляємо значення  $\tan \alpha = \sqrt{2}$ ,  $R = 1$ , знаходимо  $h$ :

$$\sqrt{2} = \frac{1}{h}, \text{ звідси } h = \frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0,7 \text{ (м)}.$$

Щоб перевірити, що отримане значення  $h$  – це саме точка максимуму даної функції, знайдемо похідну другого порядку функції  $E$ :

$$\frac{d^2 E_{\max}}{d^2 \alpha} = I(2 \cos \alpha \cos^2 \alpha + 2 \sin \alpha \cdot 2 \cos \alpha \cdot (-\sin \alpha) - 2 \sin \alpha \cos \alpha \sin \alpha - \sin^2 \alpha \cos \alpha) =$$

$$= I(2 \cos^3 \alpha - 7 \sin^2 \alpha \cos \alpha) = I \cos^3 \alpha (2 - 7 \tan^2 \alpha). \text{ Оскільки } \tan \alpha = \sqrt{2}, \text{ то}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{1}{1 + \tan^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{1}{1 + 2}} = \frac{1}{\sqrt{3}} \approx 0,58.$$

$$\text{Тоді } \frac{d^2 E_{\max}}{d\alpha^2} \Big|_{h \approx 0,7} = I \cdot \frac{1}{3\sqrt{3}} (2 - 7 \cdot 2) = \frac{-4I}{\sqrt{3}} < 0.$$

Отже,  $h \approx 0,7$  є точкою максимуму функції  $E$ .

Список 2.

1. Нехай  $h$  – висота, на якій потрібно розмістити точкове джерело світла, щоб освітленість краю стола була максимальною.

2. Освітленість краю стола, що створюється точковим джерелом  $S$  визначаємо за

законом:  $E = \frac{I}{r^2} \cos \alpha$ , де

$I$  – сила світла джерела [кд];  $I = \text{const}$ ;

$r$  – відстань від джерела світла  $S$  до точки, у якій шукаємо освітленість;

$\alpha$  – кут між нормаллю до поверхні, освітленість якої шукаємо, і напрямом на джерело.

3. З  $\Delta SOE$ :  $\cos \alpha = \frac{h}{r}$ . За теоремою Піфагора знаходимо  $r$ :  $r^2 = h^2 + R^2$ ;

$r = \sqrt{h^2 + 1}$  ( $R=1$  за умовою задачі).

$$\text{Тоді } E = \frac{I}{h^2 + 1} \cdot \frac{h}{\sqrt{h^2 + 1}} = \frac{Ih}{(h^2 + 1)^{\frac{3}{2}}}.$$

Далі знаходимо екстремум функції ( $E_{\max}$ ) з умови:  $\frac{dE_{\max}}{dh} = 0$ .

$$\frac{dE_{\max}}{dh} = \frac{I(h^2 + 1)^{\frac{3}{2}} - 3Ih^2(h^2 + 1)^{\frac{1}{2}}}{(h^2 + 1)^3} = \frac{I(h^2 + 1)^{\frac{1}{2}}(h^2 + 1 - 3h^2)}{(h^2 + 1)^3} = \frac{I(1 - 2h^2)}{(h^2 + 1)^{\frac{5}{2}}}.$$

Оскільки  $\frac{dE_{\max}}{dh} = 0$ , то  $\frac{I(1 - 2h^2)}{(h^2 + 1)^{\frac{5}{2}}} = 0$ , звідки  $I(1 - 2h^2) = 0$  ( $h^2 + 1 \neq 0$ ).

Так як  $I = \text{const}$ , то  $1 - 2h^2 = 0$ ,  $2h^2 = 1$ ,  $h^2 = \frac{1}{2}$ ,  $h = \pm \frac{1}{\sqrt{2}}$ , але  $h = \frac{1}{\sqrt{2}}$ , бо за умовою  $h > 0$ ,  $h \approx 0,7$  (м).

Щоб перевірити, що отримане значення  $h$  – це саме точка максимуму даної функції, знайдемо похідну другого порядку функції  $E$ :

$$\begin{aligned} \frac{d^2 E_{\max}}{dh^2} &= \frac{I(-4h)(h^2 + 1)^{\frac{5}{2}} - I(1 - 2h^2)5h(h^2 + 1)^{\frac{3}{2}}}{(h^2 + 1)^5} = \frac{Ih(h^2 + 1)^{\frac{3}{2}}(-4h^2 - 4 - 5 + 10h^2)}{(h^2 + 1)^5} = \\ &= \frac{Ih(6h^2 - 9)}{(h^2 + 1)^{\frac{7}{2}}}, \quad \left. \frac{d^2 E_{\max}}{dh^2} \right|_{h \approx 0,7} = \frac{I \cdot 0,7 \cdot (6 \cdot 0,7^2 - 9)}{(0,7^2 + 1)^{\frac{7}{2}}} < 0. \end{aligned}$$

Отже,  $h \approx 0,7$  є точкою максимуму функції  $E$ .

Відповідь:  $h \approx 0,7$  м.

Обидва способи розв'язання є цікавими і вимагають від студента знань з наступних тем: диференціальне числення функції однієї змінної, аналітична геометрія (нормаль, поверхня, кут між нормаллю і поверхнею), розв'язання прямокутних трикутників, розв'язування тригонометричних рівнянь, тригонометричні перетворення алгебраїчних виразів тощо. Деякі з цих тем вивчаються у школі, а інші – більш глибоко вже у ЗВО.

Основний акцент обох способів розв'язання даної задачі припадає на відшукування екстремуму функції однієї змінної. Тому важливо дібрати дидактично виважену систему завдань з відповідної теми для студентів-фізиків, яка була б спрямована на відпрацювання базових компетентностей. Причому завдання формулюємо у якійсь цікавій формі з метою активізації пізнавальної діяльності студентів.

**Завдання 1.** Для того, щоб отримати код доступу до онлайн-класу, необхідно розгадати п'ятизначний шифр. Послідовно, не змінюючи порядку, треба набрати букви, які є правильними відповідями до наступних завдань.

**1.** Для того, щоб знайти стаціонарні точки функції  $E = f(\alpha)$  необхідно розв'язати наступне рівняння:

| A                        | B                        | C                             | D                             |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| $\frac{dE}{d\alpha} = 1$ | $\frac{dE}{d\alpha} = 0$ | $\frac{d^2 E}{d\alpha^2} = 0$ | $\frac{d^2 E}{d\alpha^2} = 1$ |

2. Для того, щоб знайти критичні точки функції  $E = f(h)$  необхідно розв'язати наступне рівняння:

| А                   | В                      | С                        | Д                         |
|---------------------|------------------------|--------------------------|---------------------------|
| $\frac{dE}{dh} = 1$ | $\frac{dE}{dh} \neq 0$ | $\frac{dE}{d\alpha} = 0$ | $\frac{dE}{d\alpha} = -1$ |

3. Точки екстремуму функції  $E = f(h)$  знаходимо серед:

| А                       | В                           | С                             | Д                             |
|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| критичних точок функції | розв'язків рівняння $E = 0$ | розв'язків нерівності $E > 0$ | розв'язків нерівності $E < 0$ |

4. Якщо  $\frac{d^2 E}{dh^2} > 0$  у критичній точці  $h_0$ , то:

| А                       | В                      | С                      | Д                                   |
|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| $h_0$ – точка максимуму | $h_0$ – точка мінімуму | $h_0$ – точка перегину | $h_0$ – точка перетину з віссю $OX$ |

5. Якщо  $\frac{d^2 E}{dh^2} < 0$  у критичній точці  $h_0$ , то:

| А                       | В                      | С                      | Д                                   |
|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| $h_0$ – точка максимуму | $h_0$ – точка мінімуму | $h_0$ – точка перегину | $h_0$ – точка перетину з віссю $OY$ |

Дане завдання спрямоване на актуалізацію основних теоретичних понять та фактів з даної теми. Для того, щоб реалізувати ще й семіотичний компонент навчання, використовуємо у завданні 1 функції, які візуально повторюють функції з фізичної задачі, оскільки у студентів формуються усталений образ функції виду  $y = f(x)$  і працювати з візуально іншими записати їм буває складно. Тому в своїх завданнях ми враховуємо і цей аспект.

Завдання 2. Знайти точки екстремуму функції  $E = \frac{ah}{(h^2 + 1)^{\frac{3}{2}}}$ . Для цього необхідно

виконати наступні завдання:

1.  $\frac{dE}{dh} = \dots$

| А                                         | В                                         | С                            | Д                                         |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|
| $\frac{a(1-5h^2)}{(h^2+1)^{\frac{5}{2}}}$ | $\frac{a(1-3h^2)}{(h^2+1)^{\frac{3}{2}}}$ | $\frac{a(1-h^2)}{(h^2+1)^5}$ | $\frac{a(1-2h^2)}{(h^2+1)^{\frac{5}{2}}}$ |

2. Якщо  $\frac{dE}{dh} = 0$ , то  $h = \dots$  – стаціонарна точка даної функції.

| А                            | В                            | С           | Д                            |
|------------------------------|------------------------------|-------------|------------------------------|
| $h = \pm \frac{1}{\sqrt{5}}$ | $h = \pm \frac{1}{\sqrt{3}}$ | $h = \pm 1$ | $h = \pm \frac{1}{\sqrt{2}}$ |

3.  $\frac{d^2 E}{dh^2} = \dots$

| A                                   | B                                               | C                                               | D                                               |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| $\frac{3ah(2h^2 - 3)}{(h^2 + 1)^7}$ | $\frac{3ah(2h^2 - 3)}{(h^2 + 1)^{\frac{7}{2}}}$ | $\frac{3ah(2h^2 - 9)}{(h^2 + 1)^{\frac{3}{2}}}$ | $\frac{2ah(3h^2 - 2)}{(h^2 + 1)^{\frac{5}{2}}}$ |

4. Точка  $h = h_0$  є точкою максимуму даної функції тому, що ...

| A                                             | B                                             | C         | D         |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------|-----------|
| $\left. \frac{d^2 E}{dh^2} \right _{h_0} > 0$ | $\left. \frac{d^2 E}{dh^2} \right _{h_0} < 0$ | $h_0 > 0$ | $h_0 < 0$ |

У даному завданні ми пропрацювали всі етапи знаходження екстремуму для даної функції однієї змінної за допомогою другої похідної. Лінія семіотичного аспекту навчання у цьому завданні також продовжує підтримуватися, оскільки ми використовуємо формули, візуально схожі до тих, що використані у фізичній задачі.

**Завдання 3.** Студент знаходив похідну функції  $E = b \sin^2 \alpha \cos \alpha$  і допустив помилку. Знайти цю помилку та запиши правильне розв'язання.

Розв'язання (з помилкою).  $\frac{dE}{d\alpha} = b(\sin^2 \alpha)' \cdot \cos \alpha + b \sin^2 \alpha \cdot (\cos \alpha)' =$   
 $= 2b \cos^2 \alpha \cdot \cos \alpha + b \sin^2 \alpha \cdot (-\sin \alpha) = 2b \cos^3 \alpha - b \sin^3 \alpha.$

Розв'язання (правильне).  $\frac{dE}{d\alpha} = b(\sin^2 \alpha)' \cdot \cos \alpha + b \sin^2 \alpha \cdot (\cos \alpha)' =$   
 $= 2b \sin \alpha \cos \alpha \cdot \cos \alpha + b \sin^2 \alpha \cdot (-\sin \alpha) = 2b \sin \alpha \cos^2 \alpha - b \sin^3 \alpha =$   
 $= b \sin \alpha (2 \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha).$

Дане завдання дещо вищого рівня складності, адже відшукати помилку – це завдання, яке потребує не лише базових вмінь, але й вміння узагальнювати, систематизувати, робити логічні висновки, доказово міркувати тощо. Завдання такого плану можна пропонувати, коли студенти вже відпрацювали початковий базовий рівень засвоєння даного матеріалу. У таких завданнях можна робити одну чи декілька помилок, а також для спрощення виконання можна, наприклад, використовувати кольорові маркери, щоб позначити місце, де може бути помилка або є без них. Наприклад, з кольоровими маркерами розв'язання буде мати вигляд:

Розв'язання (з помилкою).  $\frac{dE}{d\alpha} = b(\sin^2 \alpha)' \cdot \cos \alpha + b \sin^2 \alpha \cdot (\cos \alpha)' =$   
 $= 2b \cos^2 \alpha \cdot \cos \alpha + b \sin^2 \alpha \cdot (-\sin \alpha) = 2b \cos^3 \alpha - b \sin^3 \alpha$

Таким чином, у запропонованому комплексі завдань ми пропрацювали всі етапи знаходження екстремуму функції однієї змінної та зробили візуальні акценти на ті чи ті проблемні зони виконання даного завдання.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Таким чином, використання потужного математичного апарату дозволяє студентам фізичних спеціальностей удосконалювати свої навички у розв'язанні практичних задач з різних розділів фізики, розширювати свій діапазон у наукових дослідженнях. Обґрунтування розв'язання тієї чи іншої задачі підвищує рівень володіння математичною та фізичною мовами, а також збагачує українську мову. Подальші дослідження ми вбачаємо у розробці такої ж системи завдань до різних тем з математичного аналізу, вищої математики (наприклад, диференціальні рівняння тощо) з урахуванням специфіки підготовки майбутніх фахівців з фізичних спеціальностей ЗВО.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES**

1. Сердюк, З. О., Христенко, Т. М. (2011). Математичний тезаурус як інтелектуальний засіб навчання студентів фізичних спеціальностей ВНЗ. Засоби і технології сучасного навчального середовища : Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (20–21 травня 2011 р., Кіровоград), 78–79. (Serdyuk, Z. O., Khristenko, T. M. (2011). Mathematical thesaurus as an intellectual means of teaching students of physical specialties of universities. Tools and technologies of the modern educational environment: Materials of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference (May 20-21, 2011, Kirovohrad), 78-79).
2. Сердюк, З. О. (2012). Особливості вивчення навчальної дисципліни «Математичний аналіз» для студентів фізичних спеціальностей ВНЗ. Актуальні проблеми і перспективи дидактики фізики : Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (26–28 квітня 2012 р., Черкаси), 51–52. (Serdyuk, Z. O. (2012). Peculiarities of studying the academic discipline "Mathematical analysis" for students of physical specialties of universities. Actual problems and prospects of didactics of physics: Materials of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference (April 26-28, 2012, Cherkasy), 51-52).
3. Сердюк, З. О. (2015). Реалізація компетентнісного підходу під час вивчення курсу математичного аналізу в ВНЗ. Вісник Черкаського університету: серія «Педагогічні науки», 8(341), 101-106. (Serdyuk, Z. O. (2015). Implementation of the competence approach during the course of mathematical analysis at the university. Cherkasy University Bulletin: "Pedagogical Sciences" series, 8(341), 101-106).
4. Сердюк, З. О., Дзьоба, М. Т. (2021). Застосування інструментарію інтегрального числення до розв'язування задач геометричного та механічного змісту з математичного аналізу. Вісник Черкаського університету: серія «Прикладна математика. Інформатика», 1, с. 22-32. (Serdyuk, Z. O., Dzioba, M. T. (2021). Application of integral calculus tools for solving problems of geometric and mechanical content from mathematical analysis. Bulletin of Cherkasy University: series "Applied mathematics. Informatics", 1, p. 22-32).
5. Podoprygora, N., Tkachenko, A. (2014). How the Cycle of Scientific Knowledge is Reflected in the Course of Solid State Physics: the Effect of Magnetic Flux Quantization. American Journal of Educational Research, 2, 61-69. (Podoprygora, N., Tkachenko, A. (2014). How the Cycle of Scientific Knowledge is Reflected in the Course of Solid State Physics: the Effect of Magnetic Flux Quantization. American Journal of Educational Research, 2, 61-69).
6. Стандарт вищої освіти України: перший (бакалаврський) рівень, галузь знань 10 – Природничі науки, спеціальність 105 – Прикладна фізика та наноматеріали (2020). Режим доступу: <https://cutt.ly/DMAfByx>. (Standard of higher education of Ukraine: first (bachelor) level, field of knowledge 10 – Natural sciences, specialty 105 – Applied physics and nanomaterials (2020). Retrieved from: <https://cutt.ly/DMAfByx>).
7. Стандарт вищої освіти України: перший (бакалаврський) рівень, галузь знань 10 – Природничі науки, спеціальність 104 – Фізика та астрономія (2016). Режим доступу: <https://cutt.ly/eMAgwbl>. (Standard of higher education of Ukraine: first (bachelor) level, field of knowledge 10 – Natural sciences, specialty 104 – Physics and astronomy (2016). Retrieved from: <https://cutt.ly/eMAgwbl>).
8. Жалдак, М. І., Михалін, Г. О., Деканов, С. Я. (2012). Математичний аналіз з елементами інформаційних технологій: навчальний посібник. Київ: Редакції газет природничо-математичного циклу. (Zhaldak, M. I., Mikhalin, G. O., Dekanov, S. Ya. (2012). Mathematical analysis with elements of information technologies: a study guide. Kyiv: Editorial offices of newspapers of the natural-mathematical cycle).
9. Ключко, В. І., Бондаренко, З. В. (2010). Формування знань майбутніх інженерів з інформаційних технологій розв'язування диференціальних рівнянь: монографія. Вінниця: ВНТУ. (Klochko, V. I., Bondarenko, Z. V. (2010). Formation of knowledge of future engineers on information technologies for solving differential equations: monograph. Vinnytsia: VNTU).

10. Кондратьєва, О. М. (2007). Методична система контролю і коригування знань та умінь студентів технічних спеціальностей у процесі навчання вищої математики (автореф. дис... канд. пед. наук: 13.00.02). Київ. (Kondratieva, O. M. (2007). A methodical system of control and correction of knowledge and skills of students of technical specialties in the process of learning higher mathematics (PhD thesis abstract). Kyiv).
11. Крилова, Т. В. (1999). Наукові основи навчання математики студентів нематематичних спеціальностей (на базі металургійних, енергетичних і електромеханічних спеціальностей вищого закладу технічної освіти) (автореф. дис... д-ра пед. наук: 13.00.02). Київ. (Krylova, T. V. (1999). Scientific foundations of teaching mathematics to students of non-mathematical specialties (on the basis of metallurgical, energy, and electromechanical specialties of a higher technical education institution) (DSc thesis abstract). Kyiv).
12. Потапова, О. М. (2013). Аналіз дослідження труднощів студентів технічних спеціальностей при вивченні математичного аналізу. Вісник Черкаського університету: серія «Педагогічні науки», 12(265). Черкаси, 83–90. (Potapova, O. M. (2013). Analysis of research difficulties of students of technical specialties in studying mathematical analysis. Cherkasy University Bulletin: "Pedagogical Sciences" series, 12(265). Cherkasy, 83–90).

**Serdiuk Z., Tkachenko A. Application of mathematical tools for solving physics tasks.**

**Summary.** *The training of a modern competitive specialist in the field of natural sciences, especially in physics, depends on his mathematical training. After all, it is impossible to solve practical physical tasks without a strong mathematical apparatus. Therefore, the training of future specialists in various physical specialties, in particular 104 "Physics and Astronomy", 105 "Applied Physics and Nanomaterials" and others, should be based on a thorough mathematical base. Therefore, the purpose of the article is to consider the peculiarities of the organization of mathematics courses for physics students focusing on further application when solving physical tasks.*

*To achieve the goal, the following research methods were used: 1) theoretical – analysis of scientific and methodological literature, analysis of standards for specialties 104 and 105, content of textbooks from various sections of physics, mathematical analysis, higher mathematics; 2) empirical – a survey was conducted among students and teachers regarding the effectiveness of using our task system.*

*As a result of our work, we have slightly improved the system of tasks related to the use of mathematical apparatus, aimed at preparing physics students to solve practical physical tasks, and developed methodical recommendations for each type of tasks. In the future, we plan to create a didactically balanced system of tasks for various topics in mathematical analysis, higher mathematics (in particular, differential equations) taking into account the specifics of training specialists of higher education institutions.*

**Key words:** *physical tasks, mathematical analysis, higher mathematics, semiotic approach, physics students, standard of higher education, solving physical problems, future specialists in physical specialties.*

## РОЗДІЛ 2. СПРЯМОВАНІСТЬ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ НА РОЗВИТОК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ УМІНЬ ТА ТВОРЧИХ ЗДІБНОСТЕЙ УЧНІВ ТА СТУДЕНТІВ

УДК 510(072) (045)

DOI 10.5281/zenodo.8028492

Ю. В. Ботузова

ORCID ID 0000-0002-1313-0010

Центральноукраїнський державний університет  
імені Володимира Винниченка

### МОЖЛИВОСТІ РОЗВИТКУ НАВИЧОК КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

*Навички критичного мислення та вміння вирішувати проблеми входять до переліку необхідних навичок XXI століття та мають бути сформовані у молодого покоління в результаті здобуття загальної середньої освіти. Математика є одним із шкільних навчальних предметів, під час вивчення якого можливо формувати критичне мислення. Саме на уроках математики учні розв'язують різноманітні задачі, зокрема проблемного характеру, визначають можливі способи їх вирішення, аналізують, інтерпретують, оцінюють та обґрунтовують причини появи тих чи інших результатів.*

*Мета статті полягає у аналізі та ілюстрації можливостей розвитку навичок критичного мислення учнів на уроках математики в старшій профільній школі із застосуванням графічних калькуляторів GeoGebra чи Desmos.*

*В дослідженні використовувались теоретичні методи: аналіз навчальних програм та підручників з математики; узагальнення власного та передового педагогічного досвіду; емпіричні методи: педагогічні спостереження на уроках математики; методи наукового пізнання: систематизація та узагальнення для формулювання методичних рекомендацій та висновків.*

*Автором були розглянуті теоретичні основи формування критичного мислення на уроках математики. У статті наведені конкретні приклади, що ілюструють можливості створення проблемних ситуацій на уроках математики під час побудови графіків степеневих та тригонометричних функцій за допомогою графічних калькуляторів. Пошук помилки, що допускається програмою, стимулює розвиток критичного мислення здобувачів освіти, адже учні звикли довіряти комп'ютеру. Саме глибокий критичний аналіз умов та можливих результатів при розв'язуванні задач з використанням ІКТ є просто необхідним, інакше помилок та неправильних математичних уявлень в учнів не уникнути. Такий підхід може стати значною мотивацією для вивчення математики, змінити переконання учнів у всемогутності нових технологій, піднести на новий рівень цінність знань та розуму в цілому, сприяти розвитку навичок критичного мислення. В подальшому планується продовжувати педагогічний експеримент та здійснити роботу щодо вимірювання рівня сформованості критичного мислення у здобувачів освіти.*

**Ключові слова:** критичне мислення, навчання математики, проблемна ситуація, графічний калькулятор, GeoGebra, Desmos, аналіз помилок.

**Постановка проблеми.** У відповідності з метою навчальної програми з математики для 10-11 класів профільного рівня [14], впродовж навчання у здобувачів освіти має відбуватися інтелектуальний розвиток особистості, зокрема розвиток логічного мислення та інтуїції, просторової уяви, пам'яті, уваги, алгоритмічної, інформаційної та графічної культури. У той же час не менш важливими для сучасної молоді є навички критичного мислення [3], про що

також зазначено в Концепції Нової української школи [12], де критичне мислення віднесено до одного із наскрізних вмінь. Наскрізні вміння формуються на усіх інтегрованих курсах або предметах [10], і математика, як предмет, звісно, не є винятком.

У основоположному дослідженні про критичне мислення та освіту Е. Глейзер [2] визначає критичне мислення так: «Здатність критично мислити передбачає: схильність до вдумливого розгляду проблем і предметів, які входять у діапазон досвіду людини; знання методів логічного дослідження та міркування; наявність певних навичок застосування вказаних методів. Критичне мислення вимагає здійснення наполегливих зусиль, щоб перевірити будь-яку інформацію, віднайшовши докази, які її підтверджують. Це також вимагає вміння розпізнавати проблеми, знаходити дієві способи для вирішення цих проблем, збирати та аналізувати необхідну інформацію, оцінювати докази й аргументи, визнавати наявність або відсутність логічних зв'язків між припущеннями, робити висновки й узагальнення». Люди із навичками критичного мислення зазвичай допитливі та рефлексивні. Вони люблять досліджувати проблеми та здобувати знання.

**Аналіз актуальних досліджень.** Зусилля, спрямовані на розвиток навичок критичного мислення в математиці, стали головною темою в навчальних програмах з математики в усьому світі. Нещодавні дослідження К. Семерджі [6], С. Якоба [4], Е. Чіквуенума [1] показали, що розвиток навичок критичного мислення може покращити досягнення в математиці. Окрім того математика є одним із навчальних предметів, під час вивчення якого можливо формувати навички критичного мислення [3; 5], пов'язані зі знаннями математики, математичними міркуваннями та математичними доведеннями. Ці навички розвиваються, коли учні стикаються з математичними проблемами, визначають можливі способи розв'язання задачі, аналізують, інтерпретують, оцінюють та обґрунтовують причини появи певних результатів, що дозволяє їм стати впевненими критичними «мислителями».

Під сформованим критичним мисленням особистості розуміємо [9] здатність свідомо та самостійно міркувати над отриманою інформацією, шукаючи аргументи, що підтверджують або спростовують її, в результаті чого робити відповідні висновки, або здійснювати оцінку.

**Мета статті** полягає у аналізі та ілюстрації можливостей розвитку навичок критичного мислення учнів на уроках математики в старшій профільній школі із застосуванням графічних калькуляторів GeoGebra чи Desmos.

В дослідженні використовувались теоретичні методи: аналіз навчальних програм та підручників з математики; узагальнення власного та передового педагогічного досвіду; емпіричні методи: педагогічні спостереження на уроках математики; методи наукового пізнання: систематизація та узагальнення для формулювання методичних рекомендацій та висновків.

**Виклад основного матеріалу.** Одним із головних завдань вивчення математики на профільному рівні, як зазначено в навчальній програмі з математики [14], є розвиток графічної культури учнів, що зумовлена практичними потребами. Тому особливу увагу варто приділити формуванню в учнів умінь встановлювати властивості функції за її графіком, будувати ескізи графіків функцій, зокрема і за допомогою геометричних перетворень. На уроках математики в старшій школі, особливо в класах із профільним вивченням математики, учні яких мають зацікавленість, внутрішню мотивацію та значний потенціал до вивчення предмету, вчитель може розгорнути діяльність по формуванню критичного мислення.

Наприклад, під час вивчення тем «Степенева функція» та «Тригонометричні функції» (10 клас) [14], учням можна пропонувати вправи підвищеної складності на побудову графіків функцій. При цьому за рекомендаціями, наданими навчальною програмою [14] варто звертатися за допомогою до програмних засобів навчального призначення, зокрема GRAN 1, GRAN 2D, GRAN 3D, DG, AGrapher, GeoGebra. Аналіз науково-методичної літератури та досвіду колег (вчителів математики) показав, що наразі серед програмних засобів, які користуються популярністю, першість займають графічні калькулятори GeoGebra та Desmos, тому в дослідженні звертатимемось саме до них.

Складаючи систему вправ, які б сприяли розвитку необхідних навичок, слід

підбирати такі завдання, де б результати побудови графіка «вручну» та в графічному калькуляторі відрізнялися між собою. Це спонукатиме учнів до пошуку істини за допомогою критичного аналізу. Запропонуємо декілька таких завдань, відібраних із діючих підручників «Алгебри» для 10 класу.

*Приклад 1.* «Побудуйте графік функції  $y = (x^2 - 4x + 3)^0$  [Мерзляк, с. 68]».

*Розв'язання:* Для розвитку навичок критичного мислення, використаємо один із графічних калькуляторів GeoGebra або Desmos та створимо на уроці проблемну ситуацію, адже згадані програмні засоби у якості графіка функції  $y = (x^2 - 4x + 3)^0$  пропонують суцільну лінію  $y = 1$ .

Тому вчитель має:

- продемонструвати учням побудований програмою графік (або попросити учнів самостійно скористатися програмою на своїх мобільних телефонах);
- зауважити, що програма допускає помилку;
- запропонувати виправити її, спираючись на відомі властивості степеневої функції із цілим показником.

Правильна побудова графіка  $y = (x^2 - 4x + 3)^0$  передбачає розуміння учнями того, що вираз  $0^0$  невизначений, а будь-яке інше число в нульовій степені дорівнює 1. Отже областю визначення заданої функції буде множина значень змінної, для яких  $x^2 - 4x + 3 \neq 0$ , тобто  $D(y) = R / \{1; 3\}$ . Тоді графіком функції буде горизонтальна пряма  $y = 1$  з виколотими на ній точками, що мають координати (1;1) та (3;1) (рис.1 б).

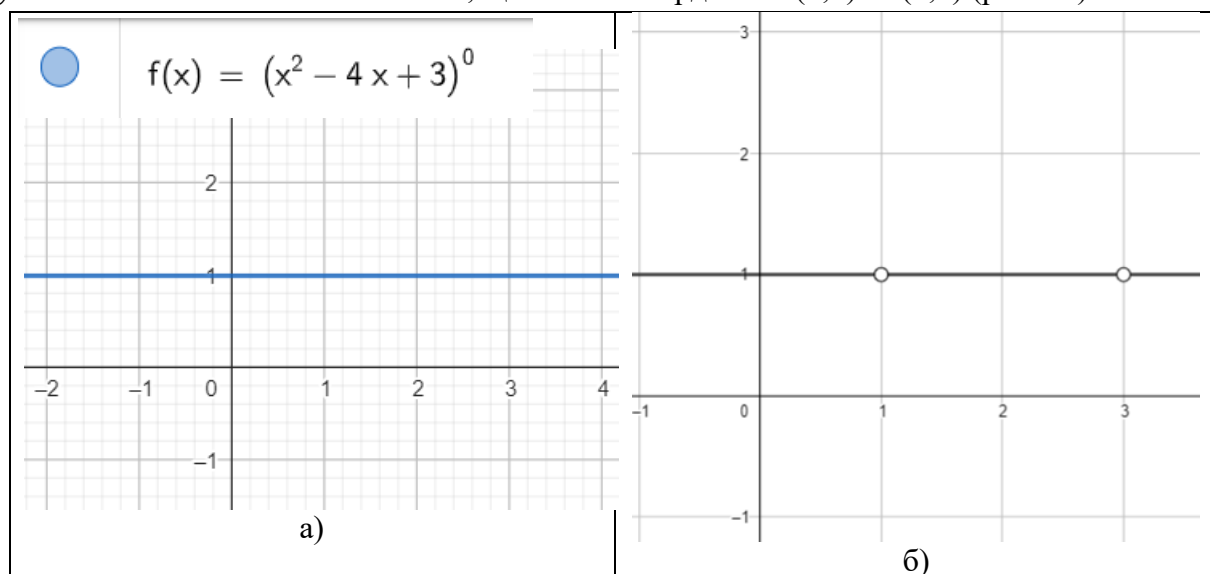


Рис.1. Графік функції  $y = (x^2 - 4x + 3)^0$ , отриманий в GeoGebra (а) та відкоригований «вручну» (б).

*Приклад 2.* «Побудуйте графік функції  $y = (\sqrt[4]{x-1})^4 + (\sqrt[4]{1-x})^4 + 1$  [Мерзляк, с. 77]».

*Розв'язання:* Скориставшись графічним калькулятором GeoGebra для побудови графіка заданої функції, на екрані не побачимо результату.

Така ситуація спонукає учнів до роздумів, критичного аналізу та здійснення самостійного дослідження функції, в результаті якого виявляється, що областю визначення функції  $y = (\sqrt[4]{x-1})^4 + (\sqrt[4]{1-x})^4 + 1$  є лише одна точка. Дійсно, в формулі

фігурують корені парної степені, підкореневі вирази яких мають бути невід'ємними:  
 $\begin{cases} x-1 \geq 0; \\ 1-x \geq 0; \end{cases} \Rightarrow x=1$ . Отже, графіком заданої функції буде єдина точка з координатами (1;1).

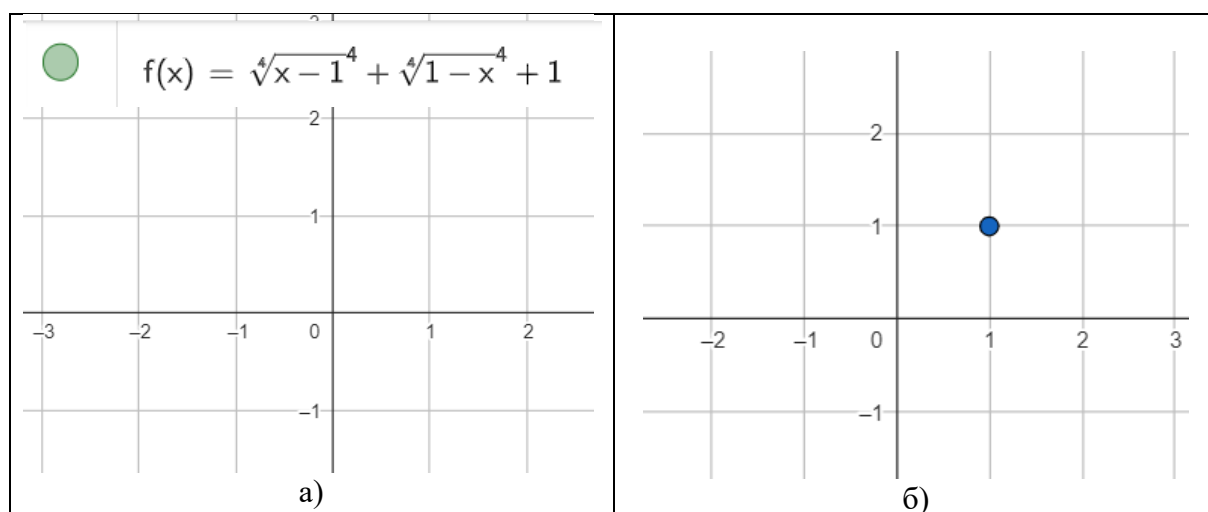


Рис.2. Запит і результат побудови графіка функції  $y = \left(\sqrt[4]{x-1}\right)^4 + \left(\sqrt[4]{1-x}\right)^4 + 1$  в GeoGebra (а) та побудова графіка «вручну» (б).

*Приклад 3.* «Побудуйте графік функції  $y = \left(x^{\frac{1}{3}}\right)^{-3}$  [Мерзляк, с.92]».

*Розв'язання:* Знову починаємо побудову із використання графічного калькулятора, який виводить на екран суцільну пряму лінію (рис.3 а) – бісектрису першого і третього координатних кутів, що аналітично задається формулою  $y = x$ . Це призводить до

суперечності, адже вираз  $\left(x^{\frac{1}{3}}\right)^{-3}$  не є тотожно рівним  $x$  при будь-якому дійсному значенні

змінної. Тому слід провести критичний аналіз отриманого результату і виправити помилки, допущені програмним засобом. Така діяльність неабияк зацікавлює учнів, мотивує до вивчення математики і програмування.

Отже, для виправлення помилки необхідно врахувати властивості степенів з раціональним показником. Функція  $y = \left(x^{\frac{1}{3}}\right)^{-3}$  має область визначення  $x > 0$  та переписується у вигляді  $y = x$ . Графіком цієї функції (рис. 3 б) є промінь:  $y = x$ ,  $x > 0$  з виколотою точкою (0;0).

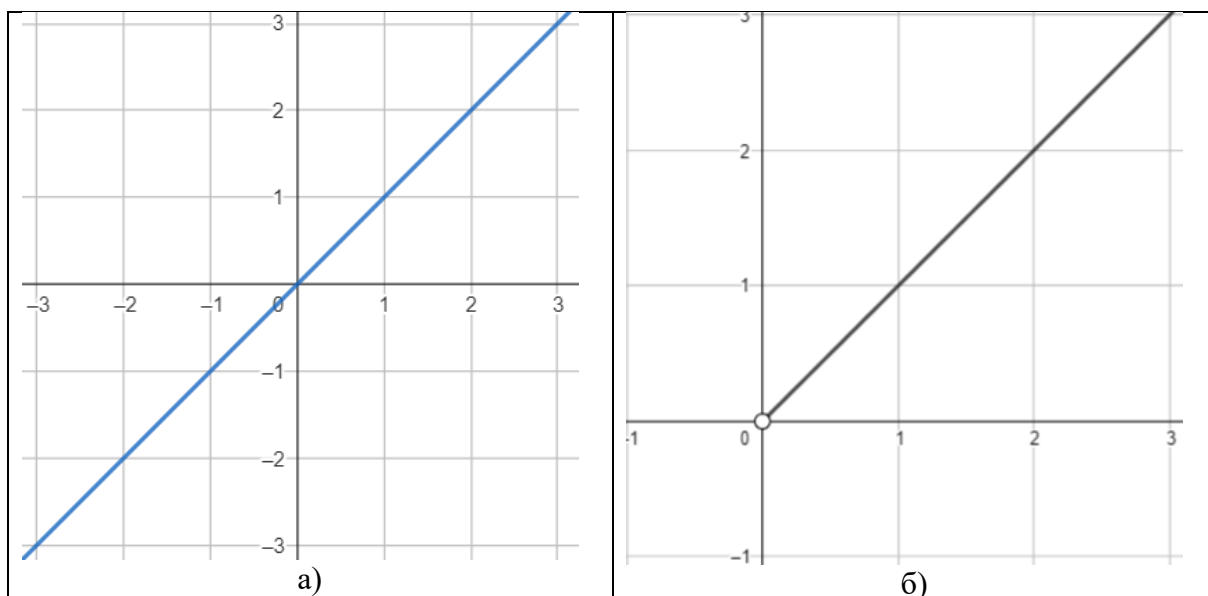


Рис.3. Графік функції  $y = \left(x^{\frac{1}{3}}\right)^{-3}$ , отриманий в GeoGebra (а) та відкоригований «вручну» (б).

*Приклад 4.* «Побудуйте графік функції  $y = x \cdot \operatorname{tg} x \cdot \operatorname{ctg} x$  [11, с.201]».

*Розв'язання:* Скориставшись графічним калькулятором GeoGebra чи Desmos, знову отримаємо неправильну картинку – суцільну пряму  $y = x$ . При цьому пошук помилки для учнів може виявитися неочевидним. Справа в тому, що під час вивчення основних тригонометричних співвідношень, лише у підручнику [11] виділено тригонометричну формулу у такому вигляді:  $\operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{ctg} \alpha = 1$  (якщо  $\cos \alpha \neq 0, \sin \alpha \neq 0$ ), що дозволяє говорити про існування області визначення заданої функції. У підручнику [8] наводиться ціла низка формул, що містять тангенси та котангенси, а всередині тексту параграфу знаходимо запис, що такі формули, зокрема і  $\operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{ctg} \alpha = 1$ , правильні тільки за умови, що  $\operatorname{tg} \alpha$  чи  $\operatorname{ctg} \alpha$  існують. У підручнику [13] формула  $\operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{ctg} \alpha = 1$  виділена рамкою. Під рамкою зроблено запис: «Ця тотожність є правильною для всіх  $\alpha$ , при яких  $\sin \alpha \neq 0$  і  $\cos \alpha \neq 0$ , тобто при  $\alpha \neq \pi k$  і  $\alpha \neq \frac{\pi}{2} + \pi k, k \in \mathbb{Z}$ . Зазначимо, що ці два обмеження для  $\alpha$  можна об'єднати в одне:  $\alpha \neq \frac{\pi k}{2}, k \in \mathbb{Z}$  [13, с. 157]». Отже, під час вивчення основних тригонометричних співвідношень, що містять тангенси та котангенси, необхідно акцентувати увагу учнів та неодноразово нагадувати, що такі співвідношення мають місце на своїй області допустимих значень. Такий підхід свідчитиме про строгість викладу навчального матеріалу, якого вимагає профільний рівень вивчення математики.

Вочевидь функція  $y = x \cdot \operatorname{tg} x \cdot \operatorname{ctg} x$  має область визначення множину точок  $x \neq \frac{\pi m}{2}, m \in \mathbb{Z}$ . Спростуємо вираз, враховуючи ОДЗ:  $x \cdot \operatorname{tg} x \cdot \operatorname{ctg} x = x \cdot 1 = x$  при  $x \neq \frac{\pi m}{2}, m \in \mathbb{Z}$ . Будуємо графік:  $y = x, x \neq \frac{\pi m}{2}, m \in \mathbb{Z}$  – бісектриса I та III координатних кутів з виключеними на ній точками  $\left(\frac{\pi m}{2}; \frac{\pi m}{2}\right), m \in \mathbb{Z}$ .

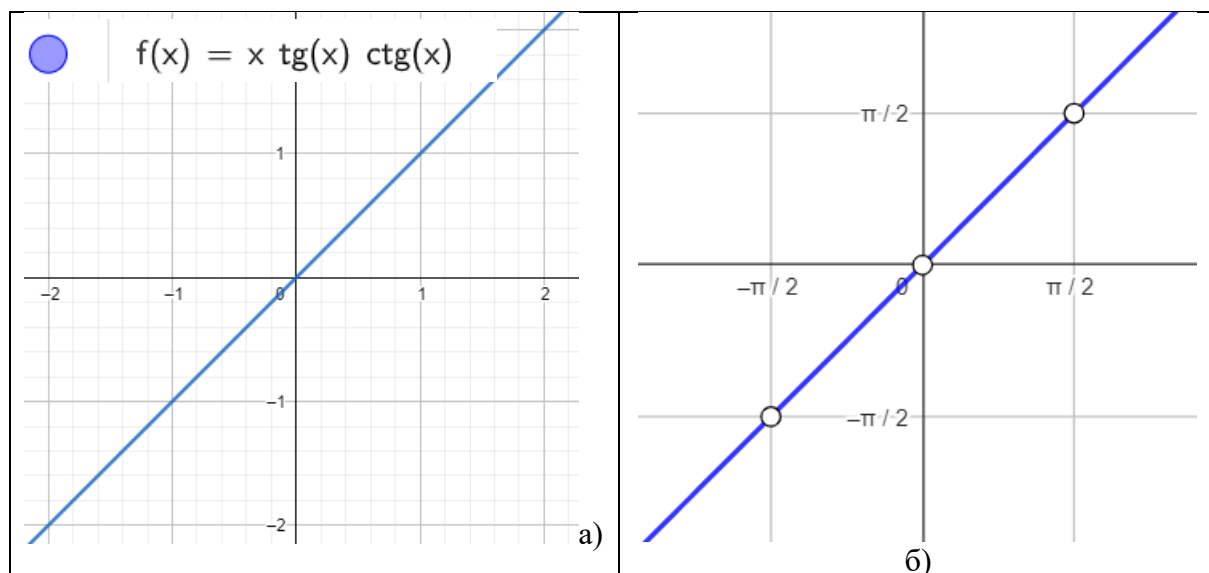


Рис.4. Графік функції  $y = x \cdot \operatorname{tg} x \cdot \operatorname{ctg} x$ , отриманий в GeoGebra (а) та уточнений «вручну» (б).

**Приклад 5.** «Побудуйте графік рівняння  $\sin x + \sin y = 2$  [13, с. 150]».

**Розв'язання:** для побудови графіка заданого рівняння також можливо скористатися графічним калькулятором Desmos чи GeoGebra. Але в результаті на екрані не отримаємо жодного графіка (рис.5 а).

Аналізуючи ситуацію, проводимо міркування таким чином: рівність  $\sin x + \sin y = 2$  можлива, коли  $\sin x = \sin y = 1$  одночасно. Тобто графіком рівняння  $\sin x + \sin y = 2$  буде множина точок з координатами  $\left(\frac{\pi}{2} + 2\pi k; \frac{\pi}{2} + 2\pi n\right)$ , де  $k, n \in \mathbb{Z}$  (рис. 5.б).

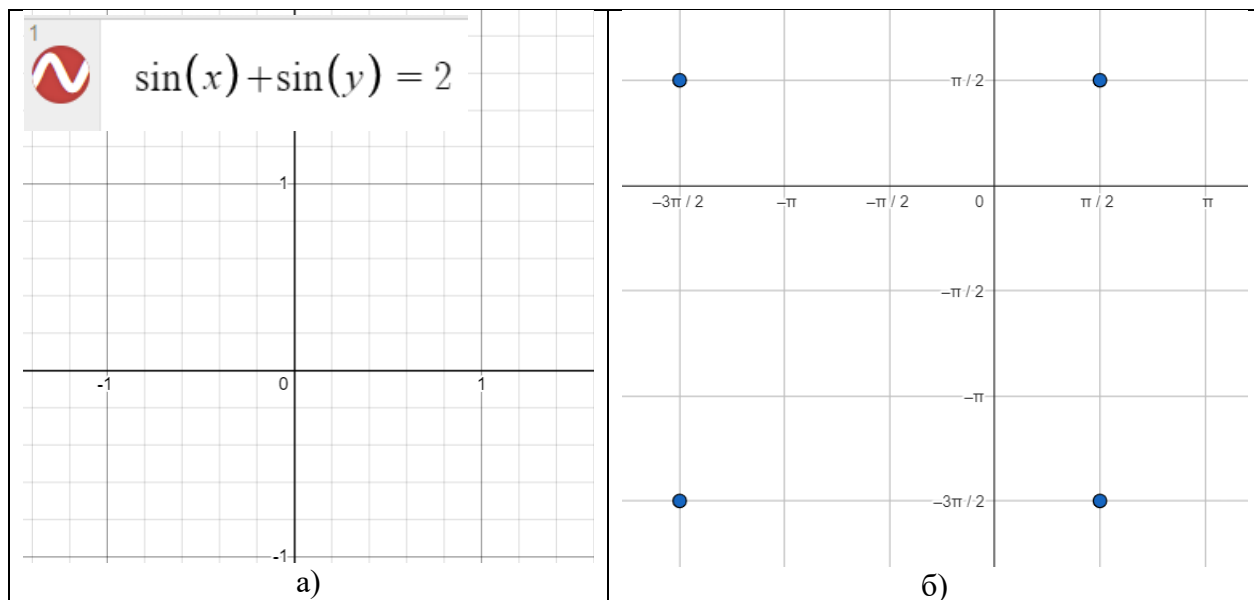


Рис.5. Графік рівняння  $\sin x + \sin y = 2$ , отриманий в Desmos (а) та побудований «вручну» (б).

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Здобувачі освіти зі сформованими навичками критичного мислення можуть зважувати різні факти та точки зору, виявляти логічні помилки та вирішувати проблемні завдання [7]. Роль учителя полягає в тому, щоб зосередити увагу на характеристиках активних математичних стратегій, сприяючи розвитку критичного мислення учнів та метапізнання впродовж усього життя.

Наведені в статті приклади демонструють, що графічні калькулятори та різноманітні математичні програмні засоби не завжди видають правильний результат, тому не тільки спрощують та покращують процес навчання математики, а й навпаки. Учні звикли довіряти комп'ютеру, а виявляється, що отримані результати можуть містити помилки. Саме глибокий критичний аналіз умов та можливих результатів при розв'язуванні задач з використанням ІКТ є просто необхідним, інакше помилок та неправильних математичних уявлень у здобувачів освіти не уникнути. Лише симбіоз людського розуму та комп'ютерних технологій дає найбільший ефект і це мають розуміти учні. Можливо такі приклади стануть значною мотивацією для вивчення математики, змінять переконання учнів у всемогутності нових технологій, піднесуть на новий рівень цінність знань та розуму в цілому, сприятимуть розвитку навичок критичного мислення. В подальшому планується продовжувати педагогічний експеримент та здійснити роботу щодо вимірювання рівня сформованості критичного мислення у здобувачів освіти.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ/REFERENCES**

1. Chukwuyenum, A. N. (2013). Impact of Critical thinking on Performance in Mathematics among Senior Secondary School Students in Lagos State. *Journal of Research & Method in Education*, 3(5), 18–25.
2. Glaser, E. M. (1941). *An Experiment in the Development of Critical Thinking*. Teacher's College, Columbia University.
3. Firdaus, Kailani, I., Md. Nor Bin Bakar, Bakry. (2015). Developing Critical Thinking Skills of Students in Mathematics Learning. *Journal of Education and Learning*, 9(3), 226–236.
4. Jacob, S. M. (2012). Mathematical achievement and critical thinking skills in asynchronous discussion forums. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 31, 800 – 804.
5. Monrat N., Phaksunchai M., Chonchaiya R. (2022). Developing Students' Mathematical Critical Thinking Skills Using Open-Ended Questions and Activities Based on Student Learning Preferences. *Education Research International*. Hindawi. 2022, 1–11.
6. Semerci, C. (2005). The influence of critical thinking skills on students' achievement. *Pakistan Journal of Social Sciences*, 3(4), 598–602.
7. Su, H.F., Ricci, F.A., & Mnatsakanian, M. (2016). Mathematical teaching strategies: Pathways to critical thinking and metacognition. *Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 2 (1), 190–200.
8. Бевз, Г. П., Бевз, В. Г., Владімірова, Н. Г. (2018). Алгебра і початки аналізу. Профільний рівень : підручник для 10 класів закладів загальної середньої освіти. Київ: Видавничий дім «Освіта». (Bevs, G. P., Bevs, V.G., Vladimirova, N.G. (2018). *Algebra and beginnings of analysis. Profile level: textbook for 10th grade*. Kyiv: Osvita Publishing House).
9. Ботузова, Ю. В. (2021). Розвиток навичок критичного мислення учнів під час використання графічних калькуляторів. Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ\*плюс – 2021»: матеріали IV Міжнародної науково-методичної конференції Суми: ФОП Цьома С. П. (Botuzova Yu. V. (2021). *Development of students' critical thinking skills when using graphic calculators. Development of intellectual skills and creative abilities of pupils and students in the process of learning the disciplines of the natural and mathematical cycle "ITM\*plus – 2021": materials of the IV International Scientific and Methodological Conference*. Sumy: FOP Tsyoma S .P.).
10. Державний стандарт базової середньої освіти. (2020). Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/nova-ukrayinska-shkola/derzhavnij-standart-bazovoyi-serednoyi-osviti>. (State standard of basic secondary education. (2020). Retrived from: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/nova-ukrayinska-shkola/derzhavnij-standart-bazovoyi-serednoyi-osviti>.
11. Істер, О. С., Єрґін, О. В. (2018). Алгебра і початки аналізу: (профільний рівень) : підручник для 10–го класу закладів загальної середньої освіти. Київ : Генеза.

- (Easter, O. S., Yergin, O. V. (2018). Algebra and beginnings of analysis: (profile level): textbook for the 10th grade. Kyiv: Genesis).
12. Концептуальні засади реформування середньої школи «Нова українська школа» (2016). Режим доступу: <http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/ua-sch-2016/>. (Conceptual principles of secondary school reform "New Ukrainian School". (2016). Retrived from: <http://mon.gov.ua/activity/education/zagalna-serednya/ua-sch-2016/>).
  13. Мерзляк, А. Г., Номіровський, Д. А., Полонський, В. Б., Якір, М. С. (2018). Алгебра і початки аналізу: профільний рівень : підручник для 10 класів закладів загальної середньої освіти. Харків : Гімназія (Merzlyak, A. H., Nomirovskiy, D. A., Polonsky, V. B., Anchor, M. S. (2018). Algebra and beginnings of analysis: profile level: textbook for 10th grade. Kharkiv : Himnaziia).
  14. Навчальна програма з математики для учнів 10–11 класів загальноосвітніх навчальних закладів (Профільний рівень). (2018). Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>. (Mathematics curriculum for students of grades 10–11 of general educational institutions (Professional level). (2018). Retrived from: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>).

**Botuzova Yu. Possibilities of developing students' critical thinking skills in mathematics lessons.**

**Summary.** Critical thinking skills and the ability to solve problems are among the necessary skills of the 21st century. Such skills should be formed in the younger generation as a result of general secondary education. Mathematics is one of the school subjects, during the study of which it is possible to form critical thinking. On the mathematical lessons students solve various problems, in particular of a problematic nature, determine possible ways to solve them, analyze, interpret, evaluate and substantiate the reasons for the appearance of certain results.

The purpose of the article is to analyze and illustrate the possibilities of developing students' critical thinking skills in mathematics lessons with the using graphic calculators as GeoGebra or Desmos.

Theoretical methods were used in the research: analysis of educational programs and textbooks in mathematics; generalization of own and advanced pedagogical experience; empirical methods: pedagogical observations in mathematics lessons; methods of scientific knowledge: systematization and generalization for the formulation of methodical recommendations and conclusions.

The author considered the theoretical foundations of the formation of critical thinking in mathematics lessons The article provides specific examples that illustrate the possibilities of creating problem situations in mathematics lessons when constructing graphs of power and trigonometric functions with graphing calculators. Searching for errors made by the program stimulates the development of students' critical thinking , because students are used to trusting the computer. It is a deep critical analysis of conditions and possible results when solving problems using ICT that is simply necessary, otherwise mistakes and incorrect mathematical ideas among students cannot be avoided. Such an approach can become a significant motivation for studying mathematics, change students' beliefs in the omnipotence of new technologies, raise to a new level the value of knowledge and intelligence in general, and promote the development of critical thinking skills. In the future, it is planned to continue the pedagogical experiment and carry out work on measuring the level of formation students' critical thinking.

**Key words:** critical thinking, teaching mathematics, problem situation, graphing calculator, GeoGebra, Desmos, error analysis.

УДК 37.026:167.1

DOI 10.5281/zenodo.8028431

М. В. Остапчук

ORCID ID 0000-0002-1549-9137

Рівненський державний гуманітарний університет

## ДИДАКТИЧНА СИСТЕМА ПРОБЛЕМНОГО НАВЧАННЯ ШКІЛЬНОГО КУРСУ ФІЗИКИ

Поняття «система» передбачає наявність множини елементів з відношеннями і зв'язками між ними, що утворюють певну цілісність. У статті розглядається проблемне навчання з погляду цілісного утворення як дидактична система, як тип навчання, який сприяє розвитку творчих здібностей учнів, а не метод навчальної діяльності. Системне утворення приводить до властивості, якою не володіють окремі елементи. Наведено твердження науковців, щодо компонентів дидактичної системи, які не є однозначними. Наприклад, М. Махмутов проблемне навчання вважає дидактичною системою, так як вона пропонує нову структуру взаємодії учителя і учнів. Він пов'язує виникнення дидактичної системи проблемного навчання з дослідженнями Л. Занкова (організація змісту і будови процесу навчання), М. Данилова (побудова процесу навчання), М. Скаткіна, І. Лернера (зміст і методи навчання), Н. Менчинської (побудова системи прийомів пізнавальної діяльності), В. Давидова (організація змісту). Але ми дотримуємося погляду, що дидактична система проблемного навчання шкільного курсу фізики є побудована на певному розумінні логіко-психологічних закономірностей розвитку мислення і творчих здібностей людини.

Навчання засноване на учінні шляхом розв'язання проблем і володіє розвивальною по відношенню до творчих здібностей людини функцією. Цей тип навчання є системою формування творчих здібностей учнів, а не просто сумою чи неявним набором окремих прийомів активізації пізнавальної діяльності учнів, мислення. Зображено авторську модель дидактичної системи, зокрема, дидактична система – це сукупність взаємозв'язаних елементів, якими є цілі навчання, зміст навчання, методи, засоби і організаційні форми навчання, система оцінювання навчальних досягнень учнів. Дано характеристику складових частин-елементів системи. Системоутворюючим чинником дидактичної системи є два елементи: цілі навчання і зміст навчання. Показано розвивальний ефект проблемного навчання, його переваги і недоліки при вивченні фізики. Не всі теми шкільного курсу фізики доцільно вивчати проблемним методом.

**Ключові слова:** дидактична система, проблемне навчання, елементи системи, характеристика елементів системи, системний підхід, курс фізики, розвиток мислення, проблемний метод.

**Постанова проблеми.** Високий розвивальний ефект має проблемне навчання. Ефективність проблемного навчання ні в кого з науковців та вчителів не викликає сумніву, однак його не дуже часто використовують у шкільній практиці. Однією з причин цього є складна технологія його реалізації. Проблемне навчання вимагає значно більшої затрати начального часу, не всі теми шкільного курсу фізики доцільно вивчати проблемним методом. Не є ефективним його використання при вивченні фактологічного матеріалу, біографії вчених, простих формул.

**Аналіз актуальних досліджень.** Реалізацію моделі проблемного навчання ми вбачаємо у системному підході [5; 7; 8]. Необхідність системного підходу в пізнанні була обумовлена тим, що традиційні методи дослідження при вивченні складних об'єктів виявилися мало ефективними. Тому виникла потреба представити складний об'єкт як систему, як цілісне утворення, що дає досліджувати не тільки сам об'єкт, але і його зв'язки та відношення. Сутність системного підходу полягає у спробах подальшого спрощення способів і зв'язків між об'єктами різної природи.

Головним поняттям системного підходу є поняття «системи». Поняття «система» передбачає наявність множини елементів з відношеннями і зв'язками між ними, що утворюють певну цілісність. Аналізоване поняття характеризує такі положення, що стосуються загальної теорії систем: *система є цілісною сукупністю взаємозв'язаних і взаємозумовлених елементів; характерна властивість системи – її ієрархічна будова, пов'язана з потенційною подільністю на множини, об'єднання тощо; цілком визначене місце системи певних елементів щодо інших подібних системних угруповань у межах загального масиву елементів певного типу та інші.*

Системний підхід до дослідження об'єктів має ряд переваг: *цілісне вивчення явищ системи веде до загальної властивості, якою не володіють окремі елементи; закони, поняття, ідеї, які лежать в основі взаємозв'язків елементів системи, пояснюють її впорядкованість, організацію і структуру; взаємозв'язок елементів і характерні для них структурні залежності виявляють розвиток і «поведінку» системи* [3, с. 5].

**Мета статті.** Розглянути проблемне навчання фізики з точки зору дидактичної системи, визначити і дати характеристику її елементів, на моделі показати зв'язки між елементами системи.

**Виклад основного матеріалу.** Термін «дидактична система» увів у вживання Л. Занков у якості засобу представлення дидактичних принципів, різне поєднання яких породжує різні типи навчання [2, с. 8-11]. Дидактичну систему можна вважати загальним способом реалізації закономірностей і принципів навчання. Дидактична система належить до педагогічних систем. Оскільки педагогічна система – це організований об'єкт, що здійснює управління процесом передачі і засвоєння того соціального досвіду, який на даний час нагромадило людство, *то дидактична система – це організований об'єкт за допомогою якого вчитель забезпечує управління процесом передачі і засвоєння учнями системи знань про суспільство, природу, людину і на цій основі розвиток у кожного з них пізнавальних сил, формування наукового світогляду, культури поведінки, позитивних людських якостей* [5, с. 17].

Найбільш характерною ознакою цієї системи є її функція, зокрема, функція управління педагогічним процесом. Учасниками цього процесу є учитель й учні. Як видно з визначення дидактичної системи учні і учитель не входять до її складу як елементи. Проте відомо, що кожна система живе в деякому середовищі, в оточенні інших систем, з якими вона пов'язана певними зв'язками. У деяких системах вони настільки міцні, що їх руйнування знищує і саму систему. Якщо учитель і учні не входять до системи як її елементи, то вони, як це впливає з означення дидактичної системи, обов'язково входять до складу її середовища, тобто для дидактичної системи наявність учителя й учнів, як складових середовища дидактичної системи, є обов'язковою.

Під терміном «учень» розуміються його навчальні характеристики, здібності, задатки, інтереси, навчальний досвід, особливості мислення, пам'яті, уяви, тобто учень взаємодіє з усіма елементами дидактичної системи. Характеристиками компоненту середовища дидактичної системи «учитель» є його педагогічний досвід, знання навчального матеріалу, знання закономірностей навчання, виховання і розвитку, знання всіх навчальних і психологічних характеристик учня, тобто усе те, дозволяє взаємодіяти як з кожним елементом дидактичної системи, так і з усією системою. Маючи сильні зв'язки з усіма елементами, а то й з усією дидактичною системою, середовище істотно впливає на систему в цілому. *У загальному випадку дидактичну систему складає той дидактичний простір, через який учитель і учні взаємодіють між собою.*

Дії вчителя при проблемному навчанні полягають у наступному:

1. Ставити перед учнями навчальні завдання в зрозумілій і цікавій формі.
2. Виконувати функції координатора пошукових дій школярів і партнера, допомагати окремим учням і групам, диференціюючи зміст допомоги.
3. Уміти зіткнути учнів із проблемою, стимулювати творче мислення за допомогою запитань.

4. Коректно виправляти помилки, яких припускаються учні в процесі пошуку гіпотез, їх підтвердження.

5. Спрямовувати діяльність учнів на самостійне опанування різних джерел інформації.

6. Пропонувати свою допомогу лише в тих випадках, коли учні не можуть самостійно прийняти необхідне рішення.

Дії учнів орієнтуються на таку послідовність:

1. Зіткнення з проблемою, виникнення проблемної ситуації.

2. Збір та аналіз даних. Аналіз життєвого досвіду із проблеми, пошук даних про об'єкти та явища, яких не вистачає для розв'язання проблеми.

3. Визначення причинно-наслідкових зв'язків, формування гіпотези. У разі неспроможності учнів самостійно висунути гіпотезу, вона може бути запропонована вчителем.

4. Збір інформації, проведення дослідження, вивчення таблиць, графіків, читання рекомендованої літератури, результатом чого є перевірка припущень і побудова учнями пояснень ситуації, яка призвела до проблеми.

5. Формулювання висновків, аналіз процесу дослідження, з'ясування причини виникнення проблемної ситуації.

Розв'язуючи проблеми навчання, ми торкаємось змісту і цілей навчання, методів, засобів, організаційних форм навчання, системи оцінювання навчальних досягнень учнів. Вони взаємозв'язані, одне зумовлює інше, взаємодіють між собою, отже, утворюють цілісну сукупність, яка складається з вище названих елементів. Ця сукупність і є дидактичною системою. Отже, **дидактична система** – це сукупність взаємозв'язаних елементів, якими є цілі навчання, зміст навчання, методи, засоби і організаційні форми навчання, система оцінювання навчальних досягнень учнів.

Елемент «Цілі навчання» (1) розкриває суть проблеми «Чому вчити?». «Зміст навчання» (2), відповідає на запитання «Що вивчати?», він зумовлюється змістом освіти. Третій – «Методи навчання» (3), розкриває суть того, як можна досягти поставлених цілей навчання, тобто відповідає на запитання «Як вчити?». «Засоби навчання» (4) – четвертий елемент системи, він розкриває особливості педагогічного інструментарію і дає відповідь на запитання «За допомогою чого», «Чим вчити?». П'ятий елемент системи – «Форми організації навчання» (5), відповідає на запитання «У якій формі, де, коли вчити?». Шостий елемент – «Система оцінювання навчальних досягнень учнів» (6) показує досягнуті компетентності учнів у навчанні, виконуючи при цьому одночасно діагностичну, навчальну, виховну, розвивальну та інші функції освітньої діяльності.

Зв'язки між елементами дидактичної системи набувають нових якостей, коли ця система включена як компонент у систему взаємодії вчителя й учня. Тоді ми маємо справу із динамічною системою вищого порядку, яка за своєю суттю є системою навчання, або педагогічною системою.

В історичному аспекті компоненти дидактичної системи неоднозначні. Наприклад, М. Махмутов проблемне навчання вважає дидактичною системою, так як вона пропонує нову структуру взаємодії учителя і учнів. Він пов'язує виникнення дидактичної системи проблемного навчання з дослідженнями Л. Занкова (організація змісту і будови процесу навчання), М. Данилова (побудова процесу навчання), М. Скаткіна, І. Лернера (зміст і методи навчання), Н. Менчинської (побудова системи прийомів пізнавальної діяльності), В. Давидова (організація змісту) [5, с. 275]. І. Малафіїк проблемне навчання називає особливою дидактичною системою. Система побудована на певному розумінні логіко-психологічних закономірностей розвитку мислення і творчих здібностей людини. Навчання засноване на учінні шляхом розв'язання проблем і володіє розвивальною по відношенню до творчих здібностей людини функцією. Цей тип навчання є системою формування творчих здібностей учнів, а не просто сумою чи неявним набором окремих прийомів активізації пізнавальної діяльності учнів, мислення [5, с. 54].

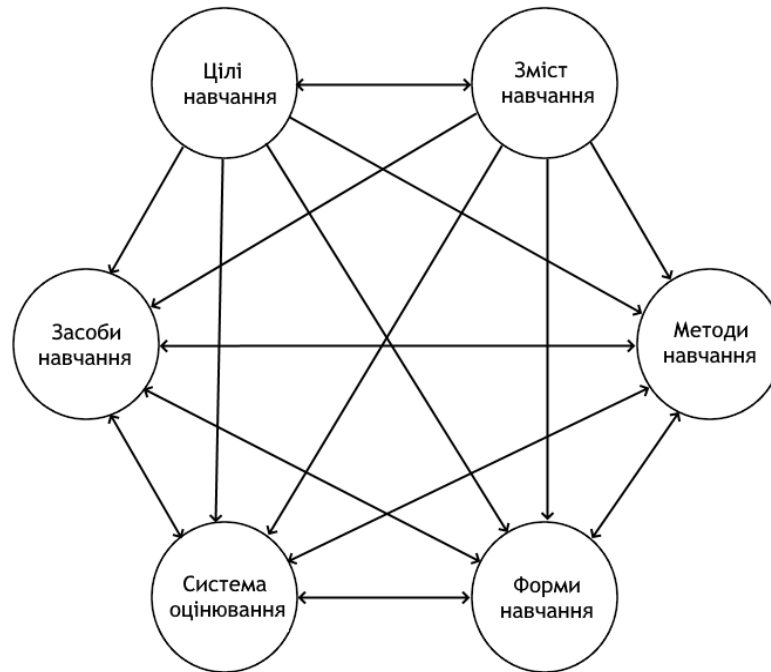


Рис. 1. Модель дидактичної системи проблемного навчання фізики

Розглянемо **перший елемент дидактичної системи проблемного навчання: «Цілі навчання»**. Ціль – це кінцевий результат, на досягнення якого спрямовані зусилля суб'єкта діяльності. Цілі навчання – це результат спільної діяльності вчителя і учня, виражений у точних, однозначних категоріях і поняттях. На даному етапі навчання – це набуття ключових компетентностей, передбачених навчальною програмою з фізики. Ціль проблемного навчання засвоєння результатів наукового пізнання, процесу отримання результатів, вона включає формування пізнавальної самостійності учня, і розвиток його творчих здібностей. Увага робиться на розвиток мислення, врахування його закономірностей. В умовах особистісного навчання ми вважаємо, що розвиток іде із середини і він заснований на природних здібностях. Цілі розвивальної групи охоплюють розвиток того психічного утворення, яке характерне для даного вікового періоду, а також формування вмінь порівнювати, аналізувати, синтезувати, абстрагувати, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, переносити дії з однієї галузі знань в іншу.

**Другий елемент дидактичної системи проблемного навчання «Зміст навчання»** він зумовлюється змістом освіти на даному історичному етапі. Сьогодні зміст освіти орієнтується на Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти, де, зокрема, зміст фізичної компоненти створює передумови для забезпечення усвідомлення учнями наукових фактів, ознайомлення з історією розвитку фізичної науки, формування в учнів знань про основні фізичні поняття і закони і процеси, для розвитку експериментальних умінь і дослідницьких навичок, умінь застосовувати здобуті знання для розв'язування фізичних задач і пояснення фізичних явищ і процесів, формування наукового світогляду і стилю мислення учнів, уявлення про фізичну картину світу, для розкриття ролі знань з фізики в житті людини та суспільному розвитку [1, с. 2-5].

Зміст освіти при особистісно-розвивальному навчанні повинен враховувати індивідуальні можливості школяра даного віку, сприяти розвитку учня. Крім того, беруть до уваги такі фактори: обсяг змісту, його складність, трудність, характер пізнавальної діяльності, час вивчення і ін.

Змінити зміст навчання сьогодні можуть дві тенденції. Перша з них пов'язана з появою нових даних в області розвитку мозку дитини і її вищих функцій. Друга – із формуванням системи неперервної освіти.

**Третій елемент «Методи навчання»** показує як можна досягнути цілей поставлених проблемним навчанням і одночасно засвоївши зміст навчального матеріалу

програми. В основі проблемного навчання лежить метод проблемного вивчення матеріалу. Тому, щоб розкрити суть проблемного навчання, необхідно, в першу чергу, розкрити особливості методу проблемного вивчення матеріалу, тобто розглянути систему нижчого рівня ієрархії, «процес навчання на основі вирішення проблеми». Елементами системи є: а) створення проблемної ситуації, б) формулювання проблеми, в) розробка робочих гіпотез, г) перевірка робочих гіпотез; д) аналіз перевірки робочих гіпотез, є) повернення до проблемної ситуації під кутом зору отриманих висновків.

Розглянемо **«Засоби навчання» – четвертий елемент системи**. Засоби навчання – це різноманітні матеріали й знаряддя навчального процесу, завдяки яким більш успішно і за короткий час досягаються визначені цілі навчання і засвоюється зміст програми з фізики. До засобів навчання належать: підручники, навчальні посібники, дидактичні матеріали, технічні засоби (ТЗН), обладнання, станки, навчальні кабінети, лабораторії, ЕОМ та інші засоби масової комунікації. Засобами навчання можуть слугувати реальні об'єкти, виробництво, споруди.

Зупинимось більш детально на дидактичних матеріалах при проблемному навчанні. Ряд дослідників вважає, що запитання «чому?» є необхідним і головним для формування проблеми, тому створюються різноманітні завдання, які починаються з питання «чому?» [5; 9]. Це дозволяє учням логічно пов'язати кілька фізичних явищ чи понять, побудувати ланцюжок зв'язків між даними явищами і поняттями, заглибитися в тему явища, що сприяє розвитку мислення, творчості, глибшому розумінню суті навчального предмета. Але весь шкільний курс фізики не варто представляти в запитаннях «чому?». Це покаже їх штучність і ускладнить вивчення предмету. Наприклад, чому основна формула для розрахунку роботи струму в електричному колі має вигляд:  $A=IUt$ ? Тому, що вона випливає з поняття напруги –  $U=A/q$ . Звідси  $A=Uq$ . Оскільки  $I=q/t$  і  $q=It$ , то  $A=IUt$ . Або, чому законом Джоуля-Ленца є лише один вираз із трьох, за якими можна обчислити кількість теплоти, що виділяється в провіднику під час проходження струму? Тому, що саме такий вираз  $Q=I^2Rt$  отримали експериментально і незалежно один від одного два фізики Джоуль і Ленц [9, с. 63-64].

Розв'язування фізичних задач у навчальному процесі є найбільш ефективною формою поглиблення, закріплення теоретичного матеріалу і розвитку мислення школярів. Проблемність у навчанні при розв'язуванні фізичних задач пропонує систематичне використання в процесі навчання творчих задач, задач-проблем [4]. Задача є проблемною або творчою якщо в ній сформульована певна вимога, яка виконується на основі знання фізичних законів, але в ній відсутні прямі вказівки на ті фізичні явища, закони, якими необхідно користуватися при розв'язуванні задачі [4]. Задачі-проблеми, звичайно, використовуються на кінцевому етапі вивчення теми, коли учні засвоїли певну суму знань і після цього настає момент, коли необхідно щоб знання стали активними, дійсними. *Проблемні завдання також можна використовувати: на початку уроку, з метою підвищення цікавості до матеріалу теми; на самому уроці, як своєрідна форма вивчення нового матеріалу; при опитуванні, закріпленні навчального матеріалу; на контрольних залікових заняттях; як домашні завдання; при самостійній роботі школярів, тематичній атестації.*

**П'ятим елементом дидактичної системи є «Форми організації навчання»**. Форма – це зовнішній вияв узгодженої діяльності учителя та учнів, яка здійснюється в певному порядку і режимі. Форми організації навчання класифікуються за різними критеріями: за кількістю учнів – індивідуальні, групові; за місцем навчання – шкільні, позашкільні, домашня самостійна робота, заняття на підприємстві; за часом навчання – урочні, позаурочні, факультативні, предметні гуртки, вікторини, конкурси, олімпіади; за дидактичною метою – лекція, семінар, урок, спарені заняття, спарені скорочені заняття, «уроки без дзвінків».

*Вивчення фізики починається у загальноосвітній школі з сьомого класу. В цей період групова форма роботи з учнями є ефективною, тому при проблемному навчанні потрібно починати саме з групової форми роботи [6, с.168-169]. В. Оконь наводить результати виконання завдань учнями як індивідуально так і всім класом. Результати є кращими при колективній роботі майже на 5% [6, с. 149-150].*

**Шостим елементом дидактичної системи є «Система оцінювання навчальних досягнень учнів».** До існуючої дванадцяти бальної системи оцінювання навчальних досягнень учнів в школах України ми пропонуємо, зокрема, при проблемному навчанні, враховувати оцінювання розвитку дитини. Оцінювання розвитку – це форма процесуального оцінювання, своєрідна спроба документування усієї інформації про реальний прогрес учня. Вона оцінює реальний прогрес удосконалення здібностей, а не рівень досягнень порівняно з іншими учнями. В оцінюванні розвитку здебільшого використовується детальний список певних очікуваних чи бажаних поведінкових змін, які вважаються критеріями прогресу. Найчастіше використовуються так звані контрольні листи, які з певною послідовністю фіксують конкретні досягнення чи здібності у різних галузях.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Будь-яка система володіє характерними ознаками, які відображають природу системи як форми її організації у ціле (так звані атрибутивні ознаки). Наприклад, ними є такі складові частини: компоненти чи елементи, системоутворюючий чинник, структура системи, емерджентна властивість, наявність реляційного впливу системи як цілого, її функція та рівні ієрархії. У роботі розглянуто дидактичну систему, визначено її складові частини і дано характеристику елементів дидактичної системи проблемного навчання фізики, на моделі показано, що системоутворюючим чинником є два елементи: цілі навчання і зміст навчання. Інші атрибутивні ознаки дидактичної системи проблемного навчання фізики потребують детального і глибокого дослідження.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES**

1. Про деякі питання державних стандартів повної загальної середньої освіти. Постанова Кабінету Міністрів України, від 30 вересня 2020 року № 898. Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898>. (About some issues of state standards of comprehensive general secondary education. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated September 30, 2020 No. 898. Retrieved from: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898>).
2. Занков, Л. В. (1968). Дидактика и жизнь. Москва. (Zankov, L. V. (1968). Didactics and life. Moscow.).
3. Кириллова, Г. Д. (1983). Совершенствование урока как целесной системы. Учебное пособие. Ленинград : ЛГПИ. (Kirillova, G. D. (1983). Improving the lesson as a whole system. Educational. allowance Leningrad: LHPI).
4. Малафеев, Р. И. (1980). Проблемное обучение физике в средней школе: Из опыта работы. Пособие для учителей. Москва: Просвещение. (Malafeev, R. I. (1980). Problem-based teaching of physics in high school: From work experience. A guide for teachers. Moscow : Prosveshchenye).
5. Малафіїк, І. В. (2014). Дидактика новітньої школи: Навчальний посібник. Київ : Видавничий Дім «Слово». (Malafiiik, I. V. (2014). Didactics of the newest school: Study guide. Kyiv : Vydavnychyi Dim «Slovo»).
6. Оконь, В. (1968). Основы проблемного обучения. Москва : Просвещение. (Okon, V. (1968). Basics of problem-based learning. Moscow : Prosveshchenye).
7. Остапчук, М. В. (2005). Проблемне навчання як дидактична система фізики. Вісник Чернігівського державного педагогічного університету ім. Т. Г. Шевченка. Випуск 30. Серія: педагогічні науки. Чернігів: ЧДПУ, 30, 173–178. (Ostapchuk, M. V. (2005). Problem-based learning as a didactic system of physics. Bulletin of T.G. Shevchenko Chernihiv State Pedagogical University. Issue 30. Series: pedagogical sciences. Chernihiv: ChDPU, 30, 173–178).
8. Остапчук, М. В. (2005). Розгляд проблемного навчання фізики крізь призму дидактичної системи. Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Дидактика фізики в контексті орієнтирів Болонського процесу. Кам'янець-Подільський. КПДУ, інформаційно-видавничий відділ, 11, 57–60.

(Ostapchuk, M. V. (2005). Consideration of problematic teaching of physics through the prism of the didactic system. Collection of scientific works of Kamianets-Podilskyi State University: Pedagogical series: Didactics of physics in the context of the guidelines of the Bologna process. Kamianets-Podilskyi. CPSU, information and publishing department, 11, 57–60).

9. Щербина, Т. (2003). Чому? Цікаві питання з фізики. 7–9 клас. Київ : Редакція загальнопедагогічних газет. (Shcherbina, T. (2003). Why? Interesting questions in physics. Grade 7–9. Kyiv: Editorial office of general pedagogical newspapers).

**Ostapchuk M. V. Didactic system of problem-based learning in a school physics course.**

**Summary.** *The concept of «system» implies the presence of a set of elements with relations and connections between them, forming a certain integrity. The article considers problem-based learning from the point of view of holistic education as a didactic system, as a type of learning that promotes the development of students' creative abilities, rather than a method of educational activity. Systemic education leads to a property that individual elements do not possess. The article presents the statements of scientists regarding the components of the didactic system, which are not unambiguous. For example, M. Makhmutov considers problem-based learning to be a didactic system, as it offers a new structure of interaction between teacher and students. He connects the emergence of the didactic system of problem-based learning with the research of L. Zankov (organisation of the content and structure of the learning process), M. Danilov (construction of the learning process), M. Skatkin, I. Lerner (content and methods of teaching), N. Menchinsskaya (construction of a system of cognitive activity techniques), V. Davidov (organisation of content). However, we are of the opinion that the didactic system of problem-based learning in a school physics course is based on a certain understanding of the logical and psychological laws of the development of thinking and creative abilities of a person. It is based on learning by solving problems and has a developmental function in relation to human creativity. This type of teaching is a system of forming students' creative abilities, not just a sum or implicit set of individual techniques for activating students' cognitive activity and thinking. The author's model of the didactic system is presented, in particular, the didactic system is a set of interrelated elements, such as learning objectives, learning content, methods, means and organisational forms of learning, and a system for assessing students' learning achievements. The author describes the components-elements of the system. The system-forming factor of the didactic system is two elements: learning objectives and learning content. The developmental effect of problem-based learning, its advantages and disadvantages in the study of physics are shown. Not all topics of the school physics course should be studied using the problem-based method.*

**Key words:** didactic system, problem-based learning, system elements, characteristics of system elements, system approach, physics course, development of thinking, problem method.

УДК 378.147+372.851

DOI 10.5281/zenodo.8025578

І. А. Свєрчевська

ORCID ID 0000-0001-7306-3836

Державний університет «Житомирська політехніка»

**УЗАГАЛЬНЕННЯ ІСТОРИЧНОЇ ТОТОЖНОСТІ ДЮФАНТА ЯК ЗАСІБ  
РОЗВИТКУ ТВОРЧОГО МИСЛЕННЯ У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ  
МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ**

*У статті досліджується питання розвитку логічного і творчого мислення для забезпечення формування математичної компетентності здобувачів освіти. Стверджується, що всебічному розвитку особистості, її інтелектуального потенціалу і розвитку мислення*

сприяє робота над власними дослідженнями і пошуками шляхів узагальнення відомих математичних тверджень.

Зосереджується увага на узагальненні відомої історичної тотожності давньогрецького математика Діофанта про два квадрати. Пропонується творчо діяти, керуватися загальними закономірностями тотожностей і проводити узагальнення. Висувати ідеї можливості виконання тотожності для більших степенів чисел, перевіряти їх правильність та спростовувати хибні гіпотези. Знаходити нові можливості узагальнення тотожності Діофанта, збільшивши кількість доданків-квадратів. Перевіряти нові гіпотези, підтверджувати їх власними доведеннями, а також виявляти відомі історичні задачі, що доводять або спростовують узагальнені тотожності для суми трьох, чотирьох і більше квадратів. Пропонується використати для підтвердження можливості узагальнення історичні задачі на доведення тотожностей Коші, Лагранжа, Ейлера.

Робиться висновок, що робота по дослідженню й узагальненню тотожностей, вивчення підходів до доведень, запропонованих авторами історичних задач про тотожності сприятиме виробленню навичок дослідження й узагальнення математичних тверджень, і як наслідок розвитку творчого і логічного мислення.

Таким чином буде покращуватися формування компетентностей здобувача освіти, як математичної в частині її логічної складової, так й інноваційної, для якої є важливими вміння генерувати нові ідеї, аналізувати, доводити їх або спростовувати. Стверджується, що навчання математики має широкі можливості для впровадження компетентнісного підходу в освіті та всебічного розвитку особистості.

**Ключові слова:** компетентнісний підхід, формування компетентностей, математична компетентність, розвиток творчого мислення, навчання математики, визначні історичні задачі, тотожність Діофанта, узагальнення.

**Постановка проблеми.** Першочерговим завданням сучасного освітнього процесу є реалізація компетентнісного підходу в навчанні. Це передбачає формування ключових компетентностей: математичної, компетентності в галузі природничих наук, техніки і технологій, компетентності інноваційності. Основою навчальної діяльності є розвиток компетентної особистості, що вміє творчо мислити, застосовувати свої знання у нових ситуаціях. Важливим завданням навчання математики є інтелектуальний розвиток здобувача освіти, розвиток логічного мислення, пізнавальної самостійності, обґрунтованості суджень.

У формуванні математичної компетентності важливою є логічна складова, тобто розвиток логічного мислення. Компетентність інноваційності передбачає набуття умінь генерувати нові ідеї, аналізувати та планувати їх втілення. Розвиток творчого мислення відбувається при дослідженні нового, виявленні нових зв'язків та властивостей у відомих фактах.

Нами досліджено формування математичної компетентності в процесі вивчення історичних задач [3, с. 19], [5, с. 93], [7, с. 80]; приділено увагу дослідженню математичних моделей в історичних задачах [4, с. 99]; та розвитку інтелектуальних умінь студентів у процесі розв'язування задач [6, с. 107]. Зосередимо увагу на ролі застосування узагальнень у задачах для розвитку творчого мислення при навчанні математики.

**Аналіз актуальних досліджень.** Проблеми впровадження компетентнісного підходу в освітній діяльності досліджують Акуленко І. А., Бурда М. І., Литвинова С. Г., Овчарук О. В., Пометун О. І. Тарасенкова Н. А.

Питання формування математичної компетентності висвітлюють у своїх працях Возносименко Д. А., Кірман В. Г., Матяш О. І., Михайленко Л. Ф., Раков С. А. [2], Скворцова С. О., Хом'юк В. В. [8].

Аспекти розвитку творчого мислення під час навчання розглядали у своїх роботах Алексюк А. М., Бондар В. І., Калашніков І. В., Слєпкань З. І., Чашечнікова О. С. [9].

Використанню історичних задач у навчанні математики присвячені дослідження Бєвз В. Г., Годованюк Т. Л., Шумигай С. М.

**Мета статті:** розкриття можливостей розвитку логічного та творчого мислення, формування математичної компетентності у процесі узагальнення історичної тотожності Діофанта.

**Виклад основного матеріалу.** Дослідження відомої історичної тотожності давньогрецького математика Діофанта про квадрати, генерування ідей по її узагальненню на нові випадки взаємозв'язку чисел і степенів дає поштовх для розвитку творчого мислення і формування важливої логічної складової математичної компетентності.

### Задача з "Арифметики" Діофанта

Історична довідка. Діофант (ймовірно III ст.) – грецький математик з Олександрії. В "Арифметиці" Діофанта дано початки алгебри, розв'язано задачі, що зводяться до невизначених рівнянь [1, с. 172]

*Довести, що добуток двох чисел, кожне з яких є сумою двох квадратів, сам подається як сума двох квадратів.*

Розв'язання. Знайдемо добуток двох даних чисел.  $(a^2 + b^2)(a_1^2 + b_1^2) = (a^2 a_1^2 + b^2 b_1^2 + 2aba_1b_1) + (a^2 b_1^2 + b^2 a_1^2 - 2aba_1b_1) = (aa_1 + bb_1)^2 + (ab_1 - ba_1)^2$ .

Якщо доданки згрупувати інакше, то  $(a^2 + b^2)(a_1^2 + b_1^2) = (a^2 a_1^2 + b^2 b_1^2 - 2aba_1b_1) + (a^2 b_1^2 + b^2 a_1^2 + 2aba_1b_1) = (aa_1 - bb_1)^2 + (ab_1 + ba_1)^2$ .

Маємо тотожність Діофанта  $(a^2 + b^2)(a_1^2 + b_1^2) = (aa_1 \pm bb_1)^2 + (ab_1 \mp ba_1)^2$ .

Можна запропонувати інший спосіб, розклавши суму квадратів на множники, ввівши уявну одиницю  $i$  ( $i^2 = -1$ ).

$$\begin{aligned} (a^2 + b^2)(a_1^2 + b_1^2) &= (a^2 - b^2 i^2)(a_1^2 - b_1^2 i^2) = (a + bi)(a - bi)(a_1 + b_1 i)(a_1 - b_1 i) = \\ &= ((a + bi)(a_1 - b_1 i))((a - bi)(a_1 + b_1 i)) = ((aa_1 + bb_1) - (ab_1 - ba_1)i)((aa_1 + bb_1) + (ab_1 - ba_1)i) = \\ &= (aa_1 + bb_1)^2 + (ab_1 - ba_1)^2. \end{aligned}$$

В загальному вигляді цю тотожність довів Леонардо Пізанський у трактаті "Книга квадратів" (1225 р.) ймовірно за допомогою безпосередніх перетворень.

Вивченням даного питання також займався Огюстен Луї Коші – французький математик. Він розглянув та довів тотожність про суму квадратів на множині комплексних чисел.

### Задача Коші

Історична довідка. Огюстен Луї Коші (1789 – 1857) – французький математик, праці якого стосуються різних галузей математики. Він запропонував розглядати геометричне зображення комплексної змінної як точки, що переміщується у площині. Коші ввів терміни "модуль комплексного числа" та "спряжені комплексні числа". [1, с. 246]

*Якщо помножити між собою два цілих числа, кожне з яких є сумою двох квадратів, то одержаний добуток буде також складатися з суми двох квадратів*

Розв'язання автора. Розглянемо чотири попарно спряжені комплекси  $a + bi$ ,  $a - bi$ ,  $a_1 + b_1 i$ ,  $a_1 - b_1 i$ . Знайдемо добуток всіх, перемножуючи пари спряжених комплексів  $(a^2 + b^2)(a_1^2 + b_1^2)$ . Якщо помножити перший на третій і другий на четвертий, то загальний добуток дорівнює  $(aa_1 - bb_1 + (ab_1 + ba_1)i) \cdot (aa_1 - bb_1 - (ab_1 + ba_1)i) = (aa_1 - bb_1)^2 + (ab_1 + ba_1)^2$ . Отже, доведено  $(a^2 + b^2)(a_1^2 + b_1^2) = (aa_1 + bb_1)^2 + (ab_1 - ba_1)^2$ .

Задамося питанням, як можна узагальнити тотожність Діофанта. Почнемо з випадку збільшення степенів. Чи може добуток двох чисел, що є сумами двох кубів, дорівнювати сумі двох кубів  $(a^3 + b^3)(a_1^3 + b_1^3) = A^3 + B^3$ ? Або добуток двох сум четвертих степенів дорівнювати сумі четвертих степенів  $(a^4 + b^4)(a_1^4 + b_1^4) = A^4 + B^4$ ? Дослідження доводять, що узагальнена тотожність для суми кубів, а також суми четвертих степенів не виконується.

Дослідимо, чи можна узагальнити тотожність Діофанта шляхом збільшення кількості доданків-квадратів. Відомо, що добуток двох чисел, кожне з яких є сумою трьох

квадратів неможливо подати як суму трьох інших квадратів. Для цього достатньо довести тотожність Лагранжа.

### Задача Лагранжа

Історична довідка. Жозеф Луї Лагранж (1707 – 1783) – французький математик і механік. Його називали "хеопсовою пірамідою математичних наук". В алгебрі Лагранж побудував теорію рівнянь, зокрема винайшов метод виключення змінних із системи рівнянь (складання результанта), за допомогою неперервних дробів розв'язував невизначені рівняння [1, с. 269]

$$\text{Перевірити тотожність} \quad (a^2 + b^2 + c^2)(a_1^2 + b_1^2 + c_1^2) - (aa_1 + bb_1 + cc_1)^2 = \\ = (ab_1 - a_1b)^2 + (ac_1 - a_1c)^2 + (bc_1 - b_1c)^2.$$

Доведення можна виконати безпосередніми перетвореннями виразів або із застосуванням властивостей детермінантів. Маємо  $(a^2 + b^2 + c^2)(a_1^2 + b_1^2 + c_1^2) = (aa_1 + bb_1 + cc_1)^2 + (ab_1 - a_1b)^2 + (ac_1 - a_1c)^2 + (bc_1 - b_1c)^2$ . Отже, якщо два множники є сумами трьох квадратів, то їх добуток не є сумою трьох квадратів.

Перевіримо, чи можна узагальнити тотожність для добутку суми чотирьох квадратів.

### Задача з "Універсальної арифметики" Ейлера

Історична довідка. Леонард Ейлер (1707 – 1783) – відомий математик, фізик, механік, астроном [1, с. 181]. "Універсальна арифметика" Ейлера зіграла значну роль у розвитку математичної освіти. Вона була написана в 1767 році, видана в 1768 р. і перевидавалася німецькою, французькою, англійською та іншими мовами. За зразком "Універсальної арифметики" Ейлера склалися підручники з елементарної алгебри. В цій книзі є ряд визначних тотожностей.

*Добуток двох чисел, кожне з яких є сумою чотирьох квадратів, також дорівнює сумі чотирьох квадратів.*

$$(a^2 + b^2 + c^2 + d^2)(a_1^2 + b_1^2 + c_1^2 + d_1^2) = (aa_1 + bb_1 + cc_1 + dd_1)^2 + \\ + (ab_1 - ba_1 + c_1d - cd_1)^2 \\ + (ac_1 - ca_1 + bd_1 - b_1d)^2 + (ad_1 - a_1d + b_1c - bc_1)^2$$

Тотожність можна довести способами застосування комплексних чисел, детермінантів, кватерніонів.

Формули для добутку сум двох і чотирьох квадратів мають застосування в арифметиці комплексних чисел і кватерніонів. С. Робертсон (1859 – 1899) з'ясував, що для множників з 16 квадратів таке подання неможливе. Адольф Гурвіц (1859 – 1919) довів, що вказаний спосіб подання добутку у вигляді суми квадратів має місце тільки для двох множників з двох, чотирьох і восьми квадратів.

Галузь арифметики, що займається питаннями подання цілих чисел у вигляді суми цілих чисел певного вигляду, називається адитивна арифметика. Окремі питання адитивної арифметики розв'язувалися Діофантом (III ст.), Леонардо Пізанським (бл. 1170 – після 1228), Франсуа Вієтом (1540 – 1603), Огюстеном Луї Коші (1789 – 1857). Ці окремі дослідження були перетворені Леонардом Ейлером (1707 – 1783) у науку.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Розвиток творчого мислення пов'язаний з пошуком та висуненням нових ідей, умінням застосовувати вже знайомі факти та на основі дедуктивних міркувань здійснювати узагальнення певних закономірностей, змінюючи окремі елементи. Здійснення цих кроків під час узагальнення тотожності Діофанта про два квадрати на випадок більшої кількості доданків сприятиме розвитку логічного і творчого мислення здобувачів освіти та формуванню математичної компетентності. У подальших дослідженнях слід розглянути вплив дослідницьких математичних завдань на розвиток творчого мислення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Бородин, О. І., Бугай, А. С. (1973). Біографічний словник діячів у галузі математики. Київ : Вища школа. (Borodin, O. I., Buhai, A. S. (1973). Biographical dictionary of prominent figures in the field of mathematics. Kyiv : Vushcha shkola).
2. Раков, С. А. (2005). Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ. Харків: Факт. (Rakov, S. A. (2005). Mathematical education: a competency-based approach using ICT. Kharkiv: Fact).
3. Сверчевська, І. А. (2020). Історичний підхід у формуванні ключових компетентностей при навчанні математики. Інноваційна педагогіка. Одеса, 21(3), 19–23. (Sverchevska, I. A. (2020). Historical approach to the formation of key competences in teaching mathematics. Innovative Pedagogics. Odesa, 21(3), 19–23).
4. Сверчевська, І. А. (2020). Математичні моделі в історичних задачах. Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ\*плюс – 2020», (сс. 99–100). Суми. (Sverchevska, I. A. (2020). Mathematical models in historical tasks. The development of intellectual and creative students' skills while teaching Science and Mathematics «ITM\*plus – 2020», (pp. 99–100), Sumy).
5. Сверчевська, І. А. (2021). Математичні моделі у задачах природничого змісту як засіб формування компетентностей здобувачів освіти. Збірник наукових праць «Актуальні питання природничо-математичної освіти». Суми, 1(17), 93–102. (Sverchevska, I. A. (2021). Mathematical models in problems with scientific meaning as a tool for students' competencies formation. Collection of scientific works «Topical issues of natural science and mathematics education». Sumy, 1(17), 93–102).
6. Сверчевська, І. А. (2021). Розвиток інтелектуальних умінь студентів при вивченні вищої математики. Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ\*плюс – 2021» (сс. 107–108). Суми. (Sverchevska, I. A. (2021). The development of intellectual students' skills while teaching higher mathematics. The development of intellectual and creative students' skills while teaching Science and Mathematics «ITM\*plus – 2021», (pp. 107–108), Sumy).
7. Сверчевська, І. А. (2022). Формування математичної компетентності студентів у процесі розв'язування історичних задач з математичного аналізу. Збірник наукових праць «Актуальні питання природничо-математичної освіти». Суми, 1(19), 80–90. (Sverchevska, I. A. (2022). The formation of mathematical competence of mathematics teachers through solving historical mathematical analysis problems. Collection of scientific works «Topical issues of natural science and mathematics education». Sumy, 1(19), 80–90).
8. Хом'юк, І. В., Кирилашук, С. А., Хом'юк, В. В. (2022). Використання задач на доведення як засобу формування логічної компетентності майбутніх інженерів. Збірник наукових праць «Актуальні питання природничо-математичної освіти». Суми, 1(19), 90–98. (Khomyuk I. V., Kyrilashchuk, S. A., Khomyuk, V. V. (2022). Using problems to prove as a means of forming logical competence of future engineers. Collection of scientific works «Topical issues of natural science and mathematics education». Sumy, 1(19), 90–98).
9. Чашечникова, О. С. (2011). Теоретико-методичні основи формування і розвитку творчого мислення учнів в умовах диференційованого навчання математики (дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02). Суми. (Chashechnikova, O. S. (2011). Theoretical and methodological bases for formation and development of the creative thinking in differentiated teaching of mathematics. (DSc thesis). Sumy).

**Sverchevska I. A. The generalization of Diophantus'es identity as a means of creative thinking development during the formation of mathematical competence.**

**Summary.** The article investigates logical and creative thinking development as a support for the formation of students' mathematical competence. The author states that students' own studies on the generalization of well-known statements promote the comprehensive development of one's personality, thinking and intellectual potential.

The work focuses on a generalization of a famous historical identity by Diophantus, an ancient Greek mathematician, about two squares. The author proposes being creative, following general laws of identities, and making generalizations. The study also recommends putting forward ideas that the identity possibly holds for greater powers, to check whether these ideas are correct, and disprove false hypotheses.

The work also advises searching for new ways to generalize Diophantus's identity by increasing the number of square addends. The author also recommends that students test new hypotheses and prove them by themselves, as well as discover famous historical problems that prove or disprove generalized identities for the sum of three, four and more squares. The article offers using historical problems of proving Cauchy's, Lagrange's, Euler's identities to confirm the possibility of generalization.

The work concludes that investigation and generalization of identities, studying approaches to proving, suggested by the authors of historical problems about identities, facilitates the development of skills of investigating and generalizing of mathematical statements, and as a result, the development of creative and logical thinking.

The above-mentioned factors would also improve the formation of student's competences, including mathematical competence, in its logical component, and innovative competence, in the ability to generate new ideas, to analyse, prove and disprove. The work concludes that studying mathematics gives wide opportunities for applying competency-based approach in education, as well as comprehensive development of the personality.

**Key words:** competency-based approach, competence formation, mathematical competence, creative thinking development, teaching mathematics, famous historical problems, Diophantus's identity, generalization.

УДК 378.147

DOI 10.5281/zenodo.8025425

**І. В. Хом'юк**

ORCID ID 0000-0002-2516-2968

**Н. В. Сачанюк-Кавецька**

ORCID ID 0000-0001-6405-1331

**В. В. Хом'юк**

ORCID ID 0000-0003-1704-570X

**Б. С. Білецький**

Вінницький національний технічний університет

## ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ СТУДЕНТАМИ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ У ВОЛОНТЕРСЬКІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

У дослідженні висвітлено проблему оптимізації волонтерської діяльності засобами математичного інструментарію, який дозволяє зібрати, систематизувати та узагальнити інформацію. Проаналізовано погляди вітчизняних та зарубіжних науковців щодо дефініції поняття «волонтерська діяльність». Констатовано, що волонтерська діяльність дає можливість студентам різних спеціальностей, і технічних в тому ж числі, розширити в певному руслі свою професійну діяльність, здобути новий досвід та застосувати на практиці отримані в університеті знання із різних дисциплін як професійного, так і фундаментального циклів.

Підсумовуючи наведені погляди на поняття «волонтерська діяльність», авторами визначено, що їй притаманний більш стійкий рівень мотивації до діяльності, самостійність у діяльності породжує особистісне та професійне зростання майбутнього фахівця, який завдяки змісту та формам волонтерської діяльності сам вибудовує індивідуальну траєкторію свого професійного зростання.

*Розглянуто деякі напрямки використання математичного інструментарію студентами технічних спеціальностей у волонтерській діяльності. Визначено, що читання графіків є однією із важливих задач вивчення вищої математики, оскільки волонтер може описати динаміку зміни будь-якого показника графічно. Студенти використовуючи отримані знання у ВНТУ здійснювали реєстрацію допомоги, статистику, вели звітність перед партнерами.*

*Одним із найбільш розповсюджених застосувань математики у волонтерській діяльності є використання елементів математичної статистики. Наведено приклади використання елементів математичної статистики у волонтерській діяльності.*

*Авторами запропоновано на основі отриманих статистичних даних волонтерської діяльності розв'язувати різноманітні завдання, зокрема перевірки гіпотези про нормальний закон розподілу даних сукупності. Знаходження способів розв'язування тієї чи іншої задачі, надає можливість студентам застосовувати весь багаж математичних знань, і таким чином, активізувати мислення.*

**Ключові слова:** війна, волонтерська діяльність, вища математика, графіки, майбутній інженер, математичний інструментарій, математична статистика.

**Постановка проблеми.** Повномасштабне російське вторгнення з першої хвилини об'єднало та згуртувало всіх українців, які мужньо, не шкодуючи життя, відстоюють свої цінності та незалежність. Війна, яка вже восьмий рік поспіль триває на території нашої держави, не тільки загартувала дух українців, але й розвинула волонтерську культуру в Україні. З лютого 2022 року, з моменту нападу російських агресорів, українці активізувалися ще більше, зрозуміли, що не можуть і не хочуть стояти осторонь і знайшли джерело енергії у волонтерській діяльності.

Сьогодні благодійністю опікується чи не кожен, не звертаючи уваги на вік, сферу діяльності та досвід організації команд і процесів. Нація українців за характером емпатична, вміє і хоче допомагати, незважаючи на те, що більшість волонтерів – новачки. Молодь і студентство, в тому числі, як ніколи почали займатись волонтерською діяльністю. Разом з тим, більшість з них ніколи раніше не організовували збір коштів або продуктів, не співпрацювали з благодійними фондами. Не маючи досвіду, вони з нуля шукають контакти, виходя на інших волонтерів або центри допомоги в області [2; 5]. Постійне спілкування з різними людьми, швидка організація того чи іншого процесу – все це характеризує студентські волонтерські будні. Саме тому, для оптимізації роботи волонтерських організацій, використовують певні програмні забезпечення з використання математичного інструментарію, який дозволяє зібрати, систематизувати та узагальнити інформацію, що безумовно актуально на даний момент.

**Аналіз актуальних досліджень.** Ураховуючи актуальність порушеної проблеми, різні її аспекти є об'єктом дослідження для вітчизняних та зарубіжних науковців. Зокрема, І. Іванова, О. Лозовицький, О. Брижовата, М. Дейчаківський, Ф. Ступак, Л. Коваль, О. Яременко, Л. Дума, І. Пінчук та ін. розглядають зміст волонтерства, принципи організації волонтерської діяльності, питання практичної підготовки волонтерів до роботи з різними категоріями населення, умови ефективності волонтерського процесу.

У роботах європейських вчених Л. Ремрайк, К. Бідерман, К. Вейсман, Л. Роджерс, С. Маккарлі, К. Кемпбел, К. Нойс та ін. досліджено волонтерство як соціальний феномен; вивченню мотивації до Інтернет-волонтерства присвячені роботи F. Silva, T. Proença, M. Ferreira; динаміку онлайн-волонтерства на різних етапах волонтерського руху висвітлено у працях K. Masters, B. Simmons, J. Woodcock, C. Lintott, G. Graham, A. Greenhill та ін.

Питанням розвитку волонтерського руху в Україні присвячені роботи О. Беспалько, М. Чухрай, Л. Логачова, Т. Лях, С. Харченко, С. Савченко та ін., де робиться акцент на реалізацію проєктів у галузі соціальної роботи. Д. Зверєва, О. Карпенко, О. Бурлія, Н. Сейко, А. Капська та ін. вивчають соціально-педагогічний зміст волонтерської діяльності.

Наукові розробки В. Поладової, О. Аверіної, Р. Остапенко, І. Аллагулової, Л. Іляшенко, Н. Стаценко присвячені обґрунтуванню впливу математичних знань на якість професійної діяльності.

Основні математично-статистичні поняття і формули в економічному аналізі досліджував І. Венецький; використанням теорії ймовірностей та математичної статистики в педагогіці та психології присвячені роботи П. Воловика, Дж. Гласса, О. Рудницької; непараметричні методи статистичної обробки в педагогічних дослідженнях знаходять висвітлення в працях М. Грабар та К. Краснянської; В. Петрук, Г. Кашканова займаються ймовірнісно-статистичними моделями та статистичною оцінкою рішень.

Узагальнення вітчизняного та зарубіжного досвіду реалізації волонтерства вказує на відсутність системного підходу у вирішенні проблем його оптимізації. Проте при такій високій зацікавленості різними аспектами досліджуваної проблеми, питання пов'язані із використанням математичного інструментарію в організації волонтерської діяльності потребують подальшого вивчення.

**Мета статті** – розкриття окремих аспектів використання студентами- волонтерами математичного інструментарію для оптимізації волонтерської діяльності.

**Виклад основного матеріалу.** Проаналізуємо дефінітивну основу дослідження, а саме для конкретизації поняття «волонтерська діяльність» представимо висвітлення даної наукової дефініції науковцями (табл. 1).

Таблиця 1

Тлумачення терміна «волонтерська діяльність»

| №  | Автор                                           | Тлумачення                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Закон України «Про волонтерську діяльність» [3] | «добровільна, соціально спрямована, неприбуткова діяльність, що здійснюється волонтерами шляхом надання волонтерської допомоги»                                                                                                                                                                                                                               |
| 2. | І. Зверева [4, с. 49]                           | «добровільна робота, яка здійснюється фізичними особами на засадах неприбуткової діяльності, без заробітної плати, без просування по службі, заради добробуту та процвітання спільнот та суспільства в цілому»                                                                                                                                                |
| 3. | Т. Крижановська [4, с. 21]                      | добровільна неприбуткова діяльність фізичних осіб – волонтерів, яка спрямована на надання допомоги особам, що перебувають у складних життєвих обставинах та потребують сторонньої допомоги, і сприяє самореалізації волонтера. Дозволяє реалізувати потребу в спілкуванні, знайти нові зв'язки, відчувати свою корисність.                                    |
| 4. | Електронний ресурс [1]                          | можливість впливати на те, що відбувається довкола, ініціювати власні проекти та змінювати країну. Волонтерська діяльність будується на 3 основних характеристиках, без яких працю не можна вважати волонтерською: 1) добровільність; 2) неприбутковість; 3) суспільна користь.                                                                               |
| 5. | Електронний ресурс [6]                          | можливість займатися цікавою справою і отримувати досвід, можливість забути про свої проблеми, і в той же час стати для когось потрібним, це реалізація себе і можливість бути багатим. Адже, як сказав один мудрець, багатий – це не той, хто має багато грошей, а той – хто може чимось поділитися. Не важливо чим – навіть посмішкою або словом розуміння. |

Волонтерська діяльність дає можливість студентам різних спеціальностей, і технічних в тому ж числі, розширити в певному руслі свою професійну діяльність, здобути новий досвід та застосувати на практиці отримані в університеті знання із різних дисциплін як професійного так і фундаментального циклів.

Якщо порівнювати навчально-професійну діяльність студентів з волонтерською, то остання має ряд переваг, серед яких можна виділити ключові, а саме:

- більш стійкий рівень мотивації до діяльності, що зумовлений добровільною участю в ній;
- самостійність у діяльності породжує динамічне та якісне особистісне та професійне зростання майбутнього фахівця технічних спеціальностей;
- зміст та форми волонтерської діяльності зумовлюють особистість майбутнього фахівця вибудовувати індивідуальну траєкторію професійного зростання (оволодівати новими методами, технологіями).

Розглянемо деякі напрямки використання математичного інструментарію студентами технічних спеціальностей у волонтерській діяльності. Практично кожен волонтер тією чи іншою мірою має справу з обробкою інформації [7], яка може бути відображена графічно і описує динаміку зміни довільного показника, тому читання графіків – надзвичайно важлива задача при вивченні математики. Розуміння понять аргументу (незалежної змінної), функції (залежної змінної), їх поведінки (зростання, спадання, монотонність, періодичність (циклічність), симетричність, наявність екстремумів, характерна залежність, яку можна описати набором елементарних математичних функцій та ін.) приростів аргументу та функції, швидкості зміни функції (похідна функції) – беззаперечний факт.

Одним із найбільш розповсюджених застосувань математики у волонтерській діяльності є використання елементів математичної статистики.

Члени громадської організації «Полум'я Надії», серед яких є студенти Вінницького національного технічного університету, долучилися до допомоги переселенцям і 15 березня 2022 року, через 3 тижні від початку війни, вони надали першу допомогу переселенцям.

Центр надання допомоги спочатку налічував всього декілька людей, але зараз – це команда 70 осіб. Використовуючи інфографіку, студенти відмітили синім кольором вінничан, які вже були в команді, а жовтим – переселенців, які втративши все, не стали піклуватись лише про свій комфорт, але почали допомагати іншим (рис.1).

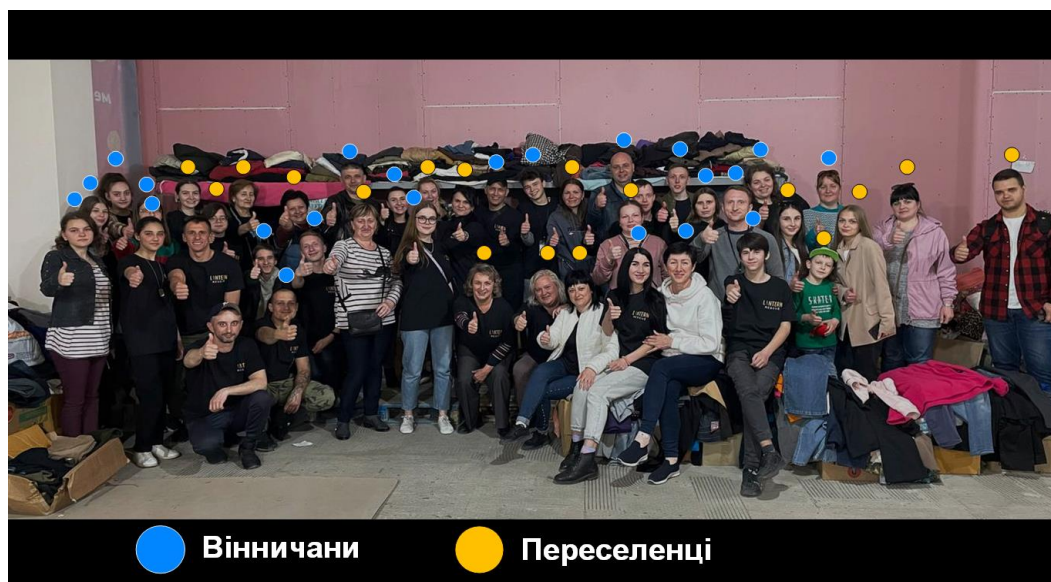


Рис. 1. Члени центру надання допомоги переселенцям.

Студентами ВНТУ було створено електронну систему реєстрації, яка прискорила процес реєстрації, і вже через декілька днів кількість людей, що отримувала допомогу зросла до 500 осіб в день.

Таким чином, студенти використовуючи отримані знання у ВНТУ здійснювали реєстрацію допомоги, статистику, вели звітність перед партнерами.

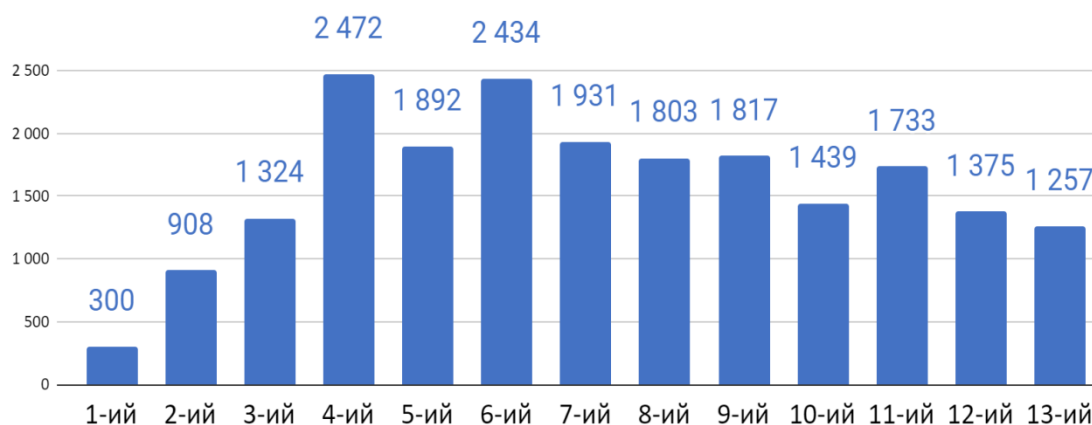


Рис. 2. Діаграма кількості осіб, яким надана допомога в перші 13 тижнів війни.

Крім того, для наочності студентами було наведено динаміку у вигляді графіків (полігону відносних частот) (рис. 3), де на горизонтальній осі – номери тижнів, по вертикалі – частота появи ВПО (у відсотках).

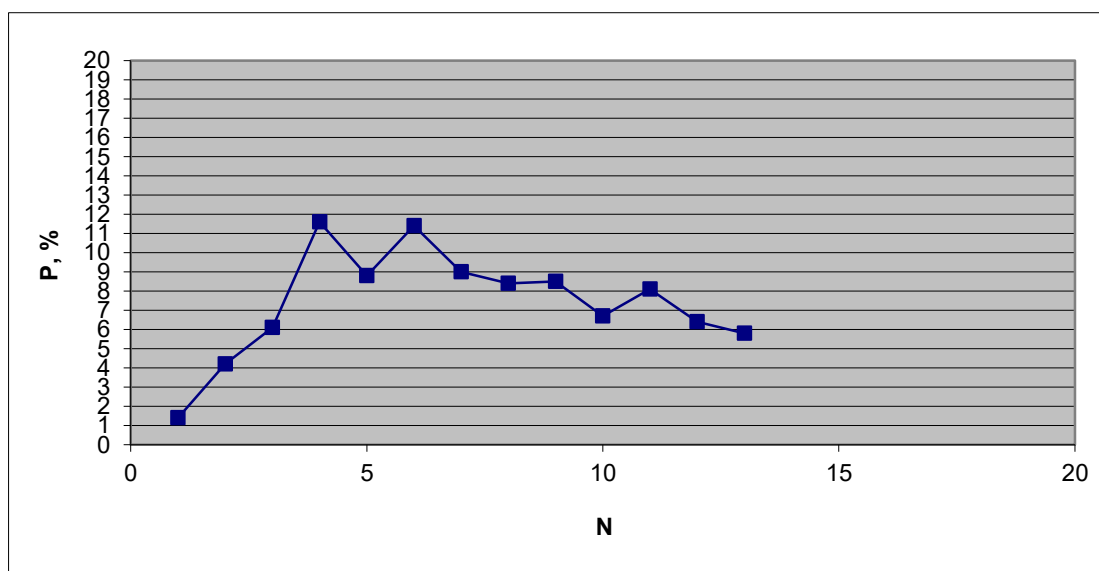


Рис. 3. Полігон розподілу ВПО у Вінницю за перші 13 тижнів війни.

Враховуючи, що крім студентів старших курсів навчання, які вже мали змогу використати отримані знання на практиці, серед волонтерів були також студенти 1-2 курсів, які в даний момент вивчали курс вищої математики, саме їм ми пропонуємо на основі отриманих статистичних даних розв'язати різноманітні завдання.

Наприклад, використовуючи критерій Пірсона, при рівні значимості 0,05 встановити, чи узгоджується гіпотеза про нормальний розподіл генеральної сукупності з даними вибірки об'єму  $n$  (дані до задачі взяті з рис.2).

| Номер інтервалу | Границі інтервалу |   | Частота | Номер інтервалу | Границі інтервалу |    | Частота |
|-----------------|-------------------|---|---------|-----------------|-------------------|----|---------|
| 1               | 0                 | 1 | 300     | 8               | 7                 | 8  | 1803    |
| 2               | 1                 | 2 | 908     | 9               | 8                 | 9  | 1817    |
| 3               | 2                 | 3 | 1324    | 10              | 9                 | 10 | 1439    |
| 4               | 3                 | 4 | 2472    | 11              | 10                | 11 | 1733    |
| 5               | 4                 | 5 | 1892    | 12              | 11                | 12 | 1375    |
| 6               | 5                 | 6 | 2434    | 13              | 12                | 13 | 1257    |
| 7               | 6                 | 7 | 1931    |                 |                   |    |         |

Завдання такого типу, в першу чергу, носять прикладний характер, тісно пов'язані із життям, вказують на застосування математичного апарату у повсякденному житті. Для того, щоб набуті в процесі вивчення математики знання, уміння і навички були дійсними, вони повинні систематично підкріплюватися практикою. Задачі прикладного змісту створюють для цього особливо сприятливі умови. Ще більшу користь приносить складання самими студентами задач прикладного змісту. Ми пропонуємо скласти задачі, в яких було б показано використання математики на практиці саме в їх професії [8; 9].

За перших 70 днів роботи громадської організації, допомогу отримало 21384 особи. Використовуючи математичну статистику, студенти отримали завдання відобразити статистично кількість осіб, яким було надано допомогу.

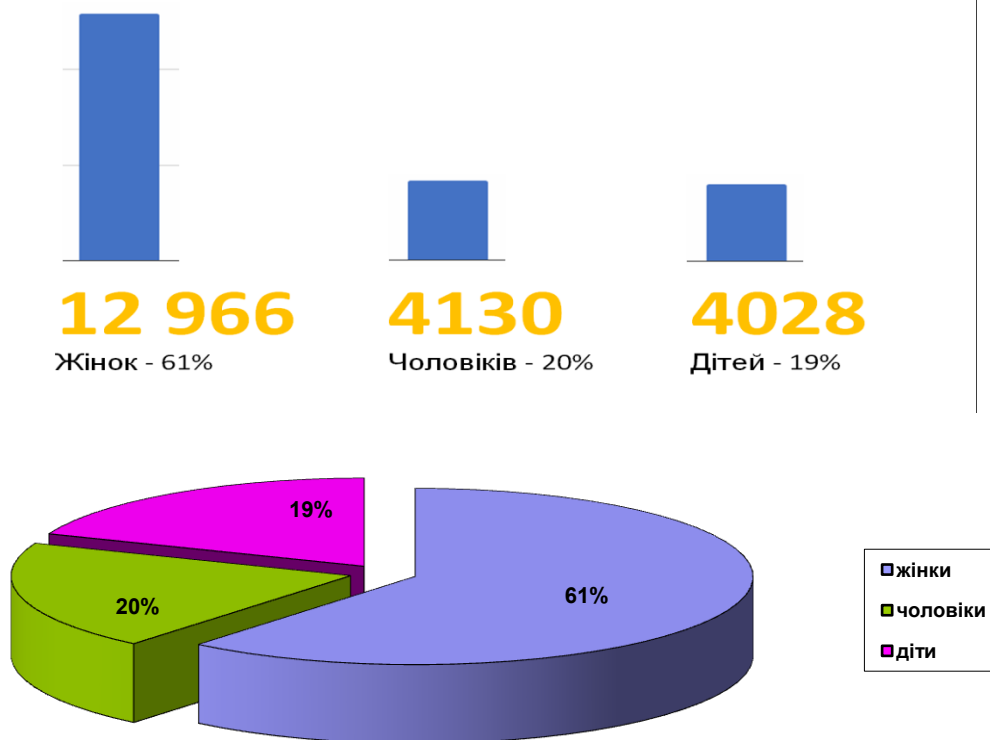


Рис. 4. Особи, які отримали допомогу в перші місяці війни.

Використовуючи інфографіку, студенти відмітили 494 населених пунктів звідки були ВПО. Це кожен 60 населений пункт України.

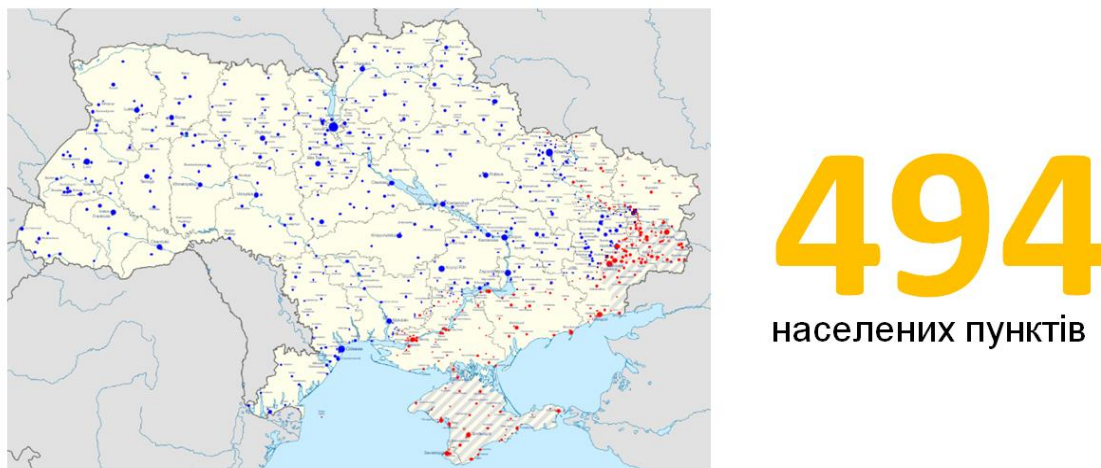


Рис. 5. Інфографіка населених пунктів України ВПО

Ще одне завдання, яке було поставлено перед студентами – це визначити населені пункти України, з яких найбільше приїхало до Вінниці переселенців.



Рис. 6. Діаграма розподілу переселенців відносно місць проживання

За результатами дослідження можна констатувати, що найбільше внутрішньо переміщених осіб з Харкова, тобто кожний 5-ий переселенець – харків'янин.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Отже, однією із складових системи професійної підготовки сучасного інженера є фундаментальна підготовка, основним завданням якої є удосконалення професійної підготовки і всебічного розвитку студента як особистості. Серед складових фундаментальної підготовки інженера як висококваліфікованого фахівця є набуття знань з вищої математики та вміння застосовувати набуті знання у професійній діяльності та в процесі знаходження розв'язку у вирішенні певних життєвих ситуацій.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо у роботі над розглядом прикладних задач з інших розділів курсу вищої математики та обґрунтуванні чітких міжпредметних зв'язків між дисциплінами професійної підготовки, які б забезпечували якісну підготовку майбутніх фахівців технічних спеціальностей.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Волонтер – це можливість зробити світ кращим. Режим доступу: <http://sunnyworld.org.ua/volonter-eto-vozmozhnost-sdelat-mir-luchshe/> (A volunteer is an opportunity to make the world a better place. Retrieved from: <http://sunnyworld.org.ua/volonter-eto-vozmozhnost-sdelat-mir-luchshe/>).
2. Грищенко, Н. І. (2018). Волонтерський рух в сучасній Україні як стратегія розвитку молодіжного лідерства. Вісник НТУУ «КПІ». Політологія. Соціологія. Право, 2 (38), 73–78 (Hryshchenko, N. I. (2018). The volunteer movement in modern Ukraine as a strategy for the development of youth leadership. Bulletin of NTUU «KPI». Politology. Sociology. Law, 2 (38), 73–78).
3. Закон України «Про волонтерську діяльність». Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3236-17> (Law of Ukraine «On Volunteering» Retrieved from: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/3236-17>).
4. Зверева, І. В., Лактіонова, Г. В. (2010). Підготовка волонтерів та їх роль у реалізації соціальних проєктів. Київ : Науковий світ. (Zvereva, I. V., Laktionova, G. V. (2010). Training of volunteers and their role in the implementation of social projects. Kyiv: Науковий світ).

5. Разом ми сильні: як волонтери допомагають Україні. Режим доступу: <https://mind.ua/openmind/20240862-razom-mi-silni-yak-volonteri-dopomagayut-ukrayini> (Together we are strong: how volunteers help Ukraine. Retrieved from: <https://mind.ua/openmind/20240862-razom-mi-silni-yak-volonteri-dopomagayut-ukrayini>).
6. Про волонтерство простими словами. Режим доступу: <https://platforma.volunteer.country/posts/pro-volonterstvo-prostymy-slovamy> (About volunteering in simple words. Retrieved from: <https://platforma.volunteer.country/posts/pro-volonterstvo-prostymy-slovamy>).
7. Психологічні засади оптимізації волонтерської діяльності студентської молоді засобами інформаційно-комунікаційних технологій. Режим доступу: <https://www.researchgate.net/publication/334244158> (Psychological principles of optimizing the volunteer activity of student youth by means of information and communication technologies. Retrieved from: <https://www.researchgate.net/publication/334244158> ).
8. Хом'юк, В. В. (2014). Компетентнісний підхід до формування математичної компетентності майбутніх інженерів. Вісник Чернігівського національного педагогічного університету: серія: педагогічні науки. Чернігів: ЧНПУ, 117, 258–261 (Khomyuk, V.V (2014). Competence approach to the formation of mathematical competence of future engineers. Bulletin of the Chernihiv National Pedagogical University: series: pedagogical sciences. Chernihiv: ChNPU, 117, 258–261).
9. Хом'юк, І. В., Хом'юк, В. В. (2006). Вплив задач прикладного змісту на професійну підготовку інженера-механіка. Збірник доповідей VIII Міжнар. наук. конф. ім. М Кравчука, 946 (Khomyuk, I. V., Khomyuk, V. V. (2006) The influence of applied content problems on the professional training of a mechanical engineer. Collection of reports VIII International. of science conf. named after M. Kravchuk, 946).

**Khomyuk I. V., Sachaniuk-Kavets'ka N. V., Khomyuk V. V., Biletskyi B. S. Use of mathematical tools by students of technical specialties in volunteer activities.**

*Summary.* The study highlights the problem of optimizing volunteer activity by means of mathematical tools that allow collecting, systematizing and summarizing information. The views of domestic and foreign scientists regarding the definition of the concept of "volunteer activity" were analyzed. It has been established that volunteer activity gives students of various specialties, including technical ones, the opportunity to expand their professional activities in a certain direction, gain new experience and apply in practice the knowledge acquired at the university from various disciplines of both professional and fundamental cycles. Summarizing the above views on the concept of "volunteer activity", the authors determined that it is characterized by a more stable level of motivation for activity, independence in activity generates personal and professional growth of the future specialist, who, thanks to the content and forms of volunteer activity, builds an individual trajectory of his professional growth. Some areas of use of mathematical tools by students of technical specialties in volunteer activities are considered. It was determined that reading graphs is one of the important tasks of studying higher mathematics, since a volunteer can describe the dynamics of changes in any indicator graphically. Using the knowledge gained at VNTU, the students carried out assistance registration, statistics, and reporting to partners. One of the most common applications of mathematics in volunteering is the use of elements of mathematical statistics. Examples of the use of elements of mathematical statistics in volunteer activities are given.

The authors proposed to solve various tasks on the basis of the obtained statistical data of volunteering activities, in particular, to test the hypothesis about the normal law of distribution of population data. Finding ways to solve this or that problem gives students the opportunity to apply all the baggage of mathematical knowledge, and thus, to activate thinking.

**Key words:** war, volunteering, higher mathematics, graphics, future engineer, mathematical tools, mathematical statistics.

УДК 372.851.2 +378 +376.68  
DOI 10.5281/zenodo.8032560

О. С. Чашечникова  
ORCID ID 0000-0003-1101-5534  
Сумський державний педагогічний  
університет імені А.С.Макаренка

## МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ УЧНІВ З РІЗНИМИ СТИЛЯМИ МИСЛЕННЯ

*На основі врахування психологічних досліджень можна виявити закономірності засвоєння різними групами учнів конкретних тем шкільного курсу математики, зокрема геометричних перетворень. Саме врахування цих особливостей надає можливість розробити відповідну ефективну систему методів, прийомів, засобів навчання. Але проведений моніторинг свідчить: результати психолого-педагогічних досліджень щодо специфіки навчання учнів на практиці майже не використовуються.*

*Вивчення геометрії є потужним засобом формування та розвитку творчих здібностей учнів. Шкільна математична освіта традиційно більш спрямована на розвиток логічного мислення (і це посилюється після впровадження зовнішнього незалежного оцінювання), тому переважно стимулюються лівопівкульні можливості учнів. Використання засобів візуалізації полегшує сприймання школярами просторових об'єктів, але правопівкульні можливості учнів задіяні мало, і це не сприяє розвитку просторової уяви, просторового мислення.*

*Геометричні перетворення – важливий розділ курсу геометрії, на вивчення якого через низку об'єктивних причин звертають необґрунтовано мало уваги. Ідея геометричних перетворень є однією з основних у математиці та у різних галузях її застосування. Вона тісно пов'язана з поняттям «функція» (кожній точці однієї фігури ставиться у відповідність за певним законом одна і тільки одна точка іншої фігури). Одне із завдань вивчення рухів у курсі геометрії – формування в учнів поняття про рівність геометричних фігур (раніше використовувався термін «конгруентність»), вироблення навичок виконувати побудови за допомогою циркуля та лінійки. Обмеження лише побудовами за допомогою відповідних програмних засобів обмежує розвиток самостійного геометричного мислення учнів. Дотримання паритету надає можливість збалансувати спрямованість роботи як з «лівопівкульними», так і з «правопівкульними» учнями.*

**Ключові слова:** навчання геометрії, геометричні перетворення, міжпівкульна асиметрія, стилі мислення, вивчення геометрії, освітній процес з математики.

**Постановка проблеми.** Гасло особистісно орієнтованого навчання передбачає необхідність диференціації навчання математики, можливості побудови індивідуальних освітніх траєкторій учнів, що має спиратися на врахування індивідуальних особливостей учнів, їх схильностей та здібностей. Зокрема, для того, щоб процес формування інтелектуальних здібностей та творчого мислення був ефективним, необхідно мати уявлення про залежність природи психологічних механізмів мислення від домінування різних півкуль мозку. На основі врахування психологічних досліджень можна виявити закономірності засвоєння різними групами учнів конкретних тем шкільного курсу математики, зокрема геометричних перетворень. Саме врахування цих особливостей надає можливість розробити відповідну ефективну систему методів, прийомів, засобів навчання. Але проведений моніторинг свідчить: результати психолого-педагогічних досліджень щодо специфіки навчання учнів на практиці майже не використовуються.

*Вивчення геометрії є потужним засобом формування та розвитку творчих здібностей учнів. Шкільна математична освіта традиційно більш спрямована на розвиток логічного мислення (і це посилюється після впровадження зовнішнього незалежного оцінювання), тому*

переважно стимулюються лівопівкульні можливості учнів. Використання засобів візуалізації полегшує сприймання школярами просторових об'єктів, але правопівкульні можливості учнів задіяні мало, і це не сприяє розвитку просторової уяви, просторового мислення.

Нами з 1993 року як у теоретичних дослідженнях [2; 5; 6], так і у практиці навчання використовуються сучасні дослідження з нейрофізіології, відповідно яким у навчальному процесі необхідно виділяти мотиваційний, операційний та результативний етапи; створюються та впроваджуються у навчальний процес методики, які спрямовані на врахування специфіки навчання як правопівкульних, так і лівопівкульних школярів; досліджуються стилі міркувань учнів, специфіка розробки методів і прийомів навчання, що враховують індивідуальні психофізіологічні особливості школярів (зокрема те, що учні з різною міжпівкульною асиметрією роблять помилки різного походження); розглядаються гендерні відмінності у стратегіях розумових процесів. Але необхідним є створення методичних підходів, які б враховували специфіку сучасних умов навчання математики.

**Тому** метою статті є обґрунтування методичних підходів до навчання учнів геометричних перетворень у сучасних умовах.

**Аналіз актуальних досліджень.** З'являється все більше нових досліджень, присвячених проблемі формування та розвитку просторової уяви, геометричного мислення учнів. Але їх основу заклали роботи Лурія А. Р. (2003), Ротенберга В. С., Бондаренко С. М. (1989), Сиротюка А. Л. (щодо навчання із врахуванням психофізіології, 2001), Спрингера С., Дейча Г. (врахування специфіки «правопівкульності» та «лівопівкульності», 1983) та інші.

Нами проводились дослідження протягом декілька років, зокрема у процесі підготовки робіт магістрантів щодо вивчення геометричних перетворень із врахуванням нейрофізіологічних особливостей різних груп учнів (Кравченко Л. К., наук. керівник Чашечникова Л. Г., 2009-2010 рр [3]; Плющик Т. О., наук. керівник Чашечникова О. С., 2013-2014 рр). Але необхідною є адаптація розроблених методичних підходів до сучасних умов, зокрема, до специфіки дистанційного навчання.

**Виклад основного матеріалу.** Геометричні перетворення – важливий розділ курсу геометрії, на вивчення якого через низку об'єктивних причин звертають необґрунтовано мало уваги. Ідея геометричних перетворень є однією з основних у математиці та у різних галузях її застосування. Вона тісно пов'язана з поняттям «функція» (кожній точці однієї фігури ставиться у відповідність за певним законом одна і тільки одна точка іншої фігури). У шкільному курсі геометрії вивчають рух та перспективно-подібне перетворення (гомотетія).

Поняття перетворення у курсі геометрії середньої школи доцільно вводити на наочному, інтуїтивному рівні. Важливо, щоб учні усвідомили: при перетворенні подібності відстані між точками відповідних фігур (образа та прообраза) знаходяться у залежності  $X'Y' = k \cdot XY$ , а рух є подібним перетворення з  $k = 1$ . Щоб проілюструвати школярам специфіку центральної та осової симетрії, поворота та паралельного перенесення, необхідно використовувати не лише комп'ютерні технології, але й рухомі планіметричні моделі (ці моделі може виготовити як вчитель, так і самі учні).

Узагальнити властивості можна у вигляді таблиці 1 (заповнюється або паралельно з вивченням відповідного перетворення, або на уроці узагальнення та систематизації).

Важливо і корисно використовувати відповідну символіку:

$S_l$  – осова симетрія відносно вісі  $l$ ;

$Z_O$  (або  $S_O$ ) – центральна симетрія відносно центру  $O$ ;

$R_O^{\alpha^\circ}$  – поворот навколо точки  $O$  на кут  $\alpha^\circ$  проти годинникової стрілки;

$R_O^{-\alpha^\circ}$  – поворот навколо точки  $O$  на кут  $\alpha^\circ$  за годинниковою стрілкою;

$T_{\overline{AB}}$  – паралельне перенесення на вектор  $\overline{AB}$ ;

$H_O^k$  – гомотетія з центром  $O$  і коефіцієнтом  $k$ .

Таблиця 1

Узагальнення відомостей про геометричні перетворення,  
які вивчаються у курсі планіметрії

|                   | Властивості                                                         |                                                                                             |                                                             |                                                                           |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Перетворення      | Центральна симетрія ( $Z_O$ )                                       | Осьова симетрія ( $S_l$ )                                                                   | Поворот ( $R_O^{\alpha^\circ}$ )                            | Паралельне перенесення ( $T_{\overline{AB}}$ )                            |
| Нерухомі елементи | Центр симетрії                                                      | Вісь симетрії та точки, які належать вісі симетрії; прямі, що перпендикулярні вісі симетрії | Центр повороту                                              | Немає                                                                     |
| Точка             | У точку                                                             |                                                                                             |                                                             |                                                                           |
| Пряма             | У пряму, що паралельна даній                                        | У пряму                                                                                     | У пряму                                                     | У пряму, що паралельна даній                                              |
| Кут               | У кут, що рівний йому                                               |                                                                                             |                                                             |                                                                           |
| Трикутник         | У трикутник, що рівний йому                                         |                                                                                             |                                                             |                                                                           |
| Коло              | У коло, що рівне йому                                               |                                                                                             |                                                             |                                                                           |
| Фігура            | У фігуру, що рівна їй                                               |                                                                                             |                                                             |                                                                           |
| Символіка         | $Z_O(F) = F_1$ , або<br>$S_O(F) = F_1$<br>$F \xrightarrow{Z_O} F_1$ | $S_l(F) = F_1$ ,<br>$F \xrightarrow{S_l} F_1$                                               | $R_O^\alpha(F) = F_1$ ,<br>$F \xrightarrow{R_O^\alpha} F_1$ | $T_{\overline{AB}}(F) = F_1$ ,<br>$F \xrightarrow{T_{\overline{AB}}} F_1$ |

Вчимо учнів правильно читати «мову символів», формуємо культуру математичної мови. Наприклад,  $S_l(F) = F_1$  – фігура  $F$  переводиться (відображається) відносно вісі симетрії у фігуру  $F_1$ . Фігура  $F_1$  – образ фігури  $F$  при симетрії  $S_l$ , тоді  $F$  – прообраз  $F_1$ . Послідовне виконання декількох перетворень називають композицією цих перетворень. Наприклад, якщо використовується симетрія з віссю  $l$ , а потім поворот навколо точки  $O$  на  $30^\circ$ , то можна говорити про композицію осьової симетрії  $S_l$  і повороту  $R_O^{30^\circ}$ . Записують:  $R_O^{30^\circ} \circ S_l$ . Необхідно звернути увагу учнів на порядок запису: першим виконується перетворення, яке записане останнім, тобто запис необхідно читати з права наліво. Запис  $Z_O \circ T_{\overline{AB}}(A) = B$  означає, що точка  $A$  переводиться в точку  $B$  композицією паралельного переносу на вектор  $\overline{AB}$  і центральною симетрією з центром в точці  $A$ .

Використання символіки допомагає зекономити час у процесі розв'язування задачі, її оформлення, допомагає школярам усвідомити алгоритм її розв'язування задачі. Кожний запис символами необхідно «проговорювати», пояснювати. Це сприяє розвитку у школярів здатності трансформувати інформацію, формуванню культури математичної мови.

У геометрії рух відіграє важливу роль: змінюється розташування фігури на площині, але не змінюються форма та розміри. При чому побудова фігур, у які перейдуть задані фігури при вказаних рухах, зводиться до побудови визначальних точок (поняття «*визначальні точки*» було введено Чашечниковим С. М. [1]). Визначальні точки потрактовані ним як такі точки фігури, які однозначно її задають. Оскільки при розв'язуванні задач на побудову визначальні точки шуканої фігури можуть бути одержані як точки перетину двох прямих, двох кіл, прямої та кола, то пошук умов існування розв'язків задачі зводиться, як правило, до пошуку умов перетину двох прямих, двох кіл, прямої та кола.

Одне із завдань вивчення рухів у курсі геометрії – формування в учнів поняття про рівність геометричних фігур (раніше використовувався термін «конгруентність»), вироблення навичок виконувати побудови за допомогою циркуля та лінійки. Обмеження

лише побудовами за допомогою відповідних програмних засобів обмежує розвиток самостійного геометричного мислення учнів.

Традиційно зустрічаємо різні означення симетричних точок. Використовуються конструктивні означення, зокрема у контексті центральної симетрії: нехай  $O$  — фіксована точка,  $X$  — довільна точка площини. Відкладемо на продовженні відрізка  $OX$  за точку  $O$  відрізок  $OX'$ , що дорівнює  $OX$ . Точка  $X'$  називається симетричною точці  $X$  відносно точки  $O$ . Таке означення водночас визначає спосіб побудови точки  $X'$ . Зустрічаються й інші означення симетричних відносно даної точки (центра симетрії) точок: дві точки  $X$  і  $X'$  називаються симетричними відносно точки  $O$ , якщо  $O$  є серединою відрізка  $XX'$ .

Формальне введення понять приводить до нерозуміння їх суті, тому перед формулюванням означення будь-якого руху, доцільно за допомогою наочних засобів навчання проілюструвати не лише його кінцевий результат, але й динаміку, основні властивості.

Наприклад для ілюстрації властивостей центральної симетрії використаємо наочний посібник, який складається з двох «півплощин» (рухома «півплощина» — із прозорого матеріалу, нерухома — з непрозорого матеріалу). Нами було розглянуті схожі моделі.

Наприклад, модель (рис. 1) призначена для розв'язування задач такого змісту:

1. Як знайти точку, в яку перейде фіксована точка при заданій осьовій симетрії з віссю симетрії  $l$ ?

2. Чи будуть симетричні точки  $M$  і  $P$  відносно прямої  $l$ ?

Учні мають в ході міркувань зробити висновок: щоб точки  $M$  і  $P$  були симетричні відносно прямої  $l$ , необхідно щоб виконувались дві умови:

- 1)  $MP \perp l$ ;
- 2)  $MO = OP$ , де  $O$  — точка перетину  $MP$  і  $l$ .

За допомогою такої моделі разом з учнями можна сформулювати важливі властивості осьової симетрії (активізація пізнавальної активності учнів):

- 1) точки вісі симетрії переходять в точки вісі симетрії;
- 2) прямі, перпендикулярні вісі симетрії, переходять самі в себе;
- 3) зберігається відношення паралельності;
- 4) зберігається відстань між точками;
- 5) фігура переходить у рівну їй фігуру.

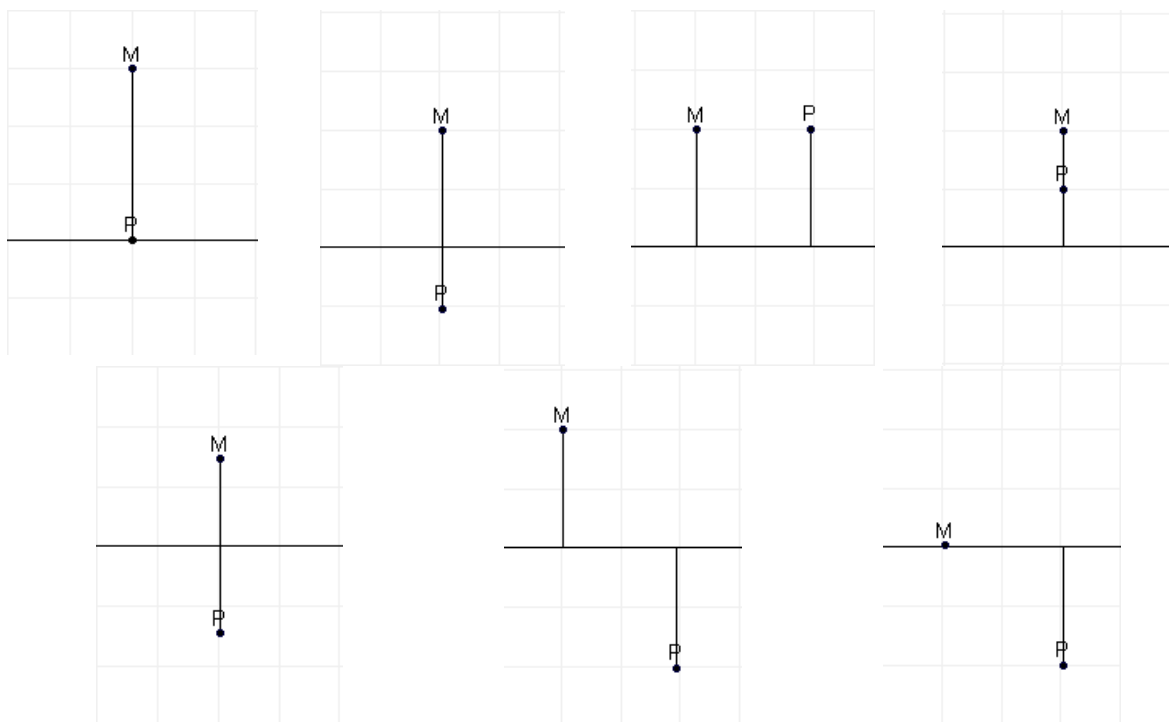


Рис. 1. Задачі, що розв'язуються за допомогою моделі (візуалізація)

Ця модель допоможе учням відповісти на запитання: «Як можна однозначно задати осьову симетрію?» (задає вісь симетрії або пара відповідних точок – образа та прообраза). Зазначимо: використання лише комп'ютерних програм для візуалізації гальмує розвиток просторової уяви, специфічного «геометричного бачення».

Розуміння школярами сутності означень фігур, симетричних відносно даної точки, і центрально-симетричної фігури не спричиняють труднощів, якщо проілюструвати такі фігури різними прикладами. При цьому потрібно навести приклади не тільки центрально-симетричних геометричних фігур (пряма, відрізок, коло, паралелограм), а й різноманітних орнаментів, що враховує різні пізнавальні потреби учнів, урізноманітнює процес навчання.

Деякі учні плутають поняття «фігура, симетрична даній відносно точки / прямої») та «центрально-симетрична фігура» / фігура, що симетрична відносно прямої. Отже, потрібно наголосити, що в першому випадку йдеться про дві фігури, а в другому – про одну, яка в результаті перетворення симетрії переходить сама в себе.

Важливо зауважити достатні умови, за яких задається центральна і осьова симетрії. Щоб задати центральну (осьову) симетрію, досить указати: центр (вісь) симетрії або дві відповідні точки (прообраз та образ). У другому випадку легко побудувати центр або вісь симетрії, і такі завдання необхідні.

При вивченні геометричних перетворень найбільше ускладнень – навчання учнів виконувати перетворення подібності. Щоб відповідний навчальний матеріал уроку був зрозумілий кожній групі учнів з різною функціональною асиметрією мозку, доцільно виділити такі етапи.

**Завдання** (використовувалось нами у [4], запропоновано Чашечніковою Л.Г. (1976)). Дана пряма  $l$  і коло з центром в точці  $O$  та радіусом  $R$ . На прямій і колі  $(O;R)$  знайти точки, що симетричні відносно прямої  $a$ .

На допомогу пропонується наочний засіб (рис. 2). Для «правопівкульних» учнів нерухома напівплощина має бути білого кольору, а креслення на ній чорного. Для «лівопівкульних» учнів навпаки.

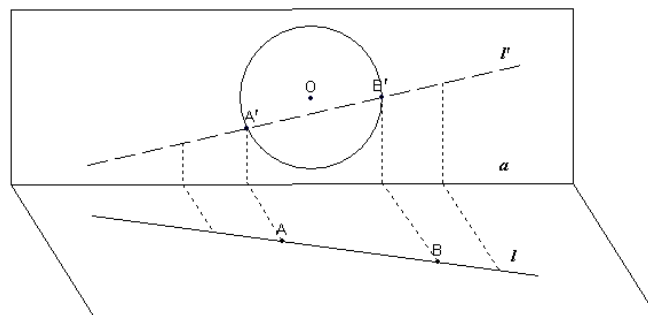


Рис. 2.

На другому етапі змодельємо розв'язування цієї задачі на дошці та у зошиті з відповідними записами (рис. 3):

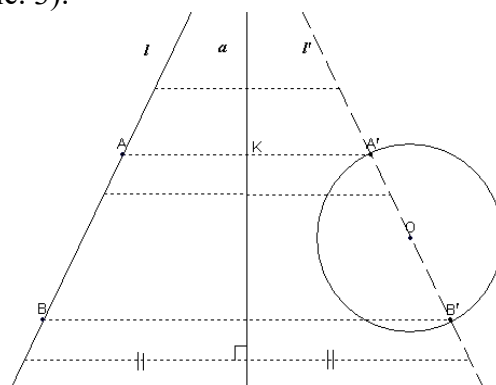


Рис. 3.

- 1)  $S_a(l) = l'$ ;
- 2)  $l' \cap \text{коло}(O; R) = A'$ ,  $l' \cap \text{коло}(O; R) = B'$ ;
- 3)  $S_a(A') = A$ ,  $A \in l$ ;
- 4)  $S_a(B') = B$ ,  $B \in l$ .

---

$AA' \perp l$ ,  $AK = KA'$ ,  $A \in l$ ,  $A' \in l'$ .

Розв'язування задач такого типу виконується легше «лівопівкульними» учнями. На третьому етапі можна запропонувати учням розв'язання цієї задачі з використанням пакету DG (рис. 4).

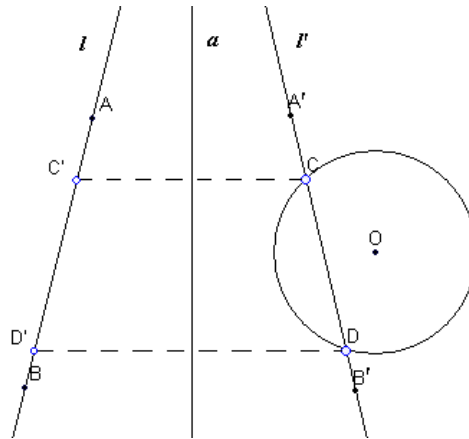


Рис. 4.

Дотримання послідовності етапів надає можливість збалансувати спрямованість роботи як з «лівопівкульними», так і з «правопівкульними» учнями. Отже, вивчення геометричних перетворень учнями обох груп стає більш ефективним.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Дослідження механізмів мислення, відкриття міжпівкульної асиметрії мозку пояснюють необхідність використання різноманітного методичного інструментарію у процесі навчання математики. Спрямованість на розвиток логічного мислення (зокрема й у підручниках), по суті, є спрямованість на стимулювання «лівопівкульних можливостей» учнів. «Правопівкульні можливості» розвиваються недостатньо, тому й гальмується розвиток просторового мислення школярів.

Учні з високим рівнем розвитку інтелекту легко встановлюють взаємозв'язки між уявленнями і поняттями, тому і візуальні образи набувають абстрактного характеру, у них розвивається здатність до оперативного переходу від моделі до оригіналу, від прообразу до образу та навпаки. Для них використання символіки є органічним. Для інших учнів більш ефективним методом вивчення геометричних перетворень є конкретно-індуктивний з опорою на наочність і життєвий досвід, для них необхідна ретельно розроблена система наочних засобів навчання, інструкції щодо її самостійного виготовлення.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Тесленко, И. Ф., Чашечников, С. М., Чашечникова, Л. И. (1986). Методика преподавания планиметрии. Київ : Радянська школа. (Teslenko, I. F., Chashechnikov, S. M., Chashechnikova, L. I. (1986). Methods of training for plans. Kyiv : Radianska shkola).
2. Чашечникова, О. (2008). Вплив індивідуальних особливостей учнів на засвоєння навчального матеріалу з математики. Математика, 19, 1–6. (Chashechnikova, O. (2008). Influence of individual characteristics of students on the assimilation of educational material in mathematics. Math, 19, 1–6).
3. Чашечникова, Л. Г., Кравченко, Л. К. (2009). Особливості вивчення геометричних перетворень різними групами учнів. Розвиток інтелектуальних вмінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання математики: матеріали Всеукраїнської науково-

- методичної конференції (Суми, 3–4 грудня 2009 р.). Суми: СумДПУ імені А.С. Макаренка, сс. 106–107. (Chashechnikova, L. G., Kravchenko, L. K. (2009). Peculiarities of studying geometric transformations by different groups of students. Development of intellectual skills and creative abilities of pupils and students in the process of teaching mathematics: materials of the All-Ukrainian scientific and methodological conference (Sumy, Dec. 3–4, 2009). Sumy: SumDPU named after A.S. Makarenko, pp. 106–107).
4. Чашечникова, Л. Г., Петренко, С. В., Чашечникова, О. С. (1999). Геометричні побудови на площині. Суми: Ярославна. (Chashechnikova, L. G., Petrenko, S. V., Chashechnikova, O. S. (1999). Geometric constructions on the plane. Sumy: Yaroslavna).
  5. Чашечникова, О. С. (2011). Вплив особливостей оперування навчальним матеріалом на розвиток творчого мислення учнів. Математика в школі, 3, 38–45. (Chashechnikova, O. S. (2011). Influence of features of operation by educational material on the development of students' creative thinking. Mathematics at school, 3, 38–45).
  6. Чашечникова, О. С. (2007). Індивідуальні особливості опрацювання навчального матеріалу з математики учнями. Педагогічні науки, 3, 190–200. (Chashechnikova, O. S. (2007). Individual features of studying educational material in mathematics by students. Pedagogical sciences, 3, 190–200).

**Chashechnikova O. Methodical features of teaching geometric transformations of students with different styles of thinking.**

**Summary.** *On the basis of taking into account psychological research, it is possible to identify patterns of assimilation by different groups of students of specific topics of school mathematics course, in particular geometric transformations. It is that these features that make it possible to develop an appropriate effective system of methods, techniques, learning. But monitoring shows that the results of psychological and pedagogical studies on the specifics of students' teaching in practice are hardly used. The study of geometry is a powerful means of forming and developing students' creative abilities. School mathematical education is traditionally more aimed at the development of logical thinking (and this has increased after the introduction of external independent evaluation), so the left -hunger capabilities of students are predominantly stimulated. The use of visualization facilities facilitates the perception of spatial objects by students, but the right -wing opportunities of students are not involved, and this does not contribute to the development of spatial imagination, spatial thinking. Geometric transformations are an important section of the geometry course, which, due to a number of objective reasons, pay little attention to a number of objective reasons. The idea of geometric transformations is one of the main ones in mathematics and in various areas of its use. It is closely linked to the concept of "function" (each point of one figure is in line with a certain law one and only one point of another figure). One of the tasks of studying movements in the course of geometry is to form the concept of equality of geometric shapes in students (previously used the term "congruence"), the development of skills to perform construction with a compass and a ruler. Restriction only by constructions with the help of appropriate software limits the development of independent geometric thinking of students. Parity compliance gives the opportunity to balance the orientation of work with both "left" and "right" students.*

**Key words:** *study of geometry, geometric transformations, inter -pistol asymmetry, thinking styles, studying geometry, educational process in mathematics.*

### РОЗДІЛ 3. ПРОБЛЕМА УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ ПРЕДМЕТІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ

УДК 378.147:[373.5.011.3-051:5]:[004:37.011.2]

DOI 10.5281/zenodo.8032761

О. М. Бабенко

ORCID ID 0000-0002-1416-2700

Ю. В. Харченко

ORCID ID 0000-0002-8960-2440

Н. Г. Осьмук

ORCID ID 0000-0002-0784-1350

Сумський державний педагогічний  
університет імені А. С. Макаренка

#### РОЗВИТОК МЕДІАГРАМОТНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН

*У статті розкрито сутність поняття медіаграмотності в цілому і в освіті зокрема. Як робоче визначення медіаграмотності прийнято таке: це рівень медіакультури, який стосується вміння користуватися інформаційно-комунікативною технікою, виражати себе і спілкуватися за допомогою медіазасобів, свідомо сприймати і критично тлумачити інформацію, відділяти реальність від її віртуальної симуляції, тобто розуміти реальність, сконструйовану медіаджерелами, осмислювати владні стосунки, міфи і типи контролю, які вони культивують.*

*Визначено, що найбільш перспективними шляхами упровадження медіаосвіти у освітній процес закладів вищої педагогічної освіти можуть виступати як включення до освітніх програм окремих навчальних дисциплін, так і включення до робочих програм існуючих дисциплін спеціальних розділів/модулів з формування та розвитку медіаосвітньої компетентності.*

*Об'єктами медіаосвіти, що можуть бути інтегровані в навчальні дисципліни, виступають: навчальна інформаційні об'єкти в незалежності від носія і джерела інформації; комунікаційні канали для передачі інформації; технічні засоби створення, перетворення, накопичення, передачі та використання інформації.*

*Проведено аналіз стану дослідженості проблеми використання медіаграмотності під час вивчення природничих дисциплін у навчанні студентів природничо-географічного факультету. Студентам різних курсів було запропоновано пройти опитування, мета якого полягала у виявленні рівня природничо-наукової грамотності та довіри до інформації з медіа. Учасникам опитування було запропоновано проаналізувати інформацію, що часто зустрічається на форумах і сайтах і висловити власну думку з цього приводу. Виявлено найбільш стійкі міфи та упередження здобувачів освіти, пов'язані з уявленнями про здоровий спосіб життя, основи правильного харчування, прийому лікування засобами народної медицини тощо.*

**Ключові слова:** освітній процес, заклади вищої освіти, здобувачі вищої освіти, навчання природничих дисциплін, медіаграмотність, медіаосвіта, рівень природничо-наукової грамотності, довіра до інформації з медіа.

**Постановка проблеми.** У світлі реформування сучасної освіти здобувачі освіти мають навчитися оперувати набутими компетенціями на практиці. Але виникає причинно-наслідковий зв'язок: якщо інформація, яку вони здобувають, не достовірна, то чи несе компетенція, сформована на її основі, якусь користь в подальшому? Тож враховуючи нескінченний потік інформації, який нас оточує з різних інформаційних джерел, можливостей безперешкодного доступу до тієї чи іншої інформації, освітній процес має йти в ногу з цим, а,

можливо, навіть мати випереджувальний характер, для попередження її негативних наслідків. Саме тому перед освітнім процесом постає завдання навчити здобувачів освіти розуміти медіаінформацію, усвідомлювати механізми і наслідки її впливу. Зокрема, однією із ключових компетентностей визначено інформаційно-цифрову компетентність, що несе в собі впевнене, а також критичне застосування інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) для створення, пошуку, обробки, обміну інформацією на заняттях, у публічному просторі та приватному спілкуванні. Інформаційна й медіаграмотність є невід'ємними складовими програмування, алгоритмічного мислення, роботи з різного роду базами даних, безпечної роботи в інтернеті, а також вона вчить розуміння етики роботи з інформацією (авторське право, інтелектуальна власність тощо) [1].

**Аналіз актуальних досліджень.** Медіаосвіта у XXI столітті є невід'ємною складовою освітнього процесу. У нашій країні вже більше десяти років реалізується «Концепція впровадження медіаосвіти в Україні», що була схвалена постановою Президії Національної академії педагогічних наук України 20 травня 2010 року, протокол № 1-7/6-150 [3]. У 2016 році вийшла її нова редакція [2]. Головний задум Концепції полягає в сприянні розбудові в Україні ефективної системи медіаосвіти, що має стати фундаментом гуманітарної безпеки держави, розвитку і консолідації громадянського суспільства, протидії зовнішній інформаційній агресії, всебічно підготувати дітей і молодь до безпечної та ефективної взаємодії із сучасною системою медіа, формувати у громадян медіаінформаційну грамотність і медіакультуру відповідно до їхніх вікових, індивідуальних та інших особливостей.

Три етапи реалізації концепції охоплюють експериментальний етап (2010-2013), поступове вкорінення медіаосвіти та стандартизацію вимог до неї (2014-2016) і подальший розвиток медіаосвіти та завершення масового запровадження (2017-2020).

У 2011 році розпочався експеримент із запровадження медіаосвіти в освітній процес у 82-х загальноосвітніх школах семи областей України, АР Крим та міста Києва. Також за сприяння Міністерства освіти та науки, молоді та спорту України почала впроваджуватися програма з медіаосвіти для вчителів, які проходять підвищення кваліфікації. Згідно з Концепцією, медіаосвіта – це частина освітнього процесу, спрямована на формування в суспільстві медіакультури, підготовку особистості до безпечної та ефективної взаємодії з сучасною системою масмедіа, як традиційними (друковані видання, радіо, кіно, телебачення), так і новітніми (комп'ютерне опосередковане спілкування, інтернет, мобільна телефонія) медіа, з урахуванням розвитку інформаційно-комунікаційних технологій [2, с. 7].

Під медіаграмотністю розуміють рівень медіакультури, який стосується вміння користуватися інформаційно-комунікативною технікою, виражати себе і спілкуватися за допомогою медіазасобів, свідомо сприймати та критично тлумачити інформацію, відділяти реальність від її віртуальної симуляції, тобто розуміти реальність, сконструйовану медіаджерелами, осмислювати владні стосунки, міфи і типи контролю, які вони культивують [2, с. 8].

Центральне поняття медіаграмотності – це медіа, як комунікаційні канали та інструменти, що використовуються для збереження та донесення інформації. Зазначимо, що у контексті медіаграмотності поняття «медіа» і «масмедіа» є синонімами. Зазвичай, коли говорять про медіа, то мають на увазі всі можливі засоби масової інформації: телебачення, інтернет, радіо, газети та журнали. Однак це далеко не повний перелік, бо до носіїв інформації належать і реклама (у будь-якій формі), відео- та музичні твори, відео- та комп'ютерні ігри, книжки й навіть банкноти та монети. Сідні Шейбе і Фейз Рогоу в підручнику для вчителів «Медіаграмотність» [6, с. 51] виокремлюють три основні характеристики медіа (масмедіа):

- медіа передають повідомлення за допомогою візуальних (як у вигляді тексту, так і вигляді зображень) чи аудіальних засобів;
- медіа виробляються масово для великої аудиторії;
- ті, хто створює медіаповідомлення, не перебувають поряд із тими, хто їх сприймає.

Американський спеціаліст Кріс Ворсноп пише, що медіаграмотність – це здатність

експериментувати, інтерпретувати / аналізувати та створювати медіатексти [8]. Такої ж думки і доктор філософії в науці про поведінку Роберт К'юбі: медіаграмотність – це здатність використовувати, аналізувати, оцінювати та передавати повідомлення в різних формах [7].

Деякі вчені, зокрема О. В. Волошенюк, В. Ф. Іванов, Л. Кульчинська, В. В. Різун та ін., розглядають сучасні медіа як «паралельну школу», яка є для здобувачів освіти більш близькою і швидше навчає їх критично мислити, освоювати нові вміння та навички, а отже її вплив помітно зростає, в той час як класичної школи, навпаки, падає [4; 5]. Це зумовлено декількома причинами. По-перше, сучасні ЗМІ якомога більше намагаються притягнути до себе споживача, спираючись на його смаки та вподобання, перебираючи на себе навчальні та просвітницькі функції. Ця інформація – продукт, так званої, індустрії свідомості – дуже потужної галузі виробництва, спрямованої на маніпулювання свідомістю споживача з певними цілями. По-друге, час, який здобувачі освіти проводять сидячи перед монітором телефону, або комп'ютера майже такий же, що вони проводять в закладі освіти, або навіть і перевищує. Тому необхідно обирати такі форми і методи роботи, щоб відстань між медіа- і освітнім простором не зростала, а навпаки ставала меншою.

Багаторічний досвід реалізації теоретичних і практичних засад медіаосвіти у різних країнах світу отримав вагомий значущість у соціальному вимірі. Дослідники цього питання переконані, що медіаосвіта практично стає синонімом інформаційно-цифрової грамотності. Розділення між медіа (з акцентом на традиційні засоби масової комунікації) та ІКТ (як технології управління інформацією та комунікацією) вже не існує в контексті конвергенції техно-медіа. У сучасній педагогіці цілі медіаосвіти подібні до тих, які переслідувалися в попередні десятиліття цифрової революції. Це – виховання у сфері спілкування.

Основною змістовою функцією медіаосвіти, як предметної галузі знань і діяльності людини є інтелектуальна і процесуальна взаємодія цих двох компонентів. Вважаємо, що перспективними шляхами упровадження медіаосвіти у освітній процес закладів вищої педагогічної освіти можуть виступати як включення до освітніх програм окремих навчальних дисциплін, так і включення до робочих програм існуючих дисциплін спеціальних розділів/модулів з формування та розвитку медіаосвітньої компетентності.

Інтеграція медіаосвіти до навчальних дисциплін, сприяє формуванню в здобувачів освіти ключових предметних компетентностей, розвиває самостійність в роботі, вчить виокремлювати головне, співставляти факти, робити їх перевірку та аналізувати ринок інформаційних ресурсів, перевіряти достовірність джерел та їх актуальність. Укорінення медіаосвіти, як освітнього напрямку, – це важлива складова для розвитку суспільства, провадження медіаосвітніх технологій в дисципліні природничого циклу, що відіграють важливу роль у підготовці майбутніх учителів.

**Мета цієї статті** полягає у дослідженні рівня сформованості медіаграмотності у студентів природничо-географічного факультету.

**Виклад основного матеріалу.** Педагогічний експеримент проводився нами в Сумському державному педагогічному університеті імені А.С.Макаренка у 2022-2023 навчальному році. У дослідженні взяли участь здобувачі освіти першого та другого освітнього рівнів, що навчаються за спеціальностями 014 Середня освіта (Хімія) та 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини).

Студентам різних курсів було запропоновано пройти опитування, мета якого полягала у виявленні рівня природничо-наукової грамотності та довіри до інформації з медіа. Учасникам опитування було запропоновано проаналізувати інформацію, що часто зустрічається на форумах і сайтах, присвячених здоровому способу життя, правильному харчуванню, прийомам лікування засобами народної медицини тощо.

Зокрема, студентам було запропоновано дати ствердну або заперечну відповідь на питання, наведені у переліку нижче та обов'язково пояснити обрану відповідь.

1. Кава – це напій, значення кислотності якого знаходиться в межах 4,8-5,1. Чи вірно твердження, що вживання кави може привести до підвищення кислотності, закислення (ацидозу) крові.

2. Чи вірно, що зелений листовий чай містить в своєму складі більше кофеїну, ніж розчинна кава?

3. Чи вірне твердження, що вживання кави, особливо великих її кількостей, «вимиває» Кальцій з кісток.

4. Чи правильним є твердження, що для зміцнення кісток рекомендовано їсти шкаралупу з яєць, бо в ній високий вміст сполук Кальцію?

5. Цукор іноді називають «солодка смерть». Чи вірно, що коричневий (тростинний) цукор – це здорова альтернатива білому цукру, виготовленому з буряка. Він набагато корисніше і майже не містить калорій.

6. У аптеці на полиці поряд стоять дві упаковки з написом «Морська сіль» і «Морська гірка сіль». Чи можна використовувати їх як заміники кухонної харчової солі у приготуванні їжі?

7. Чи правильним є твердження, що розрізане яблуко темнішає через окиснення сполук Феруму (заліза) в ньому?

8. При перших ознаках грипу рекомендують пити гарячий чорний чай із лимоном. Гарячий напій дозволяє «пропотіти», а лимон містить вітамін С, необхідний для підвищення імунітету. Чи вірне це твердження?

9. Чи вірне твердження, що знежирене молоко не містить вітамінів А і Д?

10. Хлорофіл і гемоглобін мають подібну хімічну будову і відрізняються лише наявністю в складі їх молекул йону Магнію або йону Феруму відповідно. Чи вірно, що вживання біологічно активної добавки (БАД) «Хлорофіл» буде забезпечувати утворення гемоглобіну в нашому організмі?

Як показало опитування, найстійкішим міфом для здобувачів освіти виявилось уявлення про потемніння розрізу яблука через нібито «окиснення заліза», що в ньому міститься. Також через стійку асоціацію, стереотипність зв'язку користі молока і вмісту в ньому вітамінів, студенти не враховують той факт, що переробка молока може позбавляти його деяких сполук, зокрема повне знежирення молока практично позбавляє його жиророзчинних вітамінів. Крім того, відповіді, які надавали студенти, показали їх високу довіру інформації, що містить деякі правдиві факти, проте в цілому є помилковими. Наприклад, розуміння, тих двох фактів, що до складу кісток входить Кальцій і надмірне споживання кави може бути шкідливим, для багатьох студентів стало підставою погодитись із беззаперечністю факту про «вимивання» кавою Кальцію з кісток.

У дослідженні ми також звернули увагу на те, як відповідали на питання студенти, що навчаються за різними спеціальностями. З розподілу відповідей видно, що здобувачі освіти, що навчаються за спеціальністю 014 Середня освіта (Хімія) частіше давали вірні відповіді на питання, що стосуються засвоєння у травному каналі людини різних форм сполук Кальцію і ролі вітаміну С (аскорбінової кислоти). Водночас студенти, що навчаються за спеціальністю 014 Середня освіта (Біологія і здоров'я людини) надали більший відсоток правильних відповідей на питання, що стосувалось тривіальних назв сполук, зокрема словосполучення «гірка сіль».

Нам було важливо не лише отримати ствердні або заперечні відповіді на питання опитувальника, не менш важливим був і аналіз пояснень, які надавали студенти. У більшості відповідей – 67,5% – здобувачі освіти намагались дати розгорнуту повну відповідь, пояснити та обґрунтувати свою думку. Це показало їх небайдужість і зацікавленість темою. Водночас, у 25,8% відповідей студенти знехтували проханням пояснити свою думку, залишивши відповідний рядок пустим. Зрідка (6,7% відповідей) у відповідях не було аналізу питання чи висловленої власної думки, а лише слова про те, що студенти не замислювались над цим питанням, не знають що сказати або відповідали інтуїтивно. Найповніші відповіді надавали студенти щодо питання, яке вважали важливим і таким, що стосується кожного – способу побороти перші ознаки нежиті та не захворіти. 79,2% відповідей на це питання були розгорнутими, містили приклади та пояснення з власного життя. Найменший інтерес здобувачів освіти мало питання про вживання

біологічно активної добавки «Хлорофіл». Щодо нього дали пояснення або висловили власну думку лише 58,3% опитаних.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** У педагогічному експерименті по дослідженню рівня сформованості медіаграмотності, проведеного в Сумському державному педагогічному університеті імені А.С.Макаренка у 2022-2023 навчальному році, взяли участь майбутні вчителі природничих дисциплін. Здобувачам освіти з різних курсів і різних спеціальностей було запропоновано пройти опитування, мета якого полягала у виявленні рівня природничо-наукової грамотності та довіри до інформації з медіа. Учасникам опитування проаналізували інформацію, що часто зустрічається на форумах і сайтах і висловлювали власну думку з цього приводу. Проведене дослідження дозволило виявити найбільш стійкі міфи та упередження здобувачів освіти, пов'язані з уявленнями про здоровий спосіб життя, основи правильного харчування, прийоми лікування засобами народної медицини тощо.

У подальших наукових дослідженнях плануємо дослідити ефективність двох шляхів упровадження медіаосвіти у освітній процес закладів вищої педагогічної освіти, спрямованих на підвищення рівня медіаграмотності здобувачів освіти – майбутніх учителів природничих дисциплін. Перший шлях – включення до освітніх програм окремих навчальних дисциплін відповідного спрямування; другий шлях – включення до робочих програм існуючих дисциплін спеціальних розділів/модулів з формування та розвитку медіаосвітньої компетентності.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES**

1. Запорожцева, Ю. С. (2019). Інформаційно-цифрова компетентність як складник сучасного навчально-виховного процесу. *Інноваційна педагогіка*, 12 (1), 79–82. (Zaporozhtseva, Yu. S. (2019). Information and digital competence as a component of the modern educational process. *Innovative pedagogy*, 12 (1), 79–82).
2. Концепція впровадження медіаосвіти в Україні (нова редакція), Л. А. Найдьонова, М. М. Слюсаревський (ред.). (2016). Київ. (Concept of implementation of media education in Ukraine (new edition), L. A. Naidyonova, M. M. Slyusarevskiy (Eds.). (2016). Kyiv).
3. Концепція впровадження медіаосвіти в Україні (2010). Режим доступу: <https://ms.detector.media/mediaosvita/post/11048/2010-09-29-kontseptsiya-vprovadzhennya-mediaosvity-v-ukraini/>. (Концепція впровадження медіаосвіти в Україні (2010). Retrieved from: <https://ms.detector.media/mediaosvita/post/11048/2010-09-29-kontseptsiya-vprovadzhennya-mediaosvity-v-ukraini/>).
4. Іванов, В., Волошенюк, О., Кульчинська, Л., Іванова, Т., Мірошніченко, Ю. (2012). Медіаосвіта та медіаграмотність: короткий огляд [2-ге вид., стер.]. Київ: АУП, ЦВП. (Ivanov, V., Volosheniuk, O., Kulchynska, L., Ivanova, T., Miroshnychenko, Yu. (2012). Media education and media literacy: a brief overview [2nd ed., pp.]. Kyiv: AUP, TsVP).
5. Медіаосвіта та медіаграмотність : підручник, В. Ф. Іванов, О. В. Волошенюк (ред.-упор.); В. В. Різун (наук. ред.). (2012). Київ: Центр вільної преси. (Media education and media literacy: textbook, V. F. Ivanov, O. V. Volosheniuk (Eds.-comp.); V. V. Rizun (Ed.). (2012). Kyiv: Free Press Center).
6. Шейбе, С., Рогоу, Ф. (2017). Медіаграмотність: критичне мислення у мультимедійному світі. В. Ф. Іванов, О. В. Волошенюк (ред.). Київ : Центр Вільної Преси, Академія Української Преси. (Scheibe, S., Rogow, F. (2017). Media literacy: critical thinking in a multimedia world, V. F. Ivanov, O. V. Volosheniuk (Ed.). Kyiv : Center of the Free Press, Academy of the Ukrainian Press).
7. Kubey, R. (1997). Media Education: Portraits of an Evolving Field. Media Literacy in the Information Age, Kubey R. (ed.). New Brunswick & London: Transaction Publishers.
8. Worsnop, C. (1994). Screening Images: Ideas for Media Education. Mississauga, Ontario : Wright Communications.

**Babenko O. M., Kharchenko Yu. V., Osmuk N. G. Development of media literacy of future teachers of natural disciplines.**

**Summary.** The essence of the concept of media literacy in general and in education in particular is revealed in the article. As a working definition of media literacy, the following is accepted: this is the level of media culture, which concerns the ability to use information and communication technology, express oneself and communicate using media, consciously perceive and critically interpret information, separate reality from its virtual simulation, that is, understand the reality constructed by media sources, power relationships, myths, and the types of control they cultivate.

It has been determined that the most promising ways of introducing media education into the educational process of institutions of higher pedagogical education can be both the inclusion of individual academic disciplines in the educational programs, and the inclusion of special sections/modules for the formation and development of media educational competence in the work programs of existing disciplines.

The objects of media education that can be integrated into academic disciplines are: educational information objects, regardless of the carrier and source of information; communication channels for information transfer; technical means of creating, transforming, accumulating, transferring and using information.

An analysis of the state of the study of the problem of using media literacy in the study of natural disciplines in teaching students of the Faculty of Natural Sciences and Geography has been carried out. Students of different courses were asked to take a survey, the purpose of which was to identify the level of natural science literacy and trust in information from the media. Survey participants were asked to analyze frequently encountered information on forums and websites and express their own opinion on this matter. The most persistent myths and prejudices of education seekers related to ideas about a healthy lifestyle, the basics of proper nutrition, methods of treatment with traditional medicine, etc. identified.

**Keywords:** educational process, institutions of higher education, applicants for higher education, teaching natural sciences, media literacy, media education, level of science literacy, trust in information from the media.

УДК 378.016: 33]:51.041

DOI 10.5281/zenodo.8032435

О. М. Данильчук

ORCID ID 0000-0001-5639-2670

Донецький національний університет імені Василя Стуса

## ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ ПРИ НАВЧАННІ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

У статті демонструються можливості організації самостійної роботи студентів у сучасних умовах навчання вищої математики. Продемонстровано, що ефективність професійно орієнтованого навчання вищої математики потребує удосконалення наявних та розроблення нових дидактичних функцій, видів і форм самостійної роботи. Дидактичні функції самостійної роботи з вищої математики мають бути орієнтовані на формування ключових і предметних компетентностей. Продемонстровано, що формування у здобувачів освіти даних функцій будуть сприяти пошуку таких форм навчання, коли допомога і контроль з боку викладача не пригнічує ініціативу здобувача, а привчає його до самостійного вирішення питання організації і контролю своєї навчальної діяльності. Спираючись на класифікації, представлені у проаналізованих дослідженнях, класифіковано види самостійної роботи здобувачів за місцем проведення і мірою керівництва; рівнем пізнання, творчості; за формою організації; за дидактичною метою.

*Види самостійної роботи за дидактичною метою для майбутніх економістів поділено на чотири групи: засвоєння нових знань, оволодіння умінням самостійно їх здобувати; закріплення, уточнення і узагальнення знань; вироблення вмінь застосовувати математичні знання під час виконання навчальних завдань; формування умінь і навичок практичного характеру, зокрема застосовування знань у різних економічних ситуаціях.*

*Самостійна робота розглядається як педагогічний засіб організації й управління самостійною діяльністю здобувача в навчальному процесі, з іншого боку, – це специфічна форма навчально-наукового пізнання. Користуючись нею, визначаються ті методи, які допомагають здобувачам свідомо опановувати навчальний матеріал, бути активними у процесі навчання. Використання запропонованої класифікації самостійної роботи в навчальному процесі дає можливість повніше реалізувати дидактичні її функції як складової освітнього процесу. Ефективність позааудиторної самостійної роботи студентів з вищої математики залежить від дидактичної мети і видів навчальних завдань. Її організація передбачає методичне її забезпечення у вигляді навчальних завдань з конкретними вказівками щодо їх виконання. Запропоновано узагальнення – таблицю основних види організації, управління і контролю позааудиторною самостійною роботою здобувачів.*

**Ключові слова:** *навчання математики, самостійна робота здобувачів, організація та контроль самостійної роботи, математичні знання, навчальні завдання, вища математика, освітній процес.*

**Постановка проблеми.** Основне завдання вищої освіти полягає у формуванні творчої особистості фахівця, здатного до саморозвитку, самоосвіти, інноваційної діяльності. Вирішити це завдання неможливо лише шляхом передачі готових знань. Необхідно перевести здобувача з пасивного споживача знань в активного їх творця, що вміє сформулювати проблему, знайти шляхи її вирішення, вибрати серед них найкращий і розв'язати проблему. Реформа, яка відбувається у вищій школі, зокрема ухвалення Закону України «Про вищу освіту», пов'язана за своєю суттю з переходом від парадигми навчання до парадигми освіти. У цьому плані слід визнати, що самостійна робота здобувачів (СРЗ) є не просто важливою формою освітнього процесу, а має стати його основою.

Актуальними є вимоги до особистісних якостей здобувачів – вміння самостійно здобувати, поповнювати і оновлювати знання та здійснювати дослідницьку діяльність. Орієнтація навчального процесу на особистість здобувачів передбачає урахування особливостей їх навчальної діяльності, надання їм права вибору шляхів і способів навчання. Уточнюється мета освітнього процесу – виховання компетентної особистості, здатної розв'язувати проблеми і задачі, використовуючи набутий навчальний досвід і адекватно оцінюючи конкретну ситуацію.

**Аналіз актуальних досліджень.** У дослідженні [1] (Чашечникова О. С., 1997) під самостійною роботою учнів розуміється як навчальна діяльність, яка припускає максимальну пізнавальну активність того, хто навчається, при мінімальності або відсутності безпосереднього керівництва нею зовні. Ми спираємось на подану дослідницею класифікацію самостійної діяльності учнів за формою (індивідуальна, групова); за навчальною метою (самопідготовка, пошукова, самотренаж, самостійна діяльність з метою контролю та оцінювання знань і умінь); за мірою фактичної самостійності (самостійна діяльність під безпосереднім мінімальним керівництвом вчителя / викладача, самостійна діяльність з використанням інструкції; саморегульована самостійна діяльність); за рівнем розумової діяльності (репродуктивна, реконструктивна, варіативна).

Аналіз досліджень П. І. Підкасистого, Л. М. Фрідмана, Н. Ф. Тализіної дозволяє виділити навчально-пізнавальну, дослідницьку, розвивальну та виховну дидактичні функції самостійної роботи.

Важливим є створення методичного супроводу СРЗ (як, наприклад, у посібниках З. Б. Чухрай [2; 3]).

**Метою статті** є продемонструвати можливості організації СРЗ у сучасних умовах навчання вищої математики.

**Виклад основного матеріалу.** Поєднання самостійної роботи з іншими видами навчальної діяльності дає можливість реалізувати три основні загальні компоненти професійно орієнтованої математичної освіти:

1) *пізнавальний* – здобуття здобувачами математичних знань та відповідних умінь і навичок, необхідних для успішного оволодіння обраною спеціальністю, а також здатності самонавчатися, самовдосконалюватися;

2) *розвивальний* – формування аналітичного та логічного мислення, здатності професійно оцінювати економічні та інші проблеми і знаходити їх розв’язання;

3) *виховний* – формування професійної свідомості, світоглядних установок, пов’язаних не тільки з обраною спеціальністю, а й із загальним рівнем розвитку особистості.

Ефективність професійно орієнтованого навчання вищої математики потребує удосконалення наявних та розроблення нових дидактичних функцій, видів і форм СРЗ.

Дидактичні функції самостійної роботи з вищої математики мають бути орієнтовані на формування ключових і предметних компетентностей.

Формування у здобувачів даних функцій будуть сприяти пошуку таких форм навчання, коли допомога і контроль з боку викладача не пригнічує ініціативу здобувача, а привчає його до самостійного вирішення питання організації і контролю своєї навчальної діяльності. Види самостійної роботи за дидактичною метою для майбутніх економістів поділяються на чотири групи:

1) засвоєння нових знань, оволодіння умінням самостійно їх здобувати;

2) закріплення, уточнення і узагальнення знань;

3) вироблення вмінь застосовувати математичні знання під час виконання навчальних завдань;

4) формування умінь і навичок практичного характеру, зокрема застосовування знань у різних економічних ситуаціях.

Як дидактичне явище самостійна робота є, з одного боку, навчальним завданням, тобто те, що повинен виконати здобувач, об’єкт його діяльності, а з іншого, – формою виявлення відповідної діяльності: пам’яті, мислення, творчої уяви під час виконання здобувачом навчальних завдань, які в результаті приводять до здобуття нових знань і умінь або до поглиблення і розширення вже здобутих. За формою організації СРЗ поділяються на індивідуальні, фронтальні і групові.

Більшість дослідників при класифікації самостійних робіт беруть за основу або ступінь самостійності того, хто навчається, який визначається зовнішніми ознаками, або дидактичне призначення самостійної роботи. Відповідно до рівнів навчально-пізнавальної діяльності здобувачів виділяють чотири типи самостійної навчально-пізнавальної діяльності: репродуктивна; реконструктивно-варіативна; евристична; дослідницька або творча. Кожен з чотирьох типів має свої дидактичні завдання.

У практиці навчання кожен тип самостійної роботи студентів представлений різноманітністю видів навчальних завдань, що використовуються в системі аудиторних та позааудиторних занять. На наш погляд, спираючись на класифікацію у [1], доцільно класифікувати види самостійної роботи здобувачів за місцем проведення і мірою керівництва; рівнем пізнання, творчості; за формою організації; за дидактичною метою.

Таке розуміння сутності самостійної роботи дозволяє враховувати різноманітність навчального процесу. З одного боку, самостійна робота розглядається як педагогічний засіб організації й управління самостійною діяльністю здобувача в навчальному процесі, з іншого боку, – це специфічна форма навчально-наукового пізнання. Користуючись нею, визначаються ті методи, які допомагають здобувачам свідомо опановувати навчальний матеріал, бути активними у процесі навчання.

Використання запропонованої класифікації самостійної роботи в навчальному процесі дає можливість повніше реалізувати дидактичні її функції як складової навчального процесу (рис. 1).

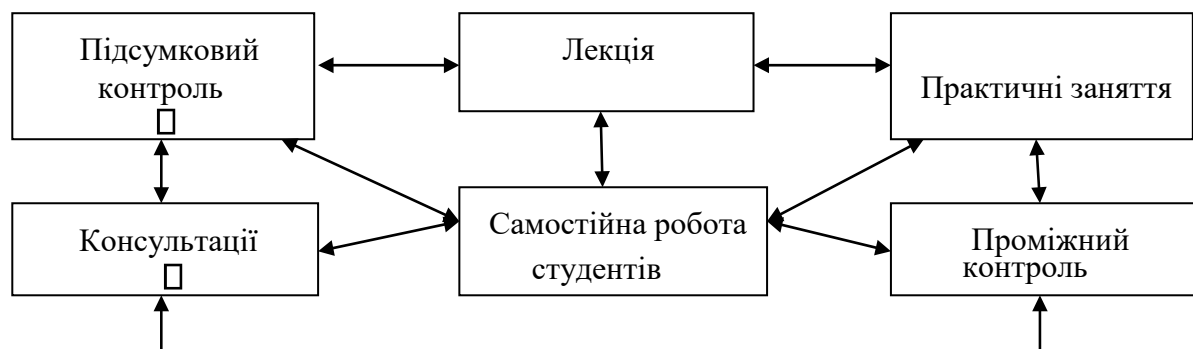


Рис. 1. Самостійна робота як основна ланка освітнього процесу.

Форми СРЗ визначаються змістом вищої математики та ступенем підготовленості здобувачів. Вони мають бути тісно пов'язаними з теоретичними курсами і мати навчальний або навчально-дослідницький характер. Форми СРЗ визначають кафедри при розробці робочих програм навчальних дисциплін.

Аудиторна самостійна робота здобувачів передбачає виконання групових чи індивідуальних навчальних завдань під методичним і організаційним керівництвом викладача. Така форма охоплює: виконання групових та індивідуальних самостійних робіт; виконання контрольних, практичних та лабораторних робіт; розв'язання задач, виконання тестів на практичних заняттях; роботу з довідковою, методичною та науковою літературою; захист виконаних робіт; колоквіуми, дискусії, конференції; відповіді на запитання на лекційних і практичних заняттях; підготовка до лекційних і практичних занять. Основна частка самостійної роботи у сучасних умовах припадає на позааудиторну роботу.

Позааудиторна СРЗ – планована навчальна, навчально-дослідна робота здобувачів, що виконується в позааудиторний час за завданнями і за умови методичного керівництва та консультативної допомоги викладача, але без його безпосередньої участі. Позааудиторна робота здобувачів – це процес, в якому домінує елемент самореалізації. Вона дає змогу здобувачам гармонізувати внутрішні та зовнішні фактори формування професійної культури, створює додаткові умови для реалізації внутрішнього потенціалу, задоволення тих прагнень, які в процесі аудиторної роботи не задовольняються. Зростання ролі позааудиторної самостійної роботи є однією з провідних ланок перебудови навчально-виховного процесу в вищій школі. Самостійна позааудиторна робота – це не лише засіб зростання інтелектуального потенціалу, професійної культури, а й необхідна умова формування відповідальності засобами самоактуалізації, самовиховання та самоосвіти.

Зміст позааудиторної самостійної роботи спрямований на оволодіння знаннями: опрацювання математичного тексту (підручника, навчального посібника, додаткової літератури); графічне зображення структури тексту; конспектування тексту; робота зі словниками і довідниками; навчально-дослідницька робота; використання комп'ютерної техніки та Internet-ресурсів та ін.; закріплення і систематизацію знань; робота над навчальним матеріалом; формування умінь: розв'язування завдань, зокрема за зразком; виконання креслень, схем; виконання розрахунково-графічних робіт; вирішення ситуаційних виробничих (професійних) завдань; проектування та моделювання різних видів і компонентів професійної діяльності; підготовка курсових і дипломних робіт (проектів); складання плану відповіді; складання таблиць для систематизації навчального матеріалу; відповіді на контрольні питання; підготовка тез повідомлень до виступу на семінарі, конференції; підготовка доповідей; складання бібліографії і ін.

Наведемо приклад задачі, при розв'язанні якої застосовуються окремі види навчальних завдань. Наприклад, опрацювання тексту (підручника, першоджерела, додаткової літератури).

**Завдання 1.** Капітал в 1 млрд. грн. можна розмістити в банку під 50% річних або інвестувати у виробництво, причому ефективність вкладу очікується в розмірі 100%, а витрати задані квадратичною залежністю. Прибуток обкладається податком у  $p\%$ . При яких значеннях  $p$  вклад у виробництво є більш ефективним, ніж чисте розміщення капіталу в банку?

*Розв'язання*

*Запитання викладача: Яким буде розміщений капітал через один рік? Якою умовою будуть записані податки та чистий прибуток? (здобувачи повинні знати поняття що таке капітал, податки та прибуток)*

Нехай  $x$  (млрд. грн.) інвестується у виробництво, а  $(1-x)$  – розміщується під проценти. Тоді розміщений капітал через рік стане

$$(1-x)\left(1+\frac{50}{100}\right)=\frac{3}{2}-\frac{3}{2}x,$$

а капітал, вкладений у виробництво –  $x\left(1+\frac{100}{100}\right)=2x$ . Витрати становлять  $ax^3$ , тобто прибуток від вкладу у виробництво  $C=(2x-ax^2)$ . Податки становлять

$$(2x-ax^2)\frac{p}{100}, \text{ тобто чистий прибуток становитиме } \left(1-\frac{p}{100}\right)(2x-ax^2).$$

Здобувачи повинні знати властивості першої і другої похідної їх економічний зміст. Загальна сума буде через рік

$$\begin{aligned} A(x) &= \frac{3}{2} - \frac{3}{2}x + \left(1 + \frac{p}{100}\right)(2x - ax^2) = \\ &= \frac{3}{2} + \left(2\left(1 - \frac{p}{100}\right) - \frac{3}{2}\right)x - a\left(1 - \frac{p}{100}\right)x^2 \end{aligned}$$

Потрібно знайти максимальне значення цієї функції на відрізку  $[0; 1]$ . Отримаємо

$$A'(x) = 2\left(1 - \frac{p}{100}\right) - \frac{3}{2} - 2a\left(1 - \frac{p}{100}\right)x;$$

$$A'(x) = 0;$$

$$2\left(1 - \frac{p}{100}\right) - \frac{3}{2} - 2a\left(1 - \frac{p}{100}\right)x = 0;$$

$$x_0 = \frac{2\left(1 - \frac{p}{100}\right) - \frac{3}{2}}{2a\left(1 - \frac{p}{100}\right)};$$

$$A''(x) = -2a\left(1 - \frac{p}{100}\right);$$

$$A''(x) = 0 \quad -2a\left(1 - \frac{p}{100}\right) < 0$$

Згідно другої достатньої умови екстремуму  $x_0$  – є точкою максимуму.

Щоб  $x_0$  належало відрізку  $[0; 1]$  необхідно виконання умови

$$0 < 2\left(1 - \frac{p}{100}\right) - \frac{3}{2} < 1, \text{ або } p < 25$$

Здобувачи повинні зробити висновок з точки зору економічної думки.

Отже, якщо  $p > 25$ , то вигідніше нічого не вкладати у виробництво і розмістити весь капітал у банку. Якщо  $p < 25$ , тоді можна показати, що при  $x=x_0$

$$A(x_0) = \frac{3}{2} + \frac{\left(2\left(1 - \frac{p}{100}\right) - \frac{3}{2}\right)^2}{4a\left(1 - \frac{p}{100}\right)} > \frac{3}{2} = A(0)$$

Тобто вклад у виробництво є більш вигідним, ніж розміщення всієї суми під проценти.

У процесі розв'язування даної задачі було використано і опрацювання тексту, і роботу із довідниками. При розв'язуванні задач, що мають економічний зміст, ми вчимо здобувачів переглядати закони та нормативні документи. Наприклад, здобувач повинен знати, який прожитковий мінімум в країні, яка мінімальна зарплата та інше. Багатьма здобувачами графічні дані сприймаються легше ніж текстові, тому, наприклад, при вивченні розділу «Функції однієї змінної», а саме теми «Застосування функцій в економіці», ми знайомимо здобувачів з функціями, які найбільш часто використовуються в економіці. Це функції корисності, виробнича функція, функція випуску, функція витрат, функції попиту, пропозицій, споживання і т.д. Розв'язуючи задачу на дослідження залежності попиту на різні товари від доходу, ми використовуємо наступний рисунок (рис. 2), на якому можна встановити рівні доходів, при якому починається придбання товарів, або при вивченні споживчого попиту криві байдужості (рис. 3).

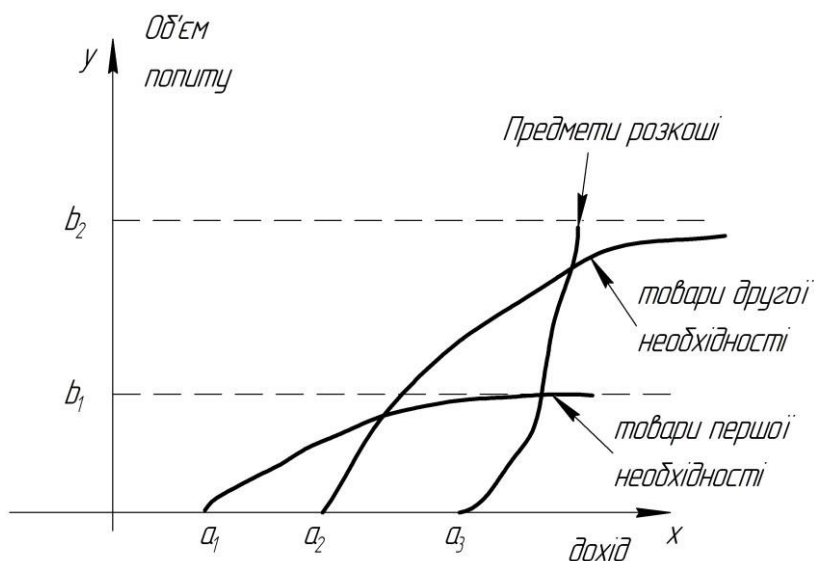


Рис. 2. Залежність попиту на різні товари від доходу

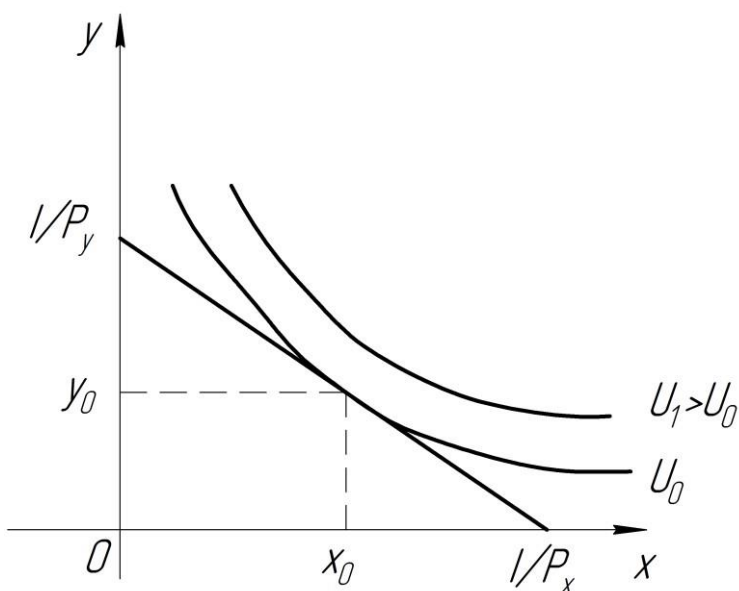


Рис. 3. Криві байдужості

Ефективність позааудиторної СРЗ з вищої математики залежить від дидактичної мети і видів навчальних завдань. Організація СРЗ передбачає методичне її забезпечення у вигляді навчальних завдань з конкретними вказівками щодо їх виконання. Тут особливо важлива індивідуалізація СРЗ. Чим раніше здобувачи навчаються вирішувати вказані

завдання, тим швидше почнуть орієнтуватися у великому обсязі навчального матеріалу, тим швидше проявляться їхня самостійність, активність та ініціативність – такі важливі професійні якості особистості формуються в процесі самостійної роботи. Для розвитку навчально-пізнавальної активності здобувачів використовуються різні види організації, способи управління і форми контролю самостійної роботи (табл. 1).

Таблиця 1

**Основні види організації, управління і контролю позааудиторною самостійною роботою здобувачів**

| <b>Вид самостійної роботи</b>                                      | <b>Способи управління з боку викладача</b>                                            | <b>Форма контролю</b>                                                          |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Опрацювання конспекту лекцій                                       | Складання електронних конспектів лекцій                                               | Усне опитування, письмові роботи                                               |
| Складання опорних конспектів лекцій                                | Розробка навчально-методичних вказівок.<br>Складання списку рекомендованої літератури | Семінар                                                                        |
| Реферування додаткової літератури                                  | Розробка тем рефератів, добір літературних джерел                                     | Захист рефератів                                                               |
| Пошук навчальних відомостей до теми                                | Складання списку рекомендованої літератури                                            | Доповідь, письмове оформлення, використання для розв'язку поставленої проблеми |
| Систематизація знань, наочне їх представлення                      | Консультація                                                                          | Доповідь, таблиці, графіки, презентації                                        |
| Виконання індивідуальних робіт                                     | Розробка варіантів завдань, консультація                                              | Перевірка                                                                      |
| Моделювання різних видів професійної діяльності                    | Консультація                                                                          | Перевірка                                                                      |
| Підготовка до практичних занять (поточний та підсумковий контроль) | Розробка контрольних завдань, ситуаційних задач, тестів                               | Тестування, усне опитування, розв'язання ситуаційних задач                     |
| Виконання курсових, дипломних, наукових та творчих проєктів        | Розробка рекомендацій для виконання даних робіт                                       | Оформлення                                                                     |

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Організація самостійних навчальних занять, їх систематичність, раціональне планування робочого часу допомагає здобувачам здобувати знання, виробляти уміння та навички, систематизувати і узагальнювати їх, забезпечувати не тільки високий рівень успішності у навчанні, а й формувати навички майбутньої професійної діяльності.

У процесі дослідження встановлено, що співвідношення аудиторної та позааудиторної роботи має враховувати особливості навчального матеріалу, рівень підготовки та ступінь мотивації здобувачів і бути якнайбільш прив'язаним до спеціальності, за якою навчаються здобувачи. Як правило, на перших курсах навчання позааудиторна робота спрямовується на підвищення якості засвоєння навчального матеріалу, вироблення умінь і навичок самостійного його засвоєння та застосування. На старших курсах позааудиторна робота набуває іншого характеру. Більше уваги приділяється міцному засвоєнню не тільки програмного матеріалу, а й набуття знань, які виходять за його межі, розвитку аналітичного мислення, виробленню вмінь застосовувати математичні знання до певних економічних ситуацій, працювати з науковою літературою та ін.

Правильно організована позааудиторна робота сприяє розширенню і поглибленню знань здобувачів, охоплює велике коло проблем і питань, які виходять за межі навчальної програми, поглиблює соціокультурні знання здобувачів. Організація позааудиторної самостійної роботи проводиться за наступними етапами: настановчий; виконавчий; консультуючий (не є обов'язковим); корегуючий (не є обов'язковим).

Планування самостійної роботи є одним із головних напрямків роботи кафедр і циклових комісій. Щоб робота проходила на високому рівні, потрібно її правильно активізувати і спланувати відповідно до профілю спеціальності, можливостей навчального плану і змісту дисципліни.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Чашечникова, О. С. (1997). Розвиток математичних здібностей учнів основної школи: (дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02). Київ (Chashechnikova, O. S. (1997). Development of mathematical abilities (PhD thesis). Kyiv).
2. Чухрай, З. Б. (2011). Самостійно вивчаємо вищу математику. Березне. (Chukhray, Z. B. (2011). We study the higher mathematics on our own. Berezne).
3. Чухрай, З. Б. (2012). Вища математика: теорія, практика, застосування в професійній діяльності економіста. Рівне. (Chukhray, Z. B. (2012). Higher mathematics: theory, practice, application in the professional activity of the economist. Rivne).

**Danylchuk O. M. Organization of independent work of applicants in teaching mathematical disciplines in higher education institutions.**

**Summary.** The article shows the possibilities of organizing students' independent work in modern conditions of higher mathematics. It is demonstrated that the effectiveness of professionally oriented learning of higher mathematics requires improvement of available and development of new didactic functions, types and forms of independent work. Didactic functions of independent work in higher mathematics should be focused on the formation of key and subject competences. It is demonstrated that the formation of these functions will help to find such forms of education, when assistance and control by the teacher does not fade the applicant's initiative, but accustoms him to independently resolve the issue of organization and control of his learning activity. Based on the classifications presented in the studies analyzed, the types of self-stable applicants at the place of transmission and the measure of management are classified; the level of knowledge, tweet; by the organization of organization; by didactic target.

Types of independent work for didactic purposes for future economists are divided into four groups: assimilation of new knowledge, mastering the ability to acquire them independently; consolidation, clarification and generalization of knowledge; development of skills to apply mathematical knowledge in the course of educational tasks; formation of practical skills, including the application of knowledge in different economic situations.

Independent work is considered as a pedagogical means of organizing and managing the independent activity of the applicant in the educational process, on the other hand, it is a specific form of educational and scientific knowledge. Using it, those methods that help the applicants consciously master the teaching material are determined to be active in the learning process. The use of the proposed classification of independent work in the educational process makes it possible to fully fulfill its didactic functions as a component of the educational process. The effectiveness of extracurricular independent work of students in higher mathematics depends on the didactic purpose and types of educational tasks. Its organization provides for its methodological provision in the form of educational tasks with specific instructions for their implementation. Generalization is offered – a table of main types of organization, management and control of extra-curricular independent work of applicants.

**Key words:** learning mathematics, independent work of students, organization and control of independent work, mathematical knowledge, educational tasks, higher mathematics, educational process.

УДК 378.147

DOI 10.5281/zenodo.8025550

О. В. Карупу

ORCID ID 0000-0002-8077-3323

Т. А. Олешко

ORCID ID 0000-0002-8054-1178

В. В. Пахненко

ORCID ID 0000-0002-4082-9126

Національний авіаційний університет

## ДЕЯКІ АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВИКЛАДАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ АНГЛІЙСЬКОЮ МОВОЮ ІНОЗЕМНИМ ТА УКРАЇНСЬКИМ СТУДЕНТАМ В НАЦІОНАЛЬНОМУ АВІАЦІЙНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

*Розглянуто проблеми викладання вищої математики англійською мовою іноземним та українським студентам технічних спеціальностей в Національному авіаційному університеті.*

*Оскільки англійська мова є однією з офіційних мов ІКАО (Міжнародна організація цивільної авіації), для майбутніх фахівців авіаційної галузі є сприятливим отримання професійної освіти англійською мовою. Тому в Національному авіаційному університеті іноземні студенти мають можливість навчатися як українською, так і англійською мовою. Значна частина іноземних студентів обирає навчання англійською. У навчанні в англійськомовних групах зацікавлені також і українські студенти, орієнтовані на наступне працевлаштування в міжнародних авіаційних компаніях.*

*У статті проаналізовано практику викладання авторами англійською мовою вищої математики іноземним та українським студентам НАУ, які навчаються за інженерними та ІТ спеціальностями. Розглянуто проблеми методичного та організаційного характеру, що постають перед викладачами при викладанні дисципліни студентам, для яких англійська мова не є рідною.*

*Проаналізовано викладання окремих тем дисципліни «Вища математика» англійськомовним студентам різних технічних спеціальностей. Розглянуто особливості викладання окремих питань векторної та лінійної алгебри, диференціального та інтегрального числення функцій однієї змінної, функції багатьох змінних та звичайних диференціальних рівнянь в англійськомовних мультинаціональних академічних групах. Надано рекомендації для покращення засвоєння студентами теоретичного матеріалу та вироблення ними практичних навичок розв'язування задач. Рекомендується широке використання різноманітних опорних матеріалів, адаптованих для студентів різних спеціальностей. При проведенні онлайн-занять в Google Workspace з використанням Google Classroom та Google Meet рекомендується робота студентських команд, реалізована за допомогою Google Jamboard.*

**Ключові слова:** математика, вища математика, лінійна алгебра, аналітична геометрія, математичний аналіз, викладання математики англійською мовою, мультинаціональні академічні групи.

**Постановка проблеми.** Національний авіаційний університет (НАУ) є одним із найпотужніших авіаційних закладів вищої освіти у світі, в якому навчається близько 25 тисяч студентів, серед яких майже 1500 іноземців з 55 країн світу. Його самостійна історія почалася 25 серпня 1933 року, коли на базі авіаційного факультету Київського машинобудівного інституту був заснований Київський авіаційний інститут. Основною конкурентною перевагою НАУ як в Україні, так і на світовому освітньому ринку є його авіаційна складова. Протягом багатьох років в університеті проводилась підготовка спеціалістів для усіх республік СРСР. Багато іноземних випускників нашого університету займали і займають високі посади у авіаційній галузі своїх та інших країн. З 1949 року,

коли у нашому університеті розпочалось навчання громадян інших держав, протягом багатьох років громадяни іноземних держав здобували освіту російською мовою. Починаючи з 1991 року протягом кількох років відбувся перехід навчального процесу на українську мову. На сьогоднішній час навчальний процес за всіма напрямками для українських студентів не тільки повністю проводиться українською мовою, а і є повністю забезпеченим україномовною навчальною літературою.

В НАУ з 1999 року на окремих напрямках розпочалось впровадження англomовного навчання, коли викладання всіх дисциплін здійснюється англійською мовою. Оскільки англійська мова є однією з офіційних мов ІКАО (Міжнародна організація цивільної авіації), для майбутніх фахівців в галузі авіації можливість отримання професійної освіти англійською мовою є дуже важливою. Останні роки більшість іноземних студентів обирає навчання англійською мовою. Відмітимо, що певна частина іноземних студентів обирає навчання українською мовою. У навчанні в англomовних групах зацікавлені також і українські студенти, зорієнтовані на наступне працевлаштування в авіаційних компаніях, що здійснюють міжнародні перевезення. Відмітимо, що для сучасної національної освіти постійне зростання контингенту, що навчається англійською мовою, є актуальним.

Перед викладачами, задіяними в Програмі “Вища освіта іноземною мовою”, виникає ціла низка питань щодо специфіки викладання різних навчальних дисциплін, зокрема математичних, англійською мовою студентам, для яких ця мова не є рідною.

Більшість студентів НАУ навчаються за спеціальностями, які передбачають досить значну математичну підготовку з математики, серед яких інженерні напрями підготовки є одними з найпопулярніших. Тому навчальними планами підготовки майбутніх фахівців усіх технічних спеціальностей за всіма напрямками передбачено вивчення математичних дисциплін у різному обсязі в залежності від спеціальності.

Зауважимо, що в усьому світі значна кількість університетів збільшує обсяг курсів, що викладаються англійською мовою. Це пов'язано з тим, що професійна англійська мова дає фахівцям можливість доступу до набагато більш широкої і різноманітної інформації, спілкуватися з колегами з інших країн, працювати в інтернаціональних колективах (див. [1; 2]). Відмітимо, що процеси глобалізації та інтернаціоналізації спричинили в останні роки впровадження різних форм англomовної професійної освіти в багатьох університетах України.

**Аналіз актуальних досліджень.** Починаючи з 2006 року в рамках Програми “Вища освіта іноземною мовою” в НАУ авторами проводяться дослідження з методики викладання англійською мовою математичних дисциплін іноземним та українським студентам. О. В. Карупу, Т. А. Олешко і В. В. Пахненко досліджували загальні характеристики процесу викладання іноземним і українським студентам англійською мовою математичних дисциплін [3]. Особливості викладання вищої математики українським та іноземним студентам вивчали О. В. Карупу, Т. А. Олешко і В. В. Пахненко (див. [4]), С. І. Федак, Л. А. Романюк, С. А. Федак [5], Н. В. Сніжко [6], А. П. Рибалко і К. В. Степанова [7]. О. В. Карупу, Т. А. Олешко і В. В. Пахненко вивчали також особливості викладання математичних дисциплін студентам технічних спеціальностей в мультинаціональних академічних групах (див. [4] та [8; 9]). Особливості використання електронних ресурсів при викладанні математичних дисциплін розглядали К. В. Власенко, І. В. Лов'янова, Т. С. Армаш, І. В. Сітак і О. О. Чумак [10] та О. В. Карупу, Т. А. Олешко, В. В. Пахненко і А. О. Пашко [11], В. І. Трофименко, І. П. Кудзіновська, Т. Ю. Шкварницька [12], А. П. Рибалко, Т. В. Денисова [13], О. В. Карупу, Т. А. Олешко, В. В. Пахненко [9] та [14].

**Мета статті.** Метою даної роботи є дослідження специфіки онлайн викладання окремих розділів вищої математики англійською мовою іноземним та українським студентам НАУ, які не є носіями цієї мови, і надання на основі розгляду методичних рекомендацій до викладу навчального матеріалу студентам мультинаціональних англomовних груп.

**Виклад основного матеріалу.** При підготовці майбутніх фахівців багатьох спеціальностей обов'язковою складовою є вивчення математики. При цьому для студентів технічних спеціальностей важливими компонентами їх математичної підготовки є як

знання основних теоретичних засад математики і розуміння математичних підходів і методів, так і володіння навичками застосування набутих знань до розв'язування задач.

У Національному авіаційному університеті для студентів більшості спеціальностей викладається синтетична дисципліна «Вища математика» і тільки для деяких спеціальностей викладаються окремі дисципліни математичного циклу: «Математичний аналіз», «Лінійна алгебра та аналітична геометрія», «Теорія ймовірностей і математична статистика», «Чисельні методи», «Дискретна математика», «Математичні методи оптимізації». В англомовний проект входять спеціальності обох типів. Для деяких спеціальностей викладаються «Вища математика» і одна або декілька перелічених математичних дисциплін.

Зауважимо, що навчальні програми дисципліни «Вища математика» для всіх спеціальностей обов'язково передбачають вивчення в тому чи іншому обсязі:

- 1) визначників, матриць, систем лінійних алгебраїчних рівнянь;
- 2) векторів, прямих на площині та в просторі, площин, кривих та поверхонь другого порядку;
- 3) послідовностей і функцій та їх границь, неперервних функцій та їх властивостей;
- 4) похідних та диференціалів функцій однієї змінної, їх обчислення та застосувань;
- 5) функцій кількох змінних та їх властивостей, частинних похідних та повних диференціалів та застосувань;
- 6) невизначеного інтеграла та основних методів інтегрування;
- 7) визначеного інтеграла, його обчислення та застосування;
- 8) диференціальних рівнянь першого порядку, видів їх розв'язків та задачі Коші, основних інтегрованих в квадратурах видів диференціальних рівнянь першого порядку, найпростіших диференціальних рівнянь вищих порядків, лінійних однорідних диференціальних рівнянь другого та вищих порядків зі сталими коефіцієнтами.

Крім того, до дисципліни «Вища математика» можуть бути включеними також інші розділи математики.

На наш погляд, при викладанні математичних дисциплін, зокрема дисципліни «Вища математика» англійською мовою перш за все потрібно враховувати те, що:

- 1) студенти не в повному обсязі володіють математичною термінологією, оскільки більшість з них навчалися в середній школі рідною (для них) мовою; значна частина іноземних студентів є носіями мов, для яких є характерними або відмінний від звичного для нас напрямок написання тексту або ієрогліфічна писемність;
- 2) викладання математики в середніх школах різних країн з деяких питань має певні особливості, що найчастіше проявляться саме на практичних заняттях в процесі розв'язування задач цих студентів ще в середній школі;
- 3) достатньо поверхове сприйняття більшістю студентів технічних ЗВО (як українських, так і іноземних) абстрактних питань і недостатнє розуміння ними важливості володіння теоретичним матеріалом, необхідним для самостійного розв'язування змістовних задач;
- 4) певна частина студентів (особливо іноземних) мають з низький рівень шкільної підготовки з геометрії (особливо стереометрії) тригонометрії.

При вивченні іноземними студентами модуля «Елементи лінійної алгебри та аналітичної геометрії» в цілому добре засвоюються питання, пов'язані з векторною алгеброю, оскільки значна частина студентів непогано знають вектори ще зі школи. Дещо складнішим для багатьох іноземних студентів є засвоєння питань, пов'язаних саме з лінійною алгеброю. Значно більші проблеми постають перед іноземними студентами при вивченні питань аналітичної геометрії. Засвоєння переважною більшістю студентів англомовних груп питань, пов'язаних з прямими та кривими на площині є відносно непоганим. І іноземні, і українські студенти досить успішно опановують навички розпізнавання основних форм рівнянь прямої на площині та кривих другого порядку і застосовують їх при розв'язуванні задач. При цьому результати значно покращуються при використанні опорних матеріалів, особливо якщо ці матеріали містять рисунки-схеми. Набагато складнішими для засвоєння іноземними студентами є питання, пов'язані з просторовими геометричними об'єктами, що є наслідком

недостатньо розвиненого просторового мислення у значної частини цих студентів. Відмітимо, що певні проблеми мають і деякі українські студенти. Хороші результати дає використання різноманітних опорних конспектів, особливо тих, що крім рівнянь і рисунків, містять також і словесні описи ознак різних рівнянь відповідних геометричних об'єктів. Дуже корисним є обговорення студентами на практичному занятті алгоритмів розв'язування відповідних задач. Особливо дієвим для всіх студентів може бути проведення лекцій з використанням різних засобів візуалізації розглядуваних геометричних об'єктів.

Існує також ціла низка проблем, пов'язаних з засвоєнням студентами (особливо іноземними) загальних питань модулів «Диференціальне числення функцій однієї змінної» та «Інтегральне числення функцій однієї змінної», оскільки ці розділи є достатньо складними для сприйняття, особливо в технічних ЗВО. Визначений інтеграл, як правило, вводиться в школах як приріст первісної. В зв'язку з цим ускладнюється сприйняття визначеного інтеграла як границі інтегральних сум, що знижує розуміння застосувань визначеного інтеграла. Зазначимо також, що у більшості іноземних студентів виникають проблеми при застосуванні визначених та кратних інтегралів, таких як знаходження площ областей, об'ємів геометричних тіл, площ поверхонь тощо. Частково це є наслідком низького рівня підготовки з геометрії.

При вивченні іноземними студентами функцій кількох змінних та кратних інтегралів даються взнаки недоліки засвоєння попередніх тем математичного аналізу, а саме техніки диференціювання і техніки інтегрування. До них додаються проблеми, пов'язані з недоліками засвоєння аналітичної геометрії. Як результат, дуже часто нездоланною проблемою для цих студентів стає побудова потрібної області, особливо просторової. Тому для іноземних студентів (і для українських також) корисно надавати певні рекомендації по використанню систем комп'ютерної математики при розв'язуванням відповідних задач. Крім того, слід приділяти увагу алгоритмізації процесу розпізнавання рівнянь кривих і поверхонь.

При вивченні звичайних диференціальних рівнянь засвоєння матеріалу іноземними та українськими англомовними студентами є непоганим. Особливо це стосується лінійних рівнянь зі сталими коефіцієнтами, що пов'язано з наявністю простих алгоритмів і відсутністю необхідності інтегрування. Значну увагу потрібно також приділяти виробленню навичок розпізнавання основних типів диференціальних рівнянь, що інтегруються в квадратурах (підкреслюючи при цьому, що розглянутий їх перелік не вичерпує всього їх різноманіття і в майбутньому, при необхідності, можна звертатися до довідників). Відмітимо при цьому, що при чіткому викладі викладачем алгоритму розпізнавання найпростіших типів рівнянь значна частина іноземних і українських англомовних студентів достатньо добре засвоює ці навички. Певні особливості має також викладання студентам англомовних груп розділів, що можуть включатися в курс вищої математики і які не були розглянуті в даному дослідженні.

Відмітимо також більшу готовність значної частини іноземних студентів порівняно з українськими студентами використовувати системи комп'ютерної математики та онлайн-ресурси і певний рівень навичок застосування цих систем та ресурсів. Тому для хоча б часткової компенсації недоліків загальної математичної підготовки цих студентів ми рекомендуємо їм активне використання систем комп'ютерної математики і надаємо рекомендації по вибору англомовних освітніх онлайн-ресурсів. Підкреслюємо, що безконтрольне використання студентами онлайн-калькуляторів та врахування викладачем таких можливостей в процесі складання тестів онлайн потребує серйозного обговорення і впровадження нестандартних підходів.

Останніми роками викладачі і студенти зіткнулися з труднощами, пов'язаними з карантинними обмеженнями, які зумовили впровадження дистанційного та змішаного навчання (див. [12; 13]), що виявилось дуже важким для студентів, які навчаються англійською мовою. Особливо складно організувати ефективні практичні заняття для студентів першого курсу.

У НАУ під час карантину дистанційне навчання проводиться в Google Workspace (раніше G Suite) з використанням Google Classroom та Google Meet. Робота студентських команд, реалізована за допомогою Google Jamboard, була в цілому досить ефективною (більш детально див. [9; 14] та [13]).

Зазначимо, що з 24 лютого минулого року всі викладачі зіткнулися з новими труднощами. Багато студентів мали проблеми з відсутністю доступу до безперебійного інтернет-з'єднання і навіть телефонного зв'язку, що підвищило вимоги до матеріалів у Google Classroom та призвело до необхідності додаткових консультацій у Google Meet.

Слід зазначити, що наші рекомендації щодо застосування освітніх онлайн-ресурсів виявилися дуже корисними для студентів. На нашу думку, найбільш ефективним для українських та іноземних англомовних студентів для асинхронного навчання з математичних дисциплін є використання освітніх онлайн-ресурсів «Math is Fun» та «Math24».

В умовах компетентнісно-орієнтованої парадигми освіти протягом кількох останніх років ми впроваджуємо проектний підхід до організації навчальної і наукової роботи студентів. Як частину реалізації цього проектного підходу ми застосовуємо колективні форми роботи при проведенні практичних занять. Для цього здійснюється поділ академічної групи на декілька команд для спільного розв'язування декількох складних задач, взаємної перевірки засвоєння матеріалу, підготовки презентацій на практичних заняттях з подальшим обговоренням і порівнянням результатів. Дуже ефективним при цьому виявилось формування команд з українських і іноземних студентів (причому, бажано, з різних країн – наприклад, і з Азії, і з Африки), до складу яких входять від трьох до п'яти осіб (більш детально див. [8; 9] та [14]). На наш погляд, хоча отримані результати не дозволяють зробити далекосяжні узагальнення, вони є обнадійливими для подальшого вивчення розглянутого підходу.

Викладання дисципліна «Вища математика» англомовним студентам в НАУ супроводжується низкою англомовних посібників, що містять необхідний теоретичний матеріал з великою кількістю розв'язаних прикладів і необхідну термінологію з перекладом, що є критично необхідним для переважної більшості іноземних і дуже важливою для українських студентів.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Проведено аналіз практики викладання англійською мовою як окремих розділів синтетичної дисципліни «Вища математика», так і дисципліни в цілому, іноземним та українським студентам, що навчаються за технічними напрямками в Національному авіаційному університеті. Розглянуто особливості викладання цієї дисципліни в мультинаціональних академічних групах, проаналізовано стан методичного забезпечення і надано певні рекомендації по роботі викладача для покращення засвоєння тем студентами різних категорій в процесі використання різних форм дистанційного навчання.

Зокрема, при роботі з іноземними студентами рекомендується приділяти більшу увагу виробленню навичок розпізнавання основних форм типових задач і навичок роботи з нестандартними задачами. Рекомендується детальна алгоритмізація викладачем цього процесу при проведенні практичних занять і консультацій з використанням різноманітних опорних конспектів. При роботі з іноземними студентами зі слабкою математичною і мовною підготовкою рекомендується також надавати цим студентам алгоритми розв'язування найпростіших типових задач. Крім того, ми вважаємо доцільним рекомендувати студентам активне використання символічного ядра однієї з систем комп'ютерної математики. Ми також вважаємо корисним надавати студентам рекомендації по знаходженню математичної інформації в пошукових системах та по вибору англомовних освітніх онлайн-ресурсів.

Відмітимо, що спільне навчання іноземних та українських студентів дає можливість формувати інтернаціональні команди для участі в різноманітних проектах, зокрема для більш детального вивчення окремих питань математики та розгляду застосувань математики в професійній роботі майбутніх фахівців.

Вважаємо доцільним продовження досліджень як у напрямі поглиблення вивчення специфіки викладання англійською мовою окремих питань математичних дисциплін, зокрема вищої математики, так і ґрунтовного вивчення загальних особливостей викладання математичних дисциплін англомовним студентам.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES**

1. Болайто, Р., Вест, Р. (2017). Інтернаціоналізація українських університетів у розрізі англійської мови: Проект «Англійська мова для університетів». Київ : Сталь. (Bolitho, R., West, R. (2017). The internationalisation of Ukrainian universities: the English language dimension. Kyiv : Stal).
2. Kvasova, O., Westbrook, C., Westbrook, K. (2020). Provision. Of English-Medium Instruction: Trends And Issues. *Ars Linguodidacticae*, 5, 11–21.
3. Карупу, О. В., Олешко, Т. А., Пахненко, В. В. (2012). Про викладання математичних дисциплін англійською мовою іноземним студентам. *Східно-Європейський журнал передових технологій*, 2/2 (56), 11–14. (Karupu, O. W., Oleshko, T. A., Pakhnenko, V. V. (2012). About teaching of mathematical disciplines in English to foreign students. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2/2 (56), 11–14).
4. Карупу, О. В., Олешко, Т. А., Пахненко, В. В. (2021). Про викладання окремих розділів вищої математики студентам технічних спеціальностей в мультинаціональних академічних групах в Національному авіаційному університеті. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*, IX (97): 246, 17–20. (Karupu, O. W., Oleshko, T. A., Pakhnenko, V. V. (2021). About teaching certain sections of higher mathematics to students of technical specialties in multinational academic groups at the National Aviation University. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*, IX (97): 246, 17–20).
5. Федак, С. І., Романюк, Л. А., Федак, С. А. (2017). Викладання предмета “Вища математика” англійською мовою для іноземних студентів будівельних спеціальностей. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. Кропивницький*, 156, 106–111. (Fedak, S. I., Romaniuk, L. A., Fedak, S. A. (2017). Teaching the subject "Higher Mathematics" in English to foreign students of construction specialties. *Academic Commentaries. Series: Pedagogical Sciences*, 156, 106–111).
6. Сніжко, Н. В. (2018). Про проблеми викладання курсу вищої математики англійською мовою. *Тиждень науки: щорічна науково-практична конференція (Запоріжжя, 16–20 квітня 2018)*. Запоріжжя: ЗНТУ, сс. 292–293. (Snizhko, N. V. (2018). On the problems of teaching the course of higher mathematics in English. *Science Week: Annual scientific and practical conference. (Zaporizhzhia, Apr. 16–20, 2018)*. Zaporizhzhia: ZNTU, 292–293).
7. Рибалко, А. П., Степанова, К. В. (2020). Особливості викладання вищої математики англійською мовою студентам комп’ютерних спеціальностей. Професіоналізм педагога: теоретичні й методичні аспекти, 12, 33–44. (Rybalko, A. P., Stiepanova, K. V. (2020). Features of teaching higher mathematics in English to students of computer specialties. *Professionalism of the teacher: Theoretical and methodological aspects*, 12, 33–44).
8. Karupu, O. W., Oleshko, T. A., Pakhnenko, V. V. (2018). On some aspects of modeling of professional activity of future aviation engineer in teaching of mathematical disciplines in multinational groups. *Aviation in the XXI-st century: Proceedings of the Eighth World Congress (Kyiv, October 12–15, 2018)*. Kyiv: NAU, 4.3.15–4.3.19.
9. Karupu, O. W., Oleshko, T. A., Pakhnenko, V. V. (2020). On peculiarities of teaching linear algebra to future IT specialists within the program "Education in English" of the National Aviation University. *Physical and Mathematical Education*, 4 (26), 21–26.
10. Vlasenko, K., Chumak, O., Sitak, I., Chashechnikova, O. O., Lovianova, I. (2019). Developing informatics competencies of computer sciences students while teaching differential equation. *Revista Espacios*, 40(31), 11.
11. Karupu, O. W., Oleshko, T. A., Pakhnenko, V. V., Pashko, A. O. (2019). Applying information technologies to mathematical education of IT specialists in English-speaking

- academic groups. Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series: Physics & Mathematics, 4, 70–75.
12. Трофименко, В., Кудзіновська, І., Шкварницька, Т. (2021). Використання інформаційних технологій при навчанні математичних дисциплін. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 198, 185–199. (Trofymenko, V. I. , Kudzinovskaya, I. P., Shkvarnytska, T. Iu. (2021). Use of information technologies in teaching te mathematical disciplines. Academic Notes. Series: Pedagogical sciences. Kropyvnytskyi: CUSPU after V. Vinnichenko, 198, 185–199).
  13. Рибалко, А. П., Денисова, Т. В. (2022). Організація онлайн-навчання з вищої математики під час карантину. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи, 85, 164–169. (Rybalko, A. P., Denysova, T. V. (2022). Organization of online learning in higher mathematics during quarantin. Naukowyi chasopys National Pedagogical Dragomanov University. Series 5. Pedagogical sciences: reality and perspectives, 85, 164–169).
  14. Karupu O., Oleshko T., Pakhnenko V. (2021). Modeling Future Aviation and IT Specialists' Professional Skills Development on Mathematical Practical Training with Application of Information Technologies. 2021 IEEE 3rd International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), 215–220.

**Karupu O. W, Oleshko T. A, Pakhnenko V. V. On some actual problems of teaching higher mathematics in English to foreign and Ukrainian students at the National Aviation University.**

**Summary.** *The problems of teaching certain issues higher mathematics in English to foreign and Ukrainian students of technical specialties at the National Aviation University are considered.*

*At the National Aviation University, foreign students have the opportunity to study both in Ukrainian and in English. The reasons for this are that English is one of the official languages of ICAO (International Civil Aviation Organization) and it is very favorable for future aviation professionals to receive professional education in English. Therefore, many foreign students choose to study in English. Ukrainian students, who are focused on further employment in international airlines, are also interested in studying in English-speaking groups.*

*The article analyzes the experience of authors' teaching of higher mathematics in English to foreign and Ukrainian students of NAU, who study on engineering and IT specialties. Problems of methodological and organizational nature that teachers face in the process of teaching the discipline to students being non-native English speakers are considered.*

*The teaching of separate topics of the discipline «Higher mathematics» to English-speaking foreign and Ukrainian students of various specialties within the Program «Higher Education in a Foreign Language» in NAU was investigated. The peculiarities of teaching vector and linear algebra, differential and integral calculus of single variable functions, multivariable functions and ordinary differential equations in English-speaking multinational academic groups are considered. Extensive use of various reference materials adapted for students of various specialties is recommended. It is recommended to widely use a variety of supporting materials adapted for students of different technical specialties. On online classes in Google Workspace in Google Classroom and Google Meet we recommend to implement the work of student teams using Google Jamboard.*

**Key words:** *mathematics, higher mathematics, linear algebra, analytic geometry, mathematical analysis, teaching mathematics in English, multinational academic groups.*

УДК 378.147

DOI 10.5281/zenodo.8025541

І. А. Клеопа

ORCID ID 0000-0001-7588-6721

Вінницький національний технічний університет

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДНО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ПЕРЕВІРКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПЕДАГОГІЧНИХ УМОВ ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ В МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГАЛУЗІ В УМОВАХ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ

*У роботі подано результати дослідно-експериментальної перевірки ефективності організаційно-педагогічних умов формування математичної компетентності в майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі під час змішаного навчання, а саме: використання інформаційного середовища (цифровізація) освітнього процесу в умовах аудиторної та дистанційної форм навчання; застосування сучасних інноваційних технологій формування математичної компетентності на основі інтеграції фундаментальних і фахових дисциплін; моніторинг та регулярна корекція рівнів сформованості математичної компетентності.*

*У процесі наукового пошуку розроблено та реалізовано в практиці навчання розділів вищої математики навчально-методичний супровід формування математичної компетентності в майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі з використанням цифрових технологій: візуалізація опорних лекцій з розділів лінійної та векторної алгебри та елементів аналітичної геометрії деяких розділів вищої математики в аудиторії та адаптований варіант для дистанційного навчання; інтерактивні методи спонукання мотиваційної складової до набуття математичної компетентності студентів (вступна лекція) та розвитку рефлексії застосування математичних знань на основі прикладних задач; контроль тестування теоретичних знань з використанням проходження «Лабіринту».*

*Теоретичні положення, практичні напрацювання, окремі запропоновані ідеї та методики аналізу статистичних даних дослідження можуть бути використані як викладачами вищої математики для формування математичної компетентності у майбутніх бакалаврів інших спеціальностей технічних закладів вищої освіти при змішаних формах навчання, так і науковцями у процесі аналізу статистичних даних педагогічного експерименту.*

*Під час констатувально-діагностичного етапу дослідження, після виявлення та обґрунтування критеріїв, показників і рівнів сформованості складових математичної компетентності майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі, зі всієї кількості споріднених за спеціальністю груп, статистичними методами дослідження було виокремлено однорідні за складом експериментальна та контрольна групи, які прийняли участь у формувальному етапі педагогічного експерименту.*

**Ключові слова:** майбутні бакалаври, комп'ютерна галузь, педагогічний експеримент, математична компетентність, експериментальні групи, однорідність груп для формувального етапу педагогічного експерименту, статистичні методи аналізу.

**Постановка проблеми.** Аналіз наукових, психолого-педагогічних джерел щодо формування компетентності майбутніх бакалаврів з вищою освітою, зокрема технічною, дозволив виявити проблеми впровадження компетентнісного підходу в процесі їх підготовки з різних дисциплін та рівнів, як бакалаврів так і магістрів [1; 2]. В межах науково-дослідної теми кафедри вищої математики Вінницького національного технічного університету 10.К3 «Формування базового рівня професійної компетентності у майбутніх бакалаврів з вищою технічною освітою» у 2015-2019 рр.; 2020-2024 рр. проведено декілька досліджень різного напрямку форм, методів і технологій навчання, методологічних принципів, що сприяють поліпшенню результативності цього процесу при викладанні курсу вищої математики для

студентів різних спеціальностей. Наше дослідження торкається виявлення проблем математичної підготовки майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі, зокрема формуванню в них математичної компетентності під час змішаного навчання.

**Аналіз актуальних досліджень.** Важливим етапом педагогічних досліджень є розробка та перевірка гіпотези з використанням відповідних педагогічних інструментаріїв. Як правило, гіпотези стосуються або закону розподілу даних у вибірці (нормальний, біноміальний та ін.) або ж порівнянню числових характеристик вибірки (середні, дисперсія, кореляція тощо) [3, с. 169]. Найбільш поширеним у педагогічних дослідженнях є критерій узгодженості Пірсона. Перевірка середніх у двох вибірках здійснюється з використанням t-критерію (Стюдента) [4, с. 63]. Для статистичного аналізу порівняння та прийняття рішення за висновками отриманих результатів визначених компонентів (мотиваційно-ціннісного, когнітивно-творчого; особистісно-рефлексивного) сформованості математичної компетентності майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі, нами вибрано критерій згоди ( $D_n$ ) Колмогорова-Смірнова [5, с. 88], як такий, що обраховує великі масиви даних та прийнятий науковцями у педагогічних дослідженнях на рівні значущості  $\alpha = 0,05$  (5% -помилки).

**Метою статті** є представлення результатів дослідно-експериментальної перевірки ефективності організаційно-педагогічних умов формування математичної компетентності в майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі в умовах змішаного навчання.

**Виклад основного матеріалу.** В нашому аналізі статистичних даних ми притримувалися принципів організації педагогічних досліджень, а саме: об'єктивності, виділення основних факторів, врахування об'єктивних суперечностей, що притаманні педагогічним, співвідношення досягнутого рівня з моделлю, метою, єдності дослідницького і навчально-виховного процесів.

Визначено також, що педагогічний експеримент, на відміну від інших методів, створює умови для: 1) перевірки ефективності різноманітних запроваджень у навчально-виховний процес; 2) порівняння ролі та впливу різних факторів на педагогічний процес; 3) вибору оптимальних факторів для організації певних ситуацій навчання та виховання; 4) виявлення умов реалізації певних педагогічних задач; 5) виявлення специфіки та закономірностей перебігу педагогічного процесу в конкретних, у тому числі, й заданих умовах [6, с. 202].

Педагогічний експеримент ми розглядаємо як метод дослідження, що дозволяє здійснювати перевірку результатів, зокрема формуванню компетентності майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі, що відбувається в у звичній, природній обстановці навчально-виховного процесу, яку дослідник не може принципово змінювати залученням нового фактору педагогічного впливу. Наш педагогічний експеримент відбувався у 4 етапи: констатувально-діагностичний; організаційно-практичний; формувальний; узагальнювально-впроваджувальний.

Під час констатувально-діагностичного етапу було здійснено обґрунтування компонентів (мотиваційно-ціннісного, когнітивно-творчого, особистісно-рефлексивного), виявлення критеріїв (мотиваційного, якісно-діяльнісного, рефлексивного), показників і рівнів (низький – базовий, репродуктивний – задовільний, конструктивний – достатній, творчий – високий) сформованості математичної компетентності майбутнього фахівця комп'ютерної галузі.

Для «чистоти» педагогічного дослідження необхідно визначення експериментальної й контрольної груп однорідних за складом, які мають бути задіяні під час формувального етапу педагогічного експерименту. Однорідність експериментальних груп визначалась вибіркою з генеральної сукупності студентських груп підготовки за спеціальностями комп'ютерної галузі. За результатом вхідного рівня («0» контрольна робота з математики на перших заняттях зі студентами 1 курсу, анкетування) із генеральної сукупності 2140 осіб вступу 2015-2022 років відібрано 574 майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі для формувального етапу педагогічного експерименту (КГ – 293 особи.; ЕГ – 281 особа).

Висунемо статистичну гіпотезу  $H_0$ : за результатами вхідного рівня сформованості математичної компетентності групи КГ та ЕГ відрізняються несуттєво та альтернативну до неї  $H_1$ : за результатами вхідного рівня сформованості математичної компетентності групи КГ та ЕГ відрізняються суттєво.

Таблиця 1

**Діагностика визначення однорідності груп ЕГ та КГ відібраних з генеральної сукупності для формульовального етапу педагогічного експерименту (вхідний рівень) за рівнем сформованості математичної компетентності у майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі**

| $\Sigma$ Критеріїв | Констатувально-діагностичний етап педагогічного експерименту |                  |                             |              |                  |                             |                                                           |
|--------------------|--------------------------------------------------------------|------------------|-----------------------------|--------------|------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------|
|                    | КГ (293 ст.)                                                 |                  |                             | ЕГ (281 ст.) |                  |                             | max                                                       |
|                    | Частота                                                      | Відносна частота | Накопичні частоти           | Частота      | Відносна частота | Накопичні частоти           | Максимальна різниця                                       |
|                    | $n_i$                                                        | $\frac{n_i}{n}$  | $\frac{n_{i\text{нак}}}{n}$ | $m_i$        | $\frac{m_i}{m}$  | $\frac{m_{i\text{нак}}}{m}$ | $ \frac{n_{i\text{нак}}}{n} - \frac{m_{i\text{нак}}}{m} $ |
| Високий            | 65                                                           | 0,2218           | 0,2218                      | 64           | 0,2278           | 0,2278                      | 0,0060                                                    |
| Достатній          | 93                                                           | 0,3174           | 0,5392                      | 89           | 0,3167           | 0,5445                      | <b>0,0153</b>                                             |
| Задовільний        | 90                                                           | 0,3072           | 0,8464                      | 88           | 0,3132           | 0,8577                      | 0,0113                                                    |
| Низький            | 45                                                           | 0,1536           | 1,0000                      | 40           | 0,1423           | 1,0000                      | 0,0000                                                    |
| $\Sigma$           | 293                                                          | 1,0000           |                             | 281          | 1,0000           |                             | <b><math>d_{\text{max}} = 0,0153</math></b>               |

$$\lambda_{\text{емп}} = d_{\text{max}} \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}} = 0,0153 \sqrt{\frac{293 \cdot 281}{293 + 281}} = 0,0153 \cdot 11,98 = 0,1833 \quad \lambda_{\text{кр}}(0,05) = 1,36$$

Маємо,  $\lambda_{\text{кр}} = 1,36 > \lambda_{\text{емп}} = 0,1833$ , висновок: приймається гіпотеза  $H_0$ , отже – вибрані групи КГ та ЕГ з достовірністю 95% є однорідними за рівнями сформованості математичної компетентності майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі в умовах змішаного навчання.

Порівнювались групи попарно у семестрах ВНТУ, вступники зі шкіл що: не мали онлайн навчання взагалі у школі (2015-2019 рік вступу); фрагментарно онлайн навчання під час пандемії (2020-2021 рік вступу); більш тривалий термін онлайн навчання під час пандемії та військового стану в Україні. (2021-2022 рік вступу).

У статті наведемо отримані результати дослідження I семестру навчання.

#### **Результати формульовального етапу дослідно-експериментальної роботи.**

**I семестр навчання.** До складу груп увійшли: **1КГ** – академічні групи спеціальностей комп'ютерної галузі (рокі вступу: 2015, 2017; 2019), що склало 209 студентів. Форми навчального процесу: аудиторна. Методичні технології навчання:

- зміст матеріалу: лекції – в повному обсязі, крім деяких тем, що за робочими програмами винесено до позааудиторної самостійної роботи студентів, практичні заняття відповідно до тем, типові розрахункові роботи позааудиторної СРС за розділами;
- методи викладання: перша вступна лекція у формі бесіди, ознайомлення студентів: з загальними правилами освітнього процесу в університеті, системою JetIQ, важливістю опанування розділів вищої математики для формування математичної компетентності майбутнього фахівця; з кредитно-модульною системою, порадами щодо наявності зошитів для запису в них лекцій, для практичних занять та типових розрахункових робіт, проблемами та порадами тим хто живе в гуртожитках. Практичні заняття відбуваються з використанням допомоги викладача, індивідуального підходу у процесі розв'язування звичайних та прикладних задач за темою, що пройдена на лекції та за можливістю використання інтерактивних методів навчання оновлених до сучасних умов цифровізації [7, с.112] з розділів, що вивчаються в семестрі;
- технічні засоби: дошка, крейда, система JetIQ; навчальні посібники;
- методи контролю: модульно-рейтингова система – 2 модуля у семестрі; аудиторні контрольні роботи за індивідуальними завданнями кожному, як «захист» виконаних типових розрахунків за індивідуальними варіантами під час СРС; тестовий колоквиум в аудиторії за індивідуальними варіантами для кожного студента.

1ЕГ – академічні групи спеціальностей комп'ютерної галузі (рокі вступу: 2021, 2022), що склало 205 студентів. Форми навчального процесу: аудиторна (1 модуль) + онлайн (2 модуль). Методичні технології навчання:

- зміст матеріалу: лекції – в об'ємі *опорного конспекту*, що спирається на навчальний посібник де теоретичний матеріал подано в повному об'ємі з доведенням теорем та поясненням їх застосування для розв'язку звичайних та прикладних задач крім деяких тем, що за робочими програмами винесено до позааудиторної самостійної роботи студентів; практичні заняття – відповідно до тем;
- методи викладання: перша вступна лекція у формі бесіди, відбувається аналогічно, як у групі КГ, але з візуалізацією ознайомлення та *опорного конспекту із застосуванням цифрових технологій як в аудиторії так і у процесі онлайн навчання*; практичні заняття відбуваються з використанням інтерактивних методів навчання в аудиторії: індивідуальна робота з можливістю обговорювати та отримувати консультацію в однокласників (які отримують за це бали) та у викладача, або групова (малими групами з 4-х осіб) [8, с. 290];
- технічні засоби: в аудиторії: цифровізація (ноутбук + проектор + екран) 1 модуль візуалізація на екран: коментар до вступної лекції у формі бесіди (фрагменти знайомства з системою JetIQ, важливості опанування розділів вищої математики, опорного конспекту в досх; в онлайн: цифровізація (ноутбук, інтернет) [9, с. 255];
- методи контролю: модульно-рейтингова система – 2 модуля у семестрі; в *аудиторії* – контрольні роботи за індивідуальними завданнями кожному, як «захист» виконаних типових розрахунків за індивідуальними варіантами під час СРС, тестовий колоквиум за індивідуальними варіантами для кожного студента з використанням цифрових технологій у системі JetIQ [10, с. 44]; онлайн – контрольна робота за індивідуальними завданнями кожному з використанням цифрових технологій; тестовий колоквиум звичайної форми, ігрової форми «Лабіринт» [11, с. 220].

Отже, результати запропонованого підходу до формування математичної компетентності майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі в умовах змішаного навчання виявились наступними за виокремленими компонентами.

1. Мотиваційний критерій. Оцінювання груп за рівнем сформованості мотиваційного критерію у майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі здійснювалась за шкалою:

- високий рівень – глибоке розуміння важливості вищої математики не тільки для опанування інших дисциплін, а й для самоосвіти впродовж життя та міцне прагнення до набуття математичної компетентності;
- достатній рівень – розуміння важливості вищої математики не тільки для опанування інших дисциплін, а й для самоосвіти впродовж життя але повільне прагнення до набуття математичної компетентності;
- задовільний рівень – слабе розуміння важливості вищої математики не тільки для опанування інших дисциплін, а й для самоосвіти впродовж життя, фрагментарне прагнення до набуття математичної компетентності, пов'язане лише із результативною стороною, що орієнтована на досягнення позитивного результату знань;
- низький рівень – слабе розуміння важливості вищої математики не тільки для самоосвіти впродовж життя, а і для опанування інших дисциплін, не стійке, фрагментарне прагнення до набуття математичної компетентності.

В межах нашого дослідження анкетування в групах 1КГ та 1ЕГ з метою виявлення складових мотиваційно-ціннісного компоненту відбувалось через тиждень, коли було зроблено аналіз побудованих мап з дисципліни «Вища математика» за спеціальністю на основі інформації яку вони отримали (рис. 1 та табл.2).

Висунемо статистичну гіпотезу:  $H_0$  – за досліджуваною ознакою сформованості мотиваційно-ціннісного компоненту математичної компетентності майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі одержані результати в групах 1КГ та 1ЕГ відрізняються не суттєво та альтернативну до неї:  $H_1$  – за досліджуваною ознакою сформованості мотиваційно-

ціннісного компоненту математичної компетентності майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі одержані результати в групах 1КГ та 1ЕГ відрізняються суттєво.

Таблиця 2

**Діагностика сформованості мотиваційно-ціннісного компоненту математичної компетентності у майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі**

| Мотивацій-<br>ний<br>критерій | Формувальний етап педагогічного експерименту |                     |                             |               |                     |                             |                                                           |
|-------------------------------|----------------------------------------------|---------------------|-----------------------------|---------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------|
|                               | 1КГ (209 ст.)                                |                     |                             | 1ЕГ (205 ст.) |                     |                             | max                                                       |
|                               | Часто-<br>та                                 | Відносна<br>частота | Накопичені<br>частоти       | Часто-<br>та  | Відносна<br>частота | Накопичені<br>частоти       | Максимальна<br>різниця                                    |
|                               | $n_i$                                        | $\frac{n_i}{n}$     | $\frac{n_{i\text{нак}}}{n}$ | $m_i$         | $\frac{m_i}{m}$     | $\frac{m_{i\text{нак}}}{m}$ | $ \frac{n_{i\text{нак}}}{n} - \frac{m_{i\text{нак}}}{m} $ |
| Високий                       | 66                                           | 0,3158              | 0,3158                      | 77            | 0,3756              | 0,3756                      | 0,0305                                                    |
| Достатній                     | 70                                           | 0,3349              | 0,6507                      | 89            | 0,4342              | 0,8098                      | <b>0,1591</b>                                             |
| Задовільний                   | 56                                           | 0,2680              | 0,9186                      | 31            | 0,1512              | 0,9610                      | 0,0424                                                    |
| Низький                       | 17                                           | 0,0813              | 1,0000                      | 8             | 0,0390              | 1,0000                      | 0,0000                                                    |
| $\Sigma$                      | 209                                          | 1,0000              |                             | 205           | 1,0000              |                             | <b>d<sub>max</sub> = 0,1591</b>                           |

Маємо,  $\lambda_{\text{емп}} = 1,6180 > \lambda_{\text{кр}} = 1,36$  висновок: гіпотеза  $H_0$  – відхиляється, приймається гіпотеза  $H_1$  – за досліджуваною ознакою сформованості мотиваційно-ціннісного компоненту математичної компетентності майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі одержані результати в групах 1КГ та 1ЕГ відрізняються суттєво. Отже отриманий результат з достовірністю 95% свідчить про те, що візуалізація вступної лекції позитивно впливає на уяву студентів щодо важливості вищої математики не тільки для опанування інших дисциплін, а й для самоосвіти.

Для наочності сприйняття результатів діагностики сформованості мотиваційно-ціннісного компоненту математичної компетентності майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі груп 1КГ та 1ЕГ побудовано гістограму (рис.1).



Рис. 1. Порівняльна гістограма розподілу рівнів сформованості мотиваційно-ціннісного компоненту математичної компетентності майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі груп 1КГ та 1ЕГ.

**2. Когнітивно-творчий компонент.** Оцінювання за результатами колоквіумів, контрольних робіт, типових розрахунків в 2 модулях та результатами екзаменів в 1 семестрі.

Висунемо статистичну гіпотезу :  $H_0$  – за досліджуваною ознакою сформованості когнітивно-креативного компоненту математичної компетентності майбутніх бакалаврів

комп'ютерної галузі в групах 1КГ та 1ЕГ відрізняються не суттєво і альтернативну до неї  $H_1$  – за досліджуваною ознакою сформованості когнітивно-креативного компоненту математичної компетентності майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі в групах 1КГ та 1ЕГ, відрізняються суттєво.

Таблиця 3

**Діагностика сформованості когнітивно-творчого компоненту математичної компетентності у майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі**

| Якісно-діяльнісний критерій | Формувальний етап педагогічного експерименту |                  |                             |               |                  |                             |                                                           |
|-----------------------------|----------------------------------------------|------------------|-----------------------------|---------------|------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------|
|                             | 1КГ (209 ст.)                                |                  |                             | 1ЕГ (205 ст.) |                  |                             | max                                                       |
|                             | Частота                                      | Відносна частота | Накопичені частоти          | Частота       | Відносна частота | Накопичені частоти          | Максимальна різниця                                       |
| Рівні (бали)                | $n_i$                                        | $\frac{n_i}{n}$  | $\frac{n_{i\text{нак}}}{n}$ | $m_i$         | $\frac{m_i}{m}$  | $\frac{m_{i\text{нак}}}{m}$ | $ \frac{n_{i\text{нак}}}{n} - \frac{m_{i\text{нак}}}{m} $ |
| Високий (90-100)            | 22                                           | 0,1053           | 0,1053                      | 40            | 0,1951           | 0,1951                      | 0,0898                                                    |
| Достатній (75-89)           | 62                                           | 0,2967           | 0,4020                      | 59            | 0,2878           | 0,4829                      | 0,0809                                                    |
| Задовільний (60-74)         | 75                                           | 0,3588           | 0,7608                      | 88            | 0,4293           | 0,9122                      | <b>0,1514</b>                                             |
| Низький (0-60)              | 50                                           | 0,2392           | 1,0000                      | 18            | 0,0878           | 1,0000                      | 0,0000                                                    |
| $\Sigma$                    | 209                                          | 1,0000           |                             | 205           | 1,0000           |                             | <b>d<sub>max</sub> = 0,1514</b>                           |

$$\lambda_{\text{емп}} = d_{\text{max}} \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}} = 0,1514 \sqrt{\frac{209 \cdot 205}{209 + 205}} = 0,1514 \cdot 10,17 = 1,5397, \quad \lambda_{\text{кр}}(0,05) = 1,36$$

Отже,  $\lambda_{\text{емп}} = 1,5397 > \lambda_{\text{кр}} = 1,36$ . Таким чином, на рівні достовірності 95% гіпотезу  $H_0$  відхиляємо і приймаємо гіпотезу  $H_1$  – за досліджуваною ознакою сформованості когнітивно-креативного компоненту математичної компетентності майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі одержані результати в групах КГ та ЕГ, відрізняються суттєво.

Різниця між отриманими даними високого, достатнього та низького рівнів, набагато відрізняється на користь експериментальної групи, а це свідчить щодо якісніших набутих умінь та навичок застосування отриманих теоретичних знань у розв'язуванні звичайних задач та задач прикладного змісту. Отже, запропонована спрямованість на формування навичок алгоритмізації, застосування опорного конспекту лекцій на основі цифрових технологій та застосування інтерактивних методів навчання позитивно впливають на сформованість когнітивно-креативного компоненту математичної компетентності майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі.

**3. Особистісно-рефлексивний компонент.** Порівняння рівнів сформованості особистісно-рефлексивного компоненту математичної компетентності груп 1КГ та 1ЕГ відбувалось за допомогою анкетування на перших заняттях з вищої математики з урахуванням результатів як за семестр так і окремо за 2 модулі. Оскільки заняття 1ЕГ у першому семестрі відбулося в формі змішаного навчання, а саме 1 модуль повністю в аудиторії, 2 модуль онлайн, для отримання реальних результатів формування особисто рефлексивного компонента та виявлення різниці між аудиторної та дистанційною формами навчання порівняння отриманих результатів зроблено окремо.

Висуємо статистичну гіпотезу :  $H_0$  – одержані результати сформованості особистісно-рефлексивного компоненту математичної компетентності майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі в групах 1КГ та 1ЕГ відрізняються не суттєво та альтернативну до неї:  $H_1$  – одержані результати сформованості особистісно-рефлексивного компоненту математичної компетентності майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі в групах 1КГ та 1ЕГ відрізняються суттєво.

Таблиця 4

Діагностика сформованості особистісно-рефлексивного компоненту математичної компетентності у майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі

| Рефлексивний критерій | Формувальний етап педагогічного експерименту |                  |                             |               |                  |                             |                                                           |
|-----------------------|----------------------------------------------|------------------|-----------------------------|---------------|------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------|
|                       | 1КГ (209 ст.)                                |                  |                             | 1ЕГ (205 ст.) |                  |                             | тах                                                       |
|                       | Частота                                      | Відносна частота | Накопичені частоти          | Частота       | Відносна частота | Накопичені частоти          | Максимальна різниця                                       |
|                       | $n_i$                                        | $\frac{n_i}{n}$  | $\frac{n_{\text{інак}}}{n}$ | $m_i$         | $\frac{m_i}{m}$  | $\frac{m_{\text{інак}}}{m}$ | $ \frac{n_{\text{інак}}}{n} - \frac{m_{\text{інак}}}{m} $ |
| Високий               | 37                                           | 0,1770           | 0,1770                      | 54            | 0,2634           | 0,2634                      | 0,0864                                                    |
| Достатній             | 69                                           | 0,3301           | 0,5071                      | 80            | 0,3903           | 0,6537                      | <b>0,1466</b>                                             |
| Задовільний           | 67                                           | 0,3206           | 0,8277                      | 53            | 0,2585           | 0,9122                      | 0,0845                                                    |
| Низький               | 36                                           | 0,1723           | 1,0000                      | 18            | 0,0878           | 1,0000                      | 0,0000                                                    |
| $\Sigma$              | 209                                          | 1,0000           |                             | 205           | 1,0000           |                             | <b>d<sub>max</sub> = 0,1466</b>                           |

$$\lambda_{\text{емп}} = d_{\text{max}} \sqrt{\frac{n_1 \cdot n_2}{n_1 + n_2}} = 0,1466 \sqrt{\frac{209 \cdot 205}{209 + 205}} = 0,1466 \cdot 10,17 = 1,4909, \quad \lambda_{\text{кр}}(0,05) = 1,36$$

Отже,  $\lambda_{\text{емп}} = 1,4909 > \lambda_{\text{кр}} = 1,36$ . Таким чином, на рівні достовірності 95% гіпотезу  $H_0$  відхиляємо і приймаємо гіпотезу  $H_1$  – за досліджуваною ознакою сформованості особистісно-рефлексивного компоненту математичної компетентності майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі в групах 1КГ та 1ЕГ відрізняються суттєво.

Нами наведено аналіз статистичних даних, що були отримані за результатами 1 семестру навчання, аналогічне цьому було обраховано результати 2 та третього семестрів навчання, тобто результати викладання повного курсу вищої математики у майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі.

Отже, отримані данні сформованості компонентів математичної компетентності у майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі в групах КГ та ЕГ під час змішаного навчання свідчать про те, що незважаючи на проблеми організації дистанційної форми освіти, поступовий вплив цифровізації не зніжує можливості підвищувати позитивний результат формування математичної компетентності студентів.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Під час формувального етапу педагогічного експерименту статистичний аналіз виявлених показників впровадження запропонованих організаційно-педагогічних умов формування математичної компетентності майбутніх бакалаврів комп'ютерної галузі, а саме: удосконалення інформаційно-освітнього середовища (цифровізація); застосування сучасних інтерактивних технологій в умовах змішаної форми навчання. Статистичний аналіз довів, що відмінність рівнів сформованості мотиваційно-ціннісного, когнітивно-креативного, особистісно-рефлексивного компонентів самоосвітньої компетентності комп'ютерної галузі в групах за кожним семестром є суттєвою.

Перспективним бачимо впровадження алгоритму в науково-педагогічну практику, а також написання макросу, який автоматизує заповнення таблиці за введеними даними вибірок.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Гончаренко, С. У. (2008). Організаційно-педагогічні дослідження: методологічні поради молодим науковцям. Київ-Вінниця : ДОВ «Вінниця». (Goncharenko, S. U. (2008). Organizational and pedagogical achievements: methodological support for young scientists. Kyiv-Vinnitsa: DOV "Vinnitsa").
2. Методи педагогічних досліджень (2007). Бібліотека он-лайн. Київ, МОН. Режим доступу: <http://www.readbookz.com/book/>. (Methods of pedagogical achievements (2007). Library on-line. Kyiv, MON. Retrieved from: <http://www.readbookz.com/book/>).

3. Клеопа, І. А. (2021). Дистанційне навчання вищої математики студентів технічного університету. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми : збірник наукових праць. Вінниця : ТОВ «Друк плюс», 60, 290–299. (Klieopa, I.A. (2021). Distance learning of higher mathematics for students at a technical university. Modern information technologies and innovative methods of training in training fahivtsiv: methodology, theory, background, problems: a collection of scientific practices. Vinnitsa : TOV "Druk plus", 60, 290–299).
4. Клеопа, І. А. (2022). Дистанційне навчання як інноваційна модель викладання вищої математики у технічному ЗВО. Журнал «Наука і техніка сьогодні». Серія «Педагогіка», 4(4), 255–264. (Klieopa, I.A. (2022). Distance learning as an innovative model for the development of advanced mathematics in the technical ZVO. Journal "Science and technology today". Series "Pedagogy", 4(4), 255–264).
5. Клеопа, І. А. (2022). Застосування ІГС GeoGebra при вивченні вищої математики студентами технічних закладів вищої освіти. Науковий вісник Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії ім. Тараса Шевченка. Серія «Педагогічні науки». В. Є. Бенери (ред). Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 14, 40–48. (Klieopa, I. A. (2022). Zastosuvannya IGS GeoGebra with the education of higher mathematics by students of technical foundations of higher education. Scientific Bulletin of the Kremenets Regional Humanitarian-Pedagogical Academy named after Taras Shevchenko. Series "Pedagogical sciences". V. E. Benery (Ed.). Odesa: Vidavnichy dim "Helvetica", 14, 40–48).
6. Петрук, В. А., Кашканова, Г. Г. (2006). Ймовірісно-статистичні моделі та статистична оцінка рішень (друге доповнене видання). Навчальний посібник МОН України, „Універсум-Вінниця”. (Petruk, V. A., Kashkanova, G. G. (2006). Imovirnisno-statistical model and statistical evaluation of the solution (other additional knowledge). The chief guide of the Ministry of Education and Science of Ukraine, "Universum-Vinnitsa").
7. Петрук, В. А. (2011). Формування базового рівня професійної компетентності у майбутніх фахівців технічних спеціальностей засобами інтерактивних технологій : монографія. Вінниця : ВНТУ. (Petruk, V. A. (2011). Formation of the basic level of professional competence in the future faculty of technical specialties using interactive technologies : monograph. Vinnitsa : VNTU).
8. Петрук, В. А., Семеніхіна, О. В., Сабадош, Ю. Г. (2022). Нові підходи до статистичного аналізу результатів педагогічного експерименту. Фізико-математична освіта, 33(1), 36–42. (Petruk, V.A., Semenikhina, O.V., Sabadosh, Yu.G. (2022). New approaches to the statistical analysis of the results of the pedagogical experiment. Physical and Mathematical Education, 33(1), 36–42.)
9. Прозор, О. П., Сачанюк-Кавецька, Н. В., Клеопа, І. А. (2020). Організація контролю навчальних досягнень студентів за допомогою автоматизованих систем тестування. Фізико-математична освіта, 3(25), ч. 1, 87–93. (Prozor, O. P., Sachanyuk-Kavetska, N. V., Kleopa, I. A. (2020). Organization of control of primary students' access to additional automated testing systems. Physical and mathematical education, 3(25), V. 1, 87–93.)
10. Руденко, В. М. (2012). Математична статистика. Навчальний посібник. Київ : Центр учбової літератури. (Rudenko, V. M. (2012). Mathematical statistics. Head helper. Kiev : Center for Educational Literature).
11. Петрук, В. А., Клеопа, І. А. (2022). Ігровий колоквиум "Лабіринт" в умовах змішаного навчання вищої математики студентів технічного. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: збірник наукових праць, 63. (Petruk, V. A., Klieopa, I. A. (2022). Igroviy kolokvium "Labirinth" in the minds of a zmishanny nauchanny vshchoi math students tehchnogo. Modern information technologies and innovative methods of training in training fahivtsiv: methodology, theory, background, problems: a collection of scientific practices, 63).

**Klieopa I. The results of experimental and experimental verification of the effectiveness of organizational and pedagogical conditions for the formation of mathematical competence in future bachelors in the computer field in the conditions of mixed education.**

**Summary.** *The work presents the results of an experimental and experimental verification of the effectiveness of organizational and pedagogical conditions for the formation of mathematical competence in future bachelors of the computer field during blended learning, namely: the use of the information environment (digitalization) of the educational process in the classroom and remote forms of education; application of modern innovative technologies for the formation of mathematical competence based on the integration of fundamental and professional disciplines; monitoring and regular correction of the levels of formation of mathematical competence.*

*In the process of scientific research, educational and methodological support for the formation of mathematical competence in future bachelors in the computer field using digital technologies was developed and implemented in the practice of teaching sections of higher mathematics: visualization of reference lectures from sections of linear and vector algebra and elements of analytical geometry of some sections of higher mathematics in classrooms and an adapted option for distance learning; interactive methods of encouraging the motivational component to acquire students' mathematical competence (introductory lecture) and development of reflection on the application of mathematical knowledge based on applied problems; control of testing of theoretical knowledge using the passage of the "Labyrinth".*

*Theoretical provisions, practical developments, individual proposed ideas and methods of statistical data analysis of the research can be used as teachers of higher mathematics for the formation of mathematical competence in future bachelors of other specialties of technical institutions of higher education in mixed forms of education, as well as by scientists in the process of analyzing statistical data of a pedagogical experiment.*

*During the ascertainment-diagnostic stage of the research, after identifying and substantiating the criteria, indicators and levels of formation of the components of mathematical competence of future bachelors in the field of computer science, from the entire number of groups related by specialty, the experimental and control groups, homogeneous in composition, were singled out by statistical research methods, which took part in the formative stage of the pedagogical experiment.*

**Key words:** *future bachelors, computer industry, pedagogical experiment, mathematical competence, experimental groups, homogeneity of groups for the formative stage of the pedagogical experiment, statistical methods of analysis.*

РОЗДІЛ 4. ОПТИМІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ  
ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ  
ЗАСОБАМИ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

УДК 378:37.01/53+004

DOI 10.5281/zenodo.8025524

M. Kalenyk

ORCID ID 0000-0001-7416-4233

Sumy State Pedagogical University  
named after A.S. Makarenko

DIDACTIC FUNDAMENTALS OF USING MIND MAPS IN THE PROCESS OF  
TEACHING PHYSICS AT SCHOOL

*The article is devoted to the study of the use of mind maps in the teaching of physics at school. The article examines the theoretical principles of using mind maps as an auxiliary tool for physics teaching methods, their advantages, and methodical recommendations for their use in the educational process. The possibilities of making and using mind maps in the process of teaching physics are considered, in particular for fixing and mastering the essential features of the content of the school physics course. Also considered is the use of mind maps for the development of critical thinking, the ability to work with various sources of information, to make interactive notes with the possibility of their further addition, to increase interest in learning and to develop students' creative abilities. The article contains practical advice on creating mind maps, their structure and use in the educational process. Emphasis is placed on the need to consider individual characteristics. It was found that the use of an intelligence map in the process of teaching physics helps students organize their project activities, teaches independent work and the ability to highlight the main points, to have the skill of interpretation, to be able to briefly and clearly formulate one's own thoughts and ideas. Modern analysis of the educational process and numerous studies have shown that making a mental map stimulates memory and allows students to see the root of the problem, to establish relationships, and the use of graphic visualization tools facilitates understanding of educational information, promotes better assimilation of the acquired knowledge. During the research, it was found that the use of the method of intellectual maps makes it possible to cover and formulate any topic as widely as possible, as well as to consider it from different angles, based on a fairly clear factual basis.*

**Key words:** content structuring, motivation, mind maps, work with educational texts, developmental learning, structural elements, component, communicative space, interactive notes.

**Formulation of the problem.** Many studies in the field of psychology and pedagogy show that people absorb information most effectively when it is presented in a visual form. Sight is the most powerful of the five senses and provides 50 to 80 percent of information. Visualization of information is related to the fact that people remember images better than words, especially if you need to remember information for a long time. Understanding information presented in visual form provides stronger knowledge. One of the reasons people perceive images more quickly than text is the way the brain processes information. Drawings and images are read at once, while text is read sequentially, character by character. Each letter is perceived as a separate image, which is then combined into words and sentences [1].

The use of the information visualization method contributes to the development of "clip thinking" in the younger generation, which was noted by domestic and foreign psychologists and educators. Clip thinking is a way of perceiving information in the form of short graphic images with a minimum amount of text. However, this tendency can turn out to be negative, as it can lead to a decrease in attention and the difficulty of perceiving more complex texts. To overcome this negative tendency, students should be taught the correct use of graphic images and visual text.

The element-by-element study of the educational content involves dividing it into educational and didactic material, requires the organization of such activities of the teacher and students, the result of which is the formation of structural elements that are combined into a block system, the determination of what and how it is necessary to substantiate, prove, illustrate, etc. The result of this work must be recorded.

This is facilitated by the preparation of notes by students. This kind of work is not new in the methodology of physics. In practical work, the physics teacher needs to conduct explanations and demonstrations, considering that students have time to listen, observe the phenomenon, schematically sketch experimental setups and write down conclusions at the same time as the teacher works in the classroom. For drawings, drawings, concise notes of the main provisions, conclusions, laws, formulas, etc., students should have special notebooks that are intended for these notes. Such notebooks are needed even if there is a stable textbook. They are notes that facilitate and facilitate quick, easy learning of what is being studied. These notes allow students to easily recall at home everything they saw and heard in class. In the same way, they use notebooks when preparing for final certifications. By making notes, students learn to make their own conclusions, make drawings and sketches that explain the structural elements of the components of the content of the school physics course [2].

Mind maps (MM) are a way of visual representation of information that allows you to organize and structure thoughts and ideas in the form of a diagram. They consist of a central theme, which is presented in the center of the diagram, and branching off from it with sub-themes and ideas. This method allows you to visualize and structure a large amount of information, as well as analyze and synthesize different ideas.

One of the features of the MM method is that it uses both hemispheres of the brain. The right hemisphere perceives colors, images and pictures, while the left hemisphere works with logic, analysis and abstract concepts. Therefore, MM combines both types of thinking and allows to improve memory and analytical abilities.

In modern pedagogy, the MM method is widely used in education, as it helps students better organize information and remember it. The use of MM allows you to create more effective educational materials and reduce the load on students' memory. In addition, MM can be used to develop lesson plans, presentations, and other educational materials.

Thus, the method of information visualization, including the MM method, is an effective teaching tool that helps students better organize and remember information. It allows you to combine both types of thinking and promotes the development of memory, analytical abilities and creative thinking.

Mind maps improve understanding of material and stimulate students' thinking, helping them to perceive, process and connect information more effectively. This is especially useful for complex concepts and where you need to see the relationship between different aspects.

Mind maps can also be used as a tool for creating plans, organizing projects and managing information. They can help students structure their thoughts and ideas, simplify complex tasks, formulate questions, and build logical chains of reasoning.

Thus, the use of smart maps in the learning process can help students become more active participants in learning, develop their mental abilities, and improve their understanding of the material.

The use of multidimensional didactic tools, such as intellectual maps, allows to present information more effectively and demonstrate connections between elements of knowledge. Moreover, such tools allow you to condense and collapse information, presenting it in a more compact and convenient form. In addition, the use of multidimensional didactic tools helps to move from non-algorithmized operations to algorithmic structures of thinking and activity. Thus, such tools are an effective way to develop systems thinking and knowledge analysis [3].

In addition, the use of mind maps can help students organize and structure their thoughts more effectively, which contributes to a deeper and more meaningful learning of the educational material. They can also be used as a tool for preparing for exams and testing knowledge, helping to systematize and remember a large amount of information. In general, the use of mind maps in

education can significantly increase the effectiveness of the educational process and facilitate the assimilation of new knowledge and material notes.

The relevance of the research problem and its insufficient development in the scientific and pedagogical literature, namely the use of mind maps in the preparation and use of notes in the study of physics, determined the choice of the research topic.

**Analysis of current research.** For many years, the method of mind maps has been used in various fields and has proven its effectiveness in practice, it helps:

- effectively remember facts and dates,
- effectively plan your activities;
- solve various intellectual tasks.

The method of mind maps (MM) was first used in professional education, especially in the teaching of management and economic activities, but it was also used in school and preschool education around the world. Such interest is due to the fact that the MM method allows for complex solving of tasks related to learning, facilitates the integration of knowledge into cognitive structures.

There are several areas of application of the MM method in the educational process, including its use in the professional activity of teachers, individual work of students, collective work of students, the process of knowledge control and corrective pedagogy.

The technique of using mind maps was initiated by the writer and lecturer Tony Busen. This technique has shown high results in working with students. It was considered in their works by domestic researchers: O. Vishnevskaya, A. Makarovskikh, A. Ostroumova, A. Babich, K. Tabunova, T. Vakalyuk, I. Kindrat, A. Naidyonova, N. Tereshchenko and others [4; 5; 6; 7; 8]. In their research, the authors identify areas of application of the MM method in education:

- possibility of in-depth analysis of students' personalities;
- development of a correction program;
- stimulating the development of students' creativity;
- formation of general cultural competences (the ability to build logically correct, reasoned and clear oral and written speech), readiness to cooperate with colleagues, work in a team;
- development of skills related to the perception of information, its processing and exchange;
- the ability to implement the learning process in a short period of time;
- stimulate students' development of all types of memory and the ability to control their intellectual activity;
- in solving didactic design problems.

The problem of using mind maps in teaching physics as a means of visualizing knowledge and increasing the effectiveness of learning was studied by O. Smolyar, O. Borysenko, L. Polkovnikova, V. Baranova, O. Ivashchenko, M. Potiychuk, O. Krupska [9; 10; 11; 12; 13; 14; 15].

The application of the MM method in the professional activity of teachers is described in many studies. According to the authors, this method makes it possible to make classes more visual, to focus students' attention, and to make lecture material easier to learn due to a noticeable reduction in the amount of information and a visual display of connections between concepts, which contributes to a more thorough understanding of the educational material by students.

In the works of T. Vakalyuk, I. Kindrat, O. Naidyonova, and N. Tereshchenko, the enormous potential of using the MM method in the activity of the teacher as an effective means of presenting lecture material was revealed [5; 6; 7; 8].

IC models created by teachers may contain a certain subjectivity, as they reflect the professional views of teachers, and any qualified teacher brings his author's position to the interpretation of the subject.

Mind maps have several advantages when used in education. They can be used to accelerate the perception of the material due to the visual presentation of the entire content of the lecture, as well as reducing the time for preparing for classes. In addition, the MM method allows students to freely imagine the proposed stimuli and to systematize and summarize the material they have learned more quickly.

Maria Piera Fornari considers the application of the MM method for the didactic design of computer-based learning technologies. The proposed methods make it possible to realize the main advantages of MM in the tasks of supporting e-didactics [16]. Due to the great possibilities of visualization and methods of determining interdisciplinary connections, the MM method significantly reduces the time spent by the developer of educational programs on didactic design. The recommendations proposed by the authors of the study can be used to support the process of forming a list of interdisciplinary educational and cognitive tasks or competence-oriented tasks at all levels of educational process management.

**The purpose of the article:** to investigate the features and possibilities of using mind maps in the process of teaching physics, in particular for recording, mastering, illustrating the essential features of the components of the content of the school physics course, using them for the development of critical thinking, the ability to work with various sources of information, to make interactive notes with the possibility their further addition, increased interest in learning and development of students' creative abilities.

Research methods: study of scientific sources and methodical material; methods of analysis and synthesis, methods of generalization, induction and deduction, comparison, qualitative analysis of research results.

**Presenting main material.** Pier Paolo Bianchi suggests the joint activity of the teacher and students to restore the content of MM or to fill in the developed layout of MM [17]. In this technology, two types of associations are used:

For the effective use of the MM method in education, two types of associations are used: controlled and free. Guided association consists in the fact that learners are offered a stimulus word to which they must respond with a word that is semantically related to the stimulus. Free association, in turn, encourages the learner to freely imagine the proposed stimuli, expressed not only by individual words, but also by word combinations and phrases. Joint work with the teacher increases interest in the topic and increases students' motivation, which in turn contributes to better assimilation and memorization of educational material.

The MM method can really be useful for the individual activity of students. It allows you to improve learning and memorization of the material, as well as to increase the efficiency of work on projects and research activities.

Creating a mind map can help students better organize information and see connections between different concepts and topics. This can be especially useful for complex topics where there is a lot of information that needs to be linked and remembered.

In addition, the use of the MM method can reduce the time spent preparing for exams and tests, as it helps to organize and systematize the material. Instead of spending a lot of time reading and rewriting notes, students can use the MM method to absorb information faster and more efficiently.

Also, the MM method can be useful in planning projects and scientific activities, as it helps students organize their thoughts and ideas into logical chains and connect them to the final goal of the project. This can help students to work more effectively on the project and achieve the set goal.

David Greenberg's research touches on the issues of teaching psychological disciplines to law students and emphasizes the importance of using the MM method in this process. They claim that the use of MM allows students to better understand and remember educational material, as well as develop logical thinking and analysis skills. In addition, the MM method can be used as a means of monitoring and evaluating students' knowledge, which increases the effectiveness of education. The personal experience of the authors confirms that the use of the MM method really improved the results of practical training of law students [18].

Using the MM method as an interactive method of teaching lectures and practices is an effective way of attracting students' attention and increasing their activity in the learning process. Creating MMs in lectures allows students not only to systematize information, but also to visualize it, which contributes to better memorization and assimilation of the material. As a result of such an approach, students become more interested and involved in the educational

process, which in turn improves the quality of their knowledge and test results.

Bryna McLennan suggests that using the MM method when working on coursework and final projects can really stimulate a creative approach to writing texts and organizing information. This can be especially helpful for students who have difficulty organizing material and highlighting key ideas. However, it should be noted that the MM method is not a universal solution for all types of tasks and types of information. In some cases, it may be more effective to use other methods of organizing information and thinking [19].

In some studies, the application of the MM method in the collective work of students, as a means of developing plans and implementing projects, "brainstorming", presentations of completed works, has been considered.

The process of applying the MM method in planning and organizing educational projects is presented in the works of Andrew Gibson [20].

According to the described stages, work on a project using the MM method begins with establishing the relevance, goals and objectives of the project. At this stage, the topic and main directions of the research are determined.

Next, the material is collected and processed, which includes the study of information and its analysis. At this stage, it is important to search and analyze information that allows you to solve the set goals and objectives of the project.

After that, the material is systematized and a coherent text is compiled that reflects the results of the research. It is important to monitor the sequence of the presentation of information and the accuracy of its presentation.

Next, it is necessary to select drawings and photos that emphasize and complement the project material, making it clearer and more understandable.

At the stage of distribution of roles and responsibilities of group members, the tasks of each project participant are determined, as well as the distribution of responsibilities necessary for the implementation of the project.

Creating a creative product is one of the main stages of working on a project. Here the results of the research are processed in accordance with the tasks and goals of the project.

Project protection is the last stage of work. At this stage, the project is defended before the commission, which evaluates the work performed and makes a decision on the quality of the work and the degree of its compliance with the set goals and objectives.

In some works, the MM method is used to assess students' knowledge, as well as automated analysis of their learning of educational material. This makes it possible to increase the effectiveness of education and determine the individual needs of each student.

In addition, the MM method can contribute to the development of critical thinking, creative abilities, analytical and logical skills, which is also an important aspect of professional competence. When working with mind maps, students are forced to structure information, determine its importance and connection with other elements, analyze and generalize, which requires them to actively participate in the learning process and constantly develop cognitive skills. Thus, the application of the MM method in the educational process can significantly increase the effectiveness of training and development of students' professional competencies.

Indeed, the use of electronic services for the creation of MM makes it possible to create modern and effective educational resources that can be used in various forms of education, including distance learning and self-education. They can be accessed anytime and anywhere with the help of the internet, which makes them very convenient to use.

In addition, electronic IRs can contain multimedia elements, such as images, videos, audio, graphics, which makes the learning process more interactive and allows students to learn the material better. Electronic IRs can also have links to other resources, which allows you to expand your horizons and get a more complete picture of the topic.

In general, the use of electronic services for the creation of MM is one of the important tools in modern education, which allows creating modern and effective educational resources and teaching aids.

In addition, the electronic MM as a synopsis allows you to easily make changes and additions, including when updating educational programs and the appearance of new information. This allows you to maintain the relevance of the educational material and ensure its timely updating. Also, the use of electronic MM makes it possible to quickly move from one topic to another and quickly find the necessary information thanks to hyperlinks and structuring of the material. In general, the use of electronic MM as a means of creating an electronic synopsis contributes to more efficient and convenient learning of educational material.

However, the use of electronic MMs in the educational process, including their use as notes, is insufficiently considered in the educational and methodological literature.

Thus, having conducted a didactic justification of the application of the MM method in the educational process, it is urgent to identify the most appropriate software products for creating electronic MMs.

Indeed, today there are many software products for creating electronic MMs. Different services have their own characteristics and advantages. For example, online services do not require the installation of additional software and can be accessed from any computer with Internet access. Desktop programs often have more functionality and can work without access to the Internet, which allows you to keep data confidential. Mobile apps are usually easy and convenient to use on the go or away from home or school. However, the choice of the appropriate service depends on the specific needs of the user and requirements for functionality.

In addition to these features, some software products may also offer:

- MM export in various formats (for example, PNG, PDF, HTML);
- the possibility of working with several maps at the same time within the framework of one project;
- search and replace text in all associations of one or more maps;
- support of teamwork on the project;
- the ability to create a Gantt chart based on MM for project planning;
- the "think aloud" function, which allows you to record audio comments on associations and connections.

All these functionalities in electronic MMs help to improve the visualization of educational material and its structuring, which contributes to more effective memorization and understanding of the material. Also, the possibility of adding laboratory and practical tasks to MM allows students to better learn the material by applying it in practice. This can increase students' motivation to study the learning material and improve their academic performance.

For work, we mainly use the online service Coggle.

Features of Coggle:

- pop-up tips;
- export in PNG, PDF formats;
- joint work on the map, availability of chat and comments;
- history of changes (the slider moving along the scale returns the map to the desired section of editing);
- more than 1600 icons;
- the possibility of accessing the gallery of other people's maps;
- synchronization with Google Drive.

Simple controls (hints nearby), lines and blocks are easy to create, change direction. Paid rates allow an unlimited number of maps, presentation mode, shared folders, uploading high-resolution images, a wide selection of color schemes; adding a separate workspace, consolidated billing, user and term management, corporate identity.

coggle  
made for free at coggle.it

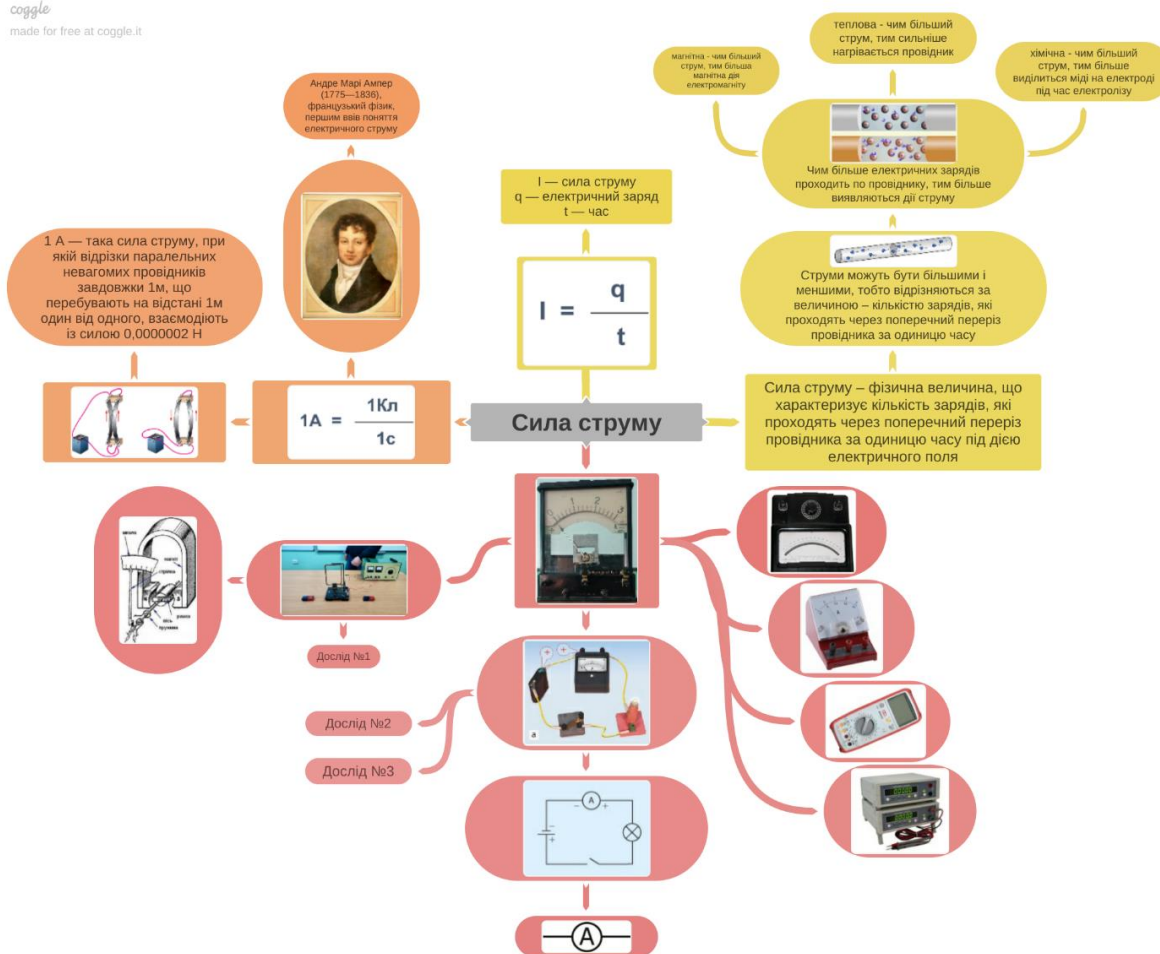


Fig. 1. Students' synopsis on the topic "Power of current" in the form of an mind map, created with the help of the online service Coggle.

There are several rules for the assembly of electronic MMs, which must be followed in order to form a complete structure with respect to the hierarchy of elements and connections.

To draw up an effective mind map, one should take into account not only the laws of structure, but also the laws of content and design.

According to the laws of content, it is necessary to: use key words and phrases that most accurately reflect the essence of the thought; avoid complex phrases and turns that distract attention from the main idea; use colors, icons, and other visual elements to improve information recall.

According to the design laws, it is necessary to: use a clear and understandable graphic structure that will help to easily perceive information; use different font sizes to reflect the levels of the thought hierarchy; adhere to the unity of style and color harmony.

Compliance with all these laws will help create an intelligence map that will be as effective as possible in transmitting information and memorizing material.

In addition, non-observance of the rules regarding the compilation of MM can lead to difficulties in its use and understanding, as well as complicate its further modification and refinement. For example, if ambiguous terms or inconsistent relationships are used in MM, this can lead to misunderstanding and misuse of the information received. Also, an incorrect hierarchical structure can lead to the fact that some important concepts are lost or distorted. In addition, failure to follow the principle of font hierarchy can lead to the fact that important elements are lost among less significant ones, which makes it difficult to understand the overall structure of the MM.

The presence of errors leads to a violation of the structure, incorrect visual perception of the map, which can affect the speed of learning material and the quality of the formation of a system characteristic of knowledge.

Compliance with the rules for the construction of electronic MMs allows:

- it is easy to update and correct information in the MM if necessary;
- reduce the time of preparation of educational materials, as most of the material can be transferred from existing knowledge bases;
- improve interaction between the teacher and students, for example, by using electronic feedback forms;
- make the learning process more accessible to students in remote regions or with limited mobility, as they can access MM from anywhere with Internet access;
- create more interactive educational materials, which may include audio and video materials, graphic elements, interactive tasks and tests, which can increase students' interest in the discipline being studied;
- create a common information environment that can be used by both students and teachers to share knowledge and experience;
- reduce the costs of printing and distributing educational materials, which can reduce the cost of education.

**Conclusions and prospects of further scientific investigations.** As a result of this reasoning, it is possible to highlight the principles of using electronic MM as a means of controlling the quality of knowledge: visibility, accessibility, individualization.

During the training sessions, students listen to the teacher, at various stages of studying the discipline, they compose and develop their MM workers, filling them with educational information. Supplement with hyperlinks, comments, visual objects. The teacher accompanies the student at this stage, helps in the formation of MM.

When studying the material, the student forms a personal information workspace based on electronic information channels. This space allows:

- present large amounts of educational material in a clearly structured and graphic form;
- quickly remember information using the properties of associative and visual memory;
- apply navigation using cross-links that direct the student to information both within blocks and modules and between them;
- use sources of information that are available on the Internet and on students' personal computers.

Electronic MM becomes a kind of electronic synopsis with a simple and clear structure that presents all the annotated educational material on one worksheet. Constant reference to MM helps the student remember its structure, using the properties of associative and visual memory. The electronic MM can be easily increased or decreased, expanded or collapsed depending on the need. The learner can open comments and additions to elements to repeat the wording of a given concept and clarify its characteristics. Using hyperlinks, the student can go to documents, sites, tests and other additional materials.

In further research, it is necessary to consider the use of MM during practical classes, where students copy practical tasks placed on cloud storage, perform them, save them on their disk space and add links to completed tasks to their work information maps, make a report on the completed work. Also, the issue of using mind maps in the process of organizing activities to solve physical tasks remains interesting.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES**

1. Smiciklas, M. (2012). *The Power of Infographics: Using Pictures to Communicate and Connect with Your Audiences*. Que Publishing.
2. Каленик, В., Каленик, М. (2000). *Вибрані питання загальної методики навчання фізики у середній школі : Пробний навчальний посібник*. Суми: СумДПУ імені А.С. Макаренка.

- (Kalenyk, V., Kalenyk, M. (2000). Selected questions of the general methodology of teaching physics in secondary school : Trial textbook. Sumy: SSPU named after A.S. Makarenko).
3. Novak, J. D. (2010). Learning, creating, and using knowledge: conceptmaps as facilitative tools in schools and corporations. *J. e-LearningKnow*, 6(3), 21–30.
  4. Buzan, T. (1994). *The Mind map book*. USA: Dutton.
  5. Вакалюк, Т. (2013). Можливості використання хмарних технологій в освіті. Актуальні питання сучасної педагогіки. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (Острог, 1–2 листопада 2013 року). Херсон: Видавничий дім «Гельветика», сс. 97–99. (Vakalyuk, T. (2013). Possibilities of using cloud technologies in education. Current issues of modern pedagogy. Materials of the international scientific and practical conference (Ostrog, Nov. 1–2, 2013). Kherson: Helvetica Publishing House, pp. 97–99.)
  6. Кіндрат, І. (2012). Використання інтелект-карт у плануванні та організації освітнього процесу. *Нова педагогічна думка*, 4, 153–156. (Kindrat, I. (2012). Using mind maps in planning and organizing the educational process. *Nova pedahohichna dumka*, 4, 153–156).
  7. Найдьонова, А. Інтелект-карти як інструмент ефективної роботи з інформацією. Режим доступу: <http://ru.calameo.com/read/004373434dec4e2bf2b83>. (Naidyonova, A. Mind maps as a tool for effective work with information. Retrieved from: <http://ru.calameo.com/read/004373434dec4e2bf2b83>).
  8. Терещенко, Н. (2012). Інтелект-карти – сучасні інноваційні соціальні технології навчання в системі освіти. *Функціональна економіка. Вчені записки*, 14, 139–145. (Tereshchenko, N. (2012). Mind maps – modern innovative social technologies of education in the education system. *Functional economics. Scientific notes*, 14, 139–145).
  9. Смоляр, О. (2011). Використання інтелект-карт у процесі навчання фізики. *Фізика та астрономія в школі*, 6, 24–27. (Smolyar, O. (2011). Using mind maps in the process of teaching physics. *Physics and astronomy in school*, 6, 24–27).
  10. Борисенко, О. (2016). Використання інтелект-карт як засобу підвищення ефективності навчання фізики учнів старших класів. *Фізичне виховання і спорт в сучасному суспільстві*, 6, 33–38. (Borysenko, O. (2016). The use of mind maps as a means of increasing the effectiveness of teaching physics for high school students. *Physical education and sport in modern society*, 6, 33–38).
  11. Полковникова, Л. (2015). Використання інтелект-карт при вивченні теми "Електричний струм" в 8-му класі. *Педагогічна освіта та наука: проблеми та перспективи*, 1(10), 112–117. (Polkovnikova, L. (2015). The use of mind cards in the study of the topic "Electric current" in the 8th grade. *Pedagogical education and science: problems and prospects*, 1(10), 112–117).
  12. Баранова, В. (2017). Використання інтелект-карт на уроках фізики в початковій школі. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми, 15, 79–84. (Baranova, V. (2017). Using mind cards in physics lessons in elementary school. *Modern information technologies and innovative teaching methods in the training of specialists: methodology, theory, experience, problems*, 15, 79–84).
  13. Іващенко, О. (2016). Використання інтелект-карт на уроках фізики у старшій школі. *Педагогічна освіта та наука: проблеми та перспективи*, 1(14), 151–154. (Ivashchenko, O. (2016). Using mind cards in physics lessons in high school. *Pedagogical education and science: problems and perspectives*, 1(14), 151–154).
  14. Потійчук, М. (2018). Використання інтелект-карт у навчанні фізики в старшій школі. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*, 2, 118–121. (Potiychuk, M. (2018). The use of mind maps in the teaching of physics in high school. *Scientific notes. Series: Problems of the methodology of physical, mathematical and technological education*, 2, 118–121).
  15. Крупська, О. (2016). Використання інтелект-карт як засобу візуалізації знань у навчанні фізики. *Педагогічна освіта та наука: проблеми та перспективи*, 2(15), 157–161.

- (Krupska, O. (2016). Using mind maps as a means of visualizing knowledge in teaching physics. Pedagogical education and science: problems and perspectives, 2(15), 157–161).
16. Fornari, M. P. (2005). Applying the Instrumental Genesis Model to Design Computer-Based Learning Environments: The Case of Fractions. Journal of Interactive Learning Research, 16(1), 5–27.
  17. Bianchi, P. P. (2007). Collaborative Learning and Interactive Knowledge: Theoretical Issues and Practical Outcomes. Journal of Interactive Learning Research, 18(3), 345–359.
  18. Greenberg, D. L. (2002). Interactive Knowledge and the Teaching of Psychology to Law Students. Journal of Legal Education, 52(1), 75–85.
  19. McLennan, B. (2004). Interactive Knowledge in the Classroom: The Role of Technology in Course and Thesis Work. Knowledge Quest, 32(4), 30–34.
  20. Gibson, A. (2005). Interactive Knowledge: A New Approach to Education and Training. Knowledge Management Review, 8(5), 12–15.

**Каленик М. В. Дидактичні основи використання інтелект-карт у процесі навчання фізики у школі.**

**Анотація.** Стаття присвячена дослідженню використання інтелект-карт у навчанні фізики в школі. У статті розглядаються теоретичні засади використання інтелект-карт як допоміжного інструменту методів навчання фізики, їхні переваги та методичні рекомендації щодо їх використання у навчальному процесі. Розглядаються можливості складання й використання інтелект-карт в процесі навчання фізики, зокрема для фіксації та опанування істотних ознак компонентів змісту шкільного курсу фізики. Також розглядається використання інтелект-карт для розвитку критичного мислення, уміння працювати з різними джерелами інформації, складати інтерактивні конспекти з можливістю їх подальшого доповнення, підвищення інтересу до навчання та розвитку творчих здібностей учнів. Стаття містить практичні поради щодо створення інтелект-карт, їхньої структури та використання у навчальному процесі. Наголошується на необхідності врахування індивідуальних особливостей. Виявлено, що застосування інтелект-карти у процесі навчання фізики допомагає учням організовувати свою проєктну діяльність, навчає самостійної роботи та вміння виділяти головне, мати навик інтерпретації, вміти коротко та чітко формулювати власні думки та ідеї. Сучасний аналіз навчального процесу та численних досліджень показав, що складання ментальної карти стимулює роботу пам'яті та дозволяє студентам побачити корінь поставленої проблеми, встановити взаємозв'язки, а використання графічних засобів візуалізації полегшує розуміння навчальної інформації, сприяє кращому засвоєнню отриманих знань. У ході дослідження було виявлено, що використання методу інтелектуальних карт дає змогу максимально широко охопити та сформулювати будь-яку тему, а також розглянути її з різних сторін, спираючись на досить ясну фактичну базу.

**Ключові слова:** структурування змісту, мотивація, ментальна карта, робота з навчальними текстами, розвиваюче навчання, структурні елементи, компонент, комунікативний простір, інтерактивні конспекти.

УДК 378.112:004

DOI 10.5281/zenodo.8032576

**З. В. Бондаренко**

ORCID ID 0000-0003-3339-0570

**С. А. Кирилашук**

ORCID ID 0000-0002-8972-3541

**О. П. Прозор**

ORCID ID 0000-0003-1454-8352

Вінницький національний технічний університет

## ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТУДЕНТІВ ЕКОНОМІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ЗВО

*Стаття присвячена застосуванню методів кваліметрії до проблеми оцінювання інформаційної компетентності студентів економічних спеціальностей. Основною метою статті є розробка методики оцінювання якості інформаційної компетентності в контексті компетентнісної моделі освітнього процесу. Для досягнення мети дослідження та представлення результатів використано низку теоретичних загальнонаукових методів: синтез – для аналізу наукових праць, системний і функціональний аналіз, порівняння, класифікація, систематизація та узагальнення теоретичних і експериментальних даних.*

*Розкрито поняття інформаційної компетентності, виокремлено її складові та основні етапи формування, розглянуто взаємозв'язок між інформаційною компетентністю та інформаційною культурою.*

*Запропоновано зміст трьох традиційних рівнів оцінювання учнів – мінімально допустимого, середнього та високого.*

*Далі розглянуто загальний алгоритм оцінювання якості стосовно до задачі оцінювання рівня інформаційної компетентності, дерево їх властивостей та запропоновано математичну модель процесу оцінювання. При цьому виокремлено групи факторів, що впливають на формування інформаційної компетентності. Для оцінювання практичних навичок та вмінь студентів було використано метод, що базується на аналізі навчальних робіт студентів – розрахунково-графічних робіт та курсових робіт. При цьому роботи аналізувалися з точки зору ефективності використання інформаційних технологій для проведення досліджень та підготовки пояснювальної записки до роботи. Враховувалися також особисті якості студентів: творчий, нестандартний підхід до вирішення поставлених завдань; відповідальність та дисциплінованість при виконанні роботи, в тому числі дотримання термінів виконання її етапів тощо. Роботи оцінювалися експертною групою у складі викладачів навчальних дисциплін та наукових керівників студентів, після чого складався загальний рейтинг студентів з урахуванням усіх набраних ними відповідних балів. Представлено результати дослідження щодо оцінювання інформаційної компетентності студентів економічних спеціальностей.*

**Ключові слова:** кваліметрія, інформаційна компетентність, компетенція, якість освіти, методика оцінювання, метод експертного оцінювання, коефіцієнт конкордації, навички.

**Постановка проблеми.** На сучасному ринку праці затребуваними є фахівці з високим рівнем інформаційної компетентності. Зростаючі темпи комп'ютерного та інформаційного розвитку виробничих і соціальних процесів змінили вимоги роботодавців до молодих фахівців. Для вільної орієнтації в інформаційному потоці людина повинна володіти інформаційною компетентністю як однієї зі складових загальної культури. В цьому контексті виникає потреба оцінювання інформаційної компетентності студентів ВНЗ. У зв'язку з цим, затребуваним напрямом менеджменту якості роботи ВНЗ є кваліметрія – науковий напрямок, що займається питаннями кількісного оцінювання якості різноманітних об'єктів і процесів. Кваліметрія освіти має охоплювати як загальні

проблеми методології та технологій оцінювання якості у сфері освіти, так і проблеми методології проектування конкретних методик, вибору кваліметричних шкал, вибору моделей оцінювання. Усе це робить процес оцінювання якості освіти складним, залежним від великої кількості різноманітних чинників.

**Аналіз актуальних досліджень.** У країнах Європи (наприклад, Швеції, Данії, Великій Британії, Австрії, Польщі, Німеччині та ін.) розроблені та впроваджуються стандарти інформаційної компетентності на всіх рівнях освіти, працюють системи обов'язкового моніторингу та сертифікації інформаційної компетентності студентів.

Питання оцінювання компетентностей, зокрема інформаційної, науково обґрунтовано у працях вітчизняних та зарубіжних авторів, зокрема В. Ю. Бикова, Н. В. Морзе, Т. О. Лукіної, О. І. Ляшенка, Ю. М. Жука, О. М. Спіріна, І. А. Зимньої, О. В. Овчарук, С. Г. Литвинової та ін. Основний акцент вітчизняних досліджень зроблено на виокремленні інструментів та процедур оцінювання інформаційної компетентності, принципів та критеріїв процедур оцінювання. Для європейського співтовариства характерне окреме оцінювання інформаційної компетентності як сукупності складових, пов'язаних з «умінням вчитися» та можливостями доцільного використання відповідних комп'ютерних, у тому числі телекомунікаційних засобів. Процедури оцінювання інформаційної компетентності мають враховувати необхідність включення елементів знань, умінь та навичок студентів, які пов'язані з пошуком і використанням відомостей та даних, їх аналізом та оцінюванням для навчальних потреб. Разом із тим для проведення оцінювання обов'язковим є розмежування поняття інформаційно-комунікаційної компетентності, цифрової компетентності та грамотності, мережевої грамотності, інтернет, медіа й комп'ютерної грамотності та ін. Питанням, пов'язаним із виокремленням і тлумаченням поняття інформаційної компетентності, присвячено дослідження В. П. Вембра, О. Г. Кузьминської, Н. В. Морзе, О. В. Овчарук, С. М. Спіріна та ін.. Узагальнюючи різні підходи до визначення поняття інформаційної компетентності, слід зазначити, що це здатність людини орієнтуватись у інформаційному просторі, автономно та відповідально використовувати ресурси й засоби інформаційно-комунікаційних технологій, оперувати даними для власного розвитку, демонструвати безпечну поведінку в мережі Інтернет, ставити та виконувати завдання використовуючи сучасні медіа та інші цифрові технології, необхідні для навчання та життя в сучасному інформаційному суспільстві [7].

**Мета статті** – розглянути можливість оцінювання інформаційної компетентності студентів економічних спеціальностей з точки зору кваліметричного підходу, запропонувати методику оцінювання якості інформаційної компетентності. Для цього необхідно виокремити компоненти інформаційної компетентності, розглянути можливі методи їх чисельного оцінювання.

Для досягнення поставленої мети дослідження, представлення результатів використано низку теоретичних загальнонаукових методів: синтез – для аналізу наукових праць, системний і функціональний аналіз, порівняння, класифікація, систематизація й узагальнення теоретичних та експериментальних даних.

**Виклад основного матеріалу.** Інформаційна компетентність є одною з важливих складових інформаційної культури людини. У працях дається визначення інформаційної культури особистості як однієї зі складових загальної культури людини, «сукупність інформаційного світогляду та системи знань і вмінь, що забезпечують цілеспрямовану самостійну діяльність з оптимального задоволення індивідуальних інформаційних потреб із використанням як традиційних, так і інформаційно-комунікаційних технологій» [6; 7].

Інформаційна культура має на увазі наявність умінь і навичок з використання сучасних технічних засобів та інформаційних технологій для отримання, оброблення та передавання інформації. При цьому необхідно вміти формулювати свою потребу в інформації; знаходити потрібну інформацію, використовуючи різні системи інформаційного пошуку; збирати й аналізувати інформацію; опрацьовувати інформацію та створювати нові інформаційні ресурси тощо. Відповідно до цього, під інформаційною компетентністю студента

розумітимемо його теоретичні знання, практичні вміння та навички зі збору, збереження й обробки інформації, а також індивідуально-особистісні якості, необхідні для реалізації професійних завдань в умовах інформаційної безпеки, які є необхідними для реалізації професійних завдань в умовах інформаційних технологій. Як бачимо, концепція інформаційної компетентності багатокомпонентна і містить у собі низку вимог до професійної кваліфікації. Спираючись на сучасне розуміння компетентнісно-орієнтованої моделі освітнього процесу, виокремимо такі компоненти інформаційної компетентності:

- *мотиваційний* – прагнення та вмотивованість студентів реалізовувати свій особистісний потенціал, опановувати нові знання та вміння в галузі прикладних інформаційних технологій; усвідомлення власних потреб в інформації та необхідність їх реалізації;
- *когнітивний* – володіння знаннями в галузі інформаційної компетентності; знання та розуміння сутності основних понять інформатики та інформаційних процесів у суспільстві, знання основних методів і технологій збирання, зберігання, оброблення та аналізу інформації;
- *діяльнісний* – уміння та навички роботи щодо розв'язання інформаційних завдань у своїй професійній галузі; наявність практичних навичок для роботи з різними видами інформації з використанням інформаційних систем і технологій, загальної інформаційної та комп'ютерної грамотності;
- *поведінковий* – виявлена на практиці готовність реалізувати свої знання, уміння та досвід для успішної професійної діяльності в умовах інформатизації та автоматизації виробництва;
- *рефлексивний* – здатність самостійно оцінювати й аналізувати рівень своєї інформаційної компетентності, мати потребу в подальшому розвитку та саморозвитку;
- *комунікативний* – включає вміння організовувати комунікації з використанням мережевих комп'ютерних систем зв'язку, можливість спілкування та роботи в команді;
- *індивідуально-психологічний* – особисті якості, що дають змогу самореалізовуватися в контексті інформатизації основних соціально-економічних процесів (наприклад, відповідальність, дисциплінованість, креативність, лідерські якості тощо).

Сформулюємо такі основні етапи формування інформаційної компетентності з урахуванням індивідуальної траєкторії безперервної освіти:

- підготовчий етап (відповідає часовому інтервалу у вигляді дошкільної підготовки та молодших класів школи) – засади, фундамент для майбутньої інформаційної культури, здобуття початкових знань у галузі природничих і гуманітарних дисциплін;
- початковий етап (середня школа) – формування вихідних знань і навичок роботи в галузі інформаційно-комунікаційних технологій, знайомство з основними поняттями інформатики;
- формування загальної інформаційної культури (старша школа) – набуття необхідних практичних навичок для роботи з комп'ютерним обладнанням, набуття досвіду в розв'язанні стандартних задач обробки текстових і числових даних;
- основний етап (професійне навчання) – формування умінь і навичок у розв'язанні прикладних інформаційних задач в обраній професійній сфері, вивчення спеціалізованих пакетів прикладних програм; професійна підготовка, здобуття професійної кваліфікації (професійне училище, коледж, вищий навчальний заклад, фахові курси, вивчення досвіду наставників, самонавчання та ін.);
- дослідницький етап, пов'язаний із подальшим розвитком інформаційної компетентності шляхом поглиблення знань, умінь і навичок у сфері опрацювання інформації. Наприклад, поглиблене вивчення аналітичних програм, систем автоматизованого управління; набуття професійного досвіду в реаліях сучасної виробничої та економічної діяльності;
- етап рефлексії – переосмислення навичок, отриманих раніше під час навчання, усвідомлення свого місця в ході навчання, усвідомлення свого місця в реальному професійному середовищі. Результатом рефлексії є переосмислення вибору вектора

професійного розвитку, його корекція, реструктуризація професійної інформаційної компетентності.

Подальше вдосконалення професійних навичок, адаптація до модернізації виробництва, вивчення нових інформаційних технологій, тощо формує готовність до постійного використання інформаційних систем і технологій в умовах інформатизації суспільства. Як приклад можна навести завдання поточної роботи на виробництві, що вимагає використання інформаційних технологій: календарне планування робочого дня, складання графіків робіт; систематизація інформації щодо наявного обладнання та витратних матеріалів; мережеві комунікації з колегами та пошук нової інформації; облік і аналіз відпрацьованих годин і простоїв; розробка технічної або супровідної документації, зведених звітів тощо. Необхідно зазначити, що формування інформаційної компетентності тісно пов'язане з такими аспектами розвитку особистості, як: розвиток алгоритмічного та логічного мислення, підвищення їхньої абстрактності. Розуміння суті інформаційних процесів неможливе без навичок інформаційного та комп'ютерного моделювання – опису предметної області у вигляді математичних понять, формалізації даних у вигляді графічних і табличних структур тощо. Розглянемо можливість застосування кваліметричних методів до задачі оцінювання інформаційної компетентності на основі загального алгоритму оцінювання якості [4]. Аналізуючи методики застосування методів кваліметрії до завдань освіти [8; 4], можна сформулювати такий алгоритм оцінювання якості компетентності: аналіз предметної області та уточнення ситуацій оцінювання; формування груп експертів у галузі менеджменту якості інформаційної компетентності; виявлення оцінюваних показників і побудова дерева їхніх властивостей; визначення значень коефіцієнтів важливості для оцінюваних показників; визначення мінімально-прийнятних і максимально-еталонних значень для показників властивостей; визначення значень показників властивостей і якості інформаційної компетентності загалом.

Очевидно, що оцінювання інформаційної компетентності є багатопараметричним завданням і припускає різні підходи з погляду виокремлення основних компонент. Серед чинників, які впливають на формування інформаційної компетентності, виокремимо три великі групи – макро, мезо і мікрофактори (рис. 1).

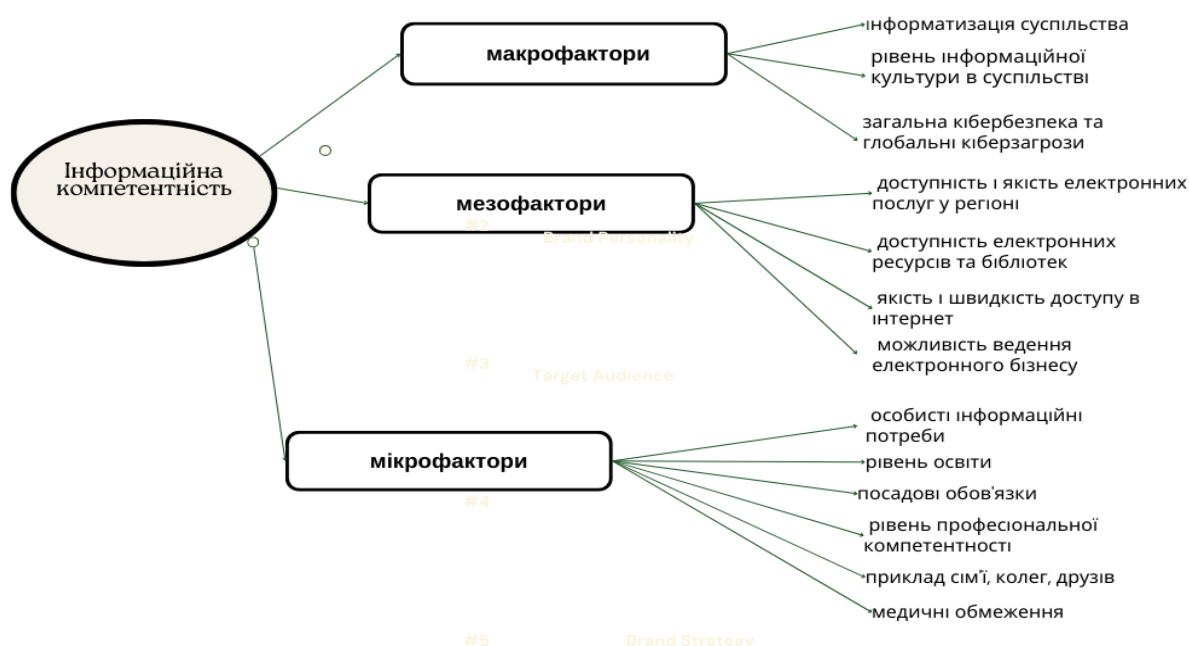


Рис. 1. Фактори, що впливають на формування інформаційної компетентності

Макрофактори формуються на державному та національному рівнях і включають загальну політику у сфері інформатизації суспільства. Мезофактори можуть включати набір зовнішніх умов, що характеризують соціально-економічний розвиток і доступність

сфери електронних послуг у конкретному регіоні. Мікрофактори можуть містити всі особисті характеристики людини – особисті інформаційні потреби, поточний рівень її професійних компетенцій у формі знань та навичок, рівень попередньої освіти, вплив мікросоціумів – сім'ї і т.д. Якщо розглянути інформаційну компетентність з точки зору її компонент, то можемо побудувати таке дерево властивостей (рис. 2).

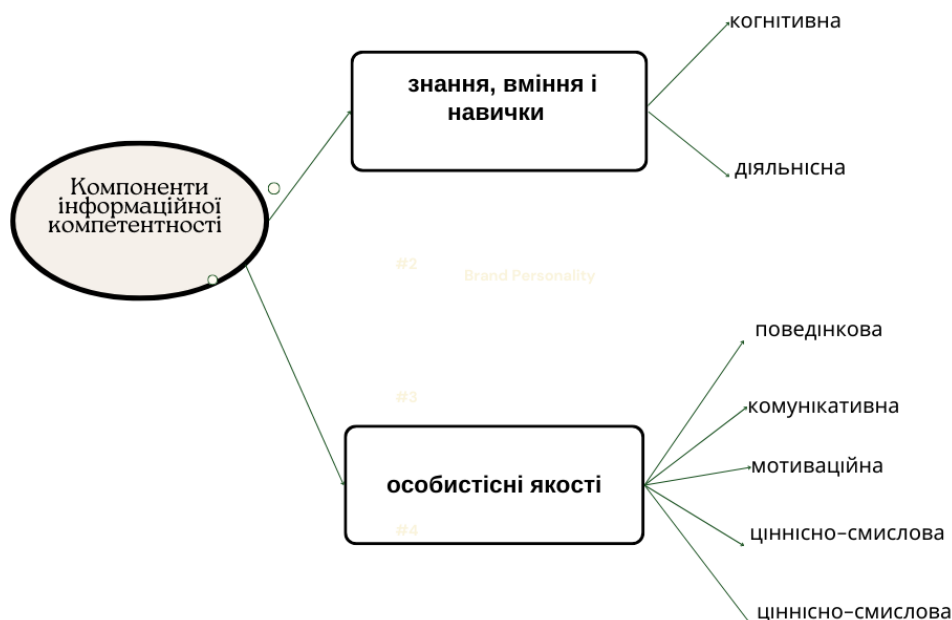


Рис. 2. Компоненти інформаційної компетентності

Оцінювання кожної компоненти компетенції є при цьому непростим завданням. Якщо для оцінювання вимірюваних показників знань, умінь і навичок можна використовувати традиційні форми освітніх технологій (тестування, письмові й усні відповіді на контрольні запитання, виконання лабораторних, розрахунково-графічних і курсових робіт, творчих завдань тощо), то для оцінювання особистісних якостей можна застосувати, наприклад, і соціологічні методи у вигляді опитувань, анкет, самооцінень, спостережень, методів експертних оцінок, відгуків наукових керівників студентів тощо.

Розглянемо задачу оцінювання інформаційної компетентності, що складається, у загальному випадку, з  $N$  різноманітних компонент.

Припустимо, що з використанням деяких технологій і методик кожному компоненту компетентності було чисельно оцінено як  $P_i$ , де  $i$  змінюється від 1 до  $N$ .

У цьому разі підсумкове інтегративне значення інформаційної компетентності  $P$  обчислюватиметься за формулою

$$P = \sum_{i=1}^N k_i p_i$$

де  $k_1, k_2, \dots, k_N$  – деякі вагові коефіцієнти, що дають змогу перетворити значення компонент компетенції до єдиної метричної шкали. Якщо визначити бажаний рівень інформаційної компетенції як деякий еталонний показник  $P_{\max}$ , а мінімально допустимоприйнятний (пороговий) рівень як  $P_{\min}$ , то мета навчання набуває вигляду

$$P(p_1, p_2, \dots, p_N) \rightarrow \max$$

$$P_{\min} \leq P \leq P_{\max}$$

Для перетворення різнорідних (різновеликих) показників компонент до єдиної шкали (наприклад, у діапазоні від 0 до 1), можна скористатися нормувальним перетворенням виду

$$d_i = \frac{p_i - p_{i\min}}{p_{i\max} - p_{i\min}}$$

для всіх  $i$  від 1 до  $N$ . Наступним моментом загального алгоритму оцінювання якості є вибір коефіцієнтів вагомості для оцінюваних властивостей. Під коефіцієнтом вагомості властивості при цьому розуміють її кількісну характеристику (значущості, вагомості) серед інших властивостей. У роботі [8] виокремлено такі основні властивості коефіцієнтів вагомості  $G$ :

- вони завжди нормовані, тобто для них виконується умова

$$0 \leq G \leq 1$$

- для кожного ярусу дерева властивостей завжди забезпечується умова

$$\sum G_i = 1$$

Можливим підходом до встановлення числових значень коефіцієнтів вагомості може бути метод експертного оцінювання. У цьому разі виникає проблема оцінки ступеня узгодженості думок експертів. Розглянемо цю оцінку на прикладі матриці

$r_{ij}$  результатів ранжування  $n$  об'єктів групою з  $m$  експертів (для  $i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m$ ), де  $r_{ij}$  – ранг, що привласнюється  $i$ -ому об'єкту  $j$ -им експертом.

Для оцінки ступеня узгодженості результатів будемо використовувати коефіцієнт конкордації – загальний коефіцієнт рангової кореляції для групи експертів. Коефіцієнт конкордації можемо розрахувати за формулами [6]:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}$$

$$S = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^m r_{ij} - \bar{r} \right)^2$$

$$\bar{r} = \frac{(n+1)m}{2}$$

Коефіцієнт конкордації  $W$  змінюється при цьому в числовому діапазоні від 0 до 1. Якщо він дорівнює одиниці – це означає, що всі експерти присвоїли об'єктам однакові ранги. Що ближче значення коефіцієнта до 0, то менш узгодженими є оцінки експертів, що ближче до 1 – то більш узгодженими.

У відомій таксономії Бенджаміна Блума (Benjamin S. Bloom) виокремлено такі рівні когнітивного опанування навчальних цілей:

- *знання* – здатність до запам'ятовування та відтворення вивченого матеріалу;
- *розуміння* – здатність перетворювати матеріал з однієї форми вираження в іншу, вміння інтерпретувати матеріал;
- *застосування* – вміння використовувати вивчений матеріал у конкретних умовах і нових ситуаціях;
- *аналіз* – здатність розбивати досліджуваний матеріал на складові;
- *синтез* – вміння комбінувати елементи;
- *оцінювання* – вміння і здатність оцінювати значення того чи іншого навчального матеріалу.

Зважаючи на це, можна запропонувати таке наповнення трьох традиційних рівнів оцінювання студентів – порогового (мінімально припустимого), середнього та високого. Студент, чия інформаційна компетентність перебуває на мінімально припустимому рівні, має загальне уявлення про апаратне та програмне забезпечення комп'ютера; має уявлення про

характер інформаційних процесів у суспільстві; володіє основними навичками опрацювання числової, текстової та графічної інформації, має базові навички роботи з професійними програмами; має певне уявлення про алгоритмізацію та мови алгоритмічного програмування; здатний працювати з електронною поштою, інформаційно-пошуковими системами інтернету; показує мінімально допустимий рівень прагнення до нових знань.

Студент, який досяг середнього рівня, характеризується такими ознаками: знає основні положення теорії інформації, комп'ютерної архітектури; володіє текстовими редакторами, технологіями опрацювання числової та графічної інформації, необхідними для професійної діяльності; знає принципи функціонування локальних і глобальних комп'ютерних мереж, перспективи розвитку телекомунікаційних технологій; володіє навичками створення стандартних алгоритмів і програм; володіє навичками самостійної роботи з професійно орієнтованими інформаційними системами Інтернету. Студент з високою інформаційною компетентністю знає всі основні поняття теорії інформації, включно з принципами її кодування, різноманітні апаратні та програмні засоби для реалізації інформаційних процесів; володіє навичками аналізу даних, володіє високорівневими технологіями програмування; знає принципи функціонування комп'ютерних мереж, основи інформаційної безпеки; здатний ефективно використовувати інформаційні технології в наукових дослідженнях і в професійній діяльності; демонструє високу мотивацію та готовність до роботи з інформацією. Вимоги до кваліфікації випускників прописані у державних освітніх стандартах відповідних спеціальностей. Наприклад, згідно з освітньо-професійною програмою спеціальності 073-Менеджмент, бакалаври-менеджери мають оволодіти такими загальними компетентностями, як «Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій» (ЗК-8). Для оцінювання рівня сформованості інформаційної компетентності студентів було проведено комплексне тестування бакалаврів факультету менеджменту та інформаційної безпеки Вінницького національного технічного університету за такими основними розділами:

- Тема 1. Вимірювання та кодування інформації.
- Тема 2. Технічний устрій комп'ютера.
- Тема 3. Комп'ютерна графіка.
- Тема 4. Електронні таблиці.
- Тема 5. Бази даних.
- Тема 6. Логіка.
- Тема 7. Мережеві та комунікаційні онні технології.
- Тема 8. Алгоритмізація та програмування.

Результати тестування подано на рис. 3.

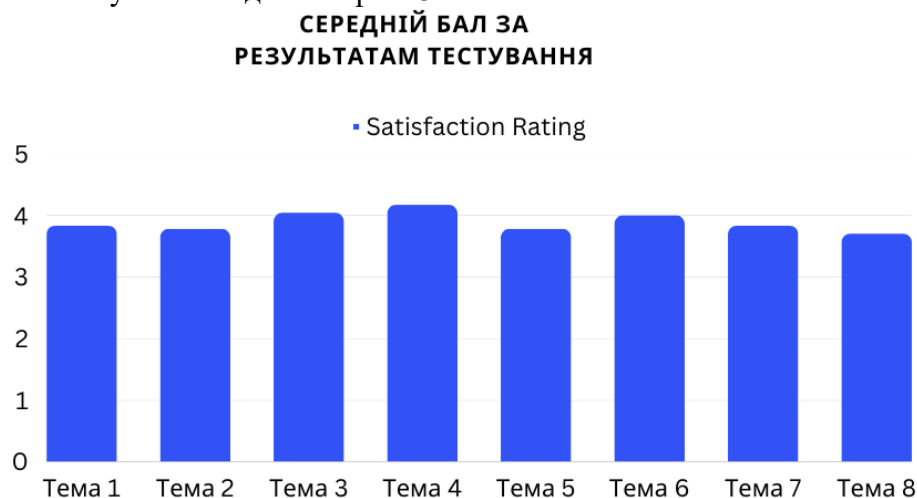


Рис. 3. Результати тестового контролю знань

Для оцінювання практичних навичок і вмінь студентів було використано метод, що ґрунтується на аналізі навчальних робіт студентів – розрахунково-графічних і курсових робіт. У даному випадку роботи розглядалися з точки зору ефективності застосування інформаційних технологій для проведення дослідження, а також для оформлення пояснювальної записки до роботи. При цьому враховувалися й особистісні якості студентів – творчий, нестандартний підхід до розв'язання поставлених завдань; відповідальність і дисциплінованість при виконанні роботи, зокрема дотримання термінів здачі її етапів тощо. Оцінювання робіт проводила експертна група – викладачі навчальних дисциплін і наукові керівники студентів, а потім було складено загальний рейтинг студентів з урахуванням усіх накопичених ними відповідних балів. При цьому було використано 100-бальну шкалу з виокремленням критеріїв «високий рівень» (більше ніж 85 балів), «середній рівень» (від 60 до 85 балів) і «низький рівень» (менше ніж 60 балів). Мінімально допустимий («пороговий») рівень було встановлено в розмірі 45 балів, його подолали всі студенти.



Рис. 4. Результати перевірки інформаційної компетентності

Як бачимо з діаграми на рис. 4, приблизно 30% студентів показали високий рівень інформаційної компетентності, 44% – середній рівень, 26% – низький рівень.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Загалом, можна визнати ці результати задовільними, а запропоновану методику – такою, що має практичну значущість для навчального процесу. Усі студенти отримали рецензії на свої роботи із зазначеннями виявлених переваг і недоліків, що має послужити напрямним вектором до подальшого саморозвитку. Підсумовуючи вищевикладене, слід зазначити, що завдання ефективного формування інформаційної компетентності студентів є складною і багатопараметричною проблемою. Інформаційна компетентність при цьому розглядається як одна з граней загальної інформаційної культури особистості. Для її успішного формування необхідна ціла низка педагогічних умов, але насамперед – усвідомлення студентом своїх інформаційних потреб, розуміння ролі та важливості інформації в розвитку сучасного суспільства. Володіння інформаційними технологіями допоможе студентам розширити спектр їхніх знань, дасть змогу швидше й ефективніше адаптуватися до мінливих професійних вимог в умовах інформатизації всіх сфер виробництва.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Башинська, І. О. (2015). Використання методу експертних оцінок в економічних розрахунках. *Actual Problems of Economics*, 7, 408–412. (Bashynska, I. O. (2015). Using the method of expert estimates in economic calculations. *Actual Problems of Economics*, 7, 408–412).
2. Бондаренко, З. В. Кирилащук, С. А. Черноволик, Г.О. (2021). Базова роль вищої математики в підготовці майбутніх фахівців у галузі інформаційних технологій. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології: науковий журнал*, 3, 80–90. (Bondarenko, Z. V., Kyrylashchuk, S. A., Chernovolyk, G. O. (2021). The basic role of higher mathematics in the training of future specialists in the field of information technology. *Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies: scientific journal*, 3, 80–90).
3. Грабовецький, Б. Є. (2010). Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання : монографія. Вінниця: ВНТУ. (Grabovetskyi, B. E. (2010). *Methods of expert assessments: theory, methodology, directions of use: monograph*. Vinnytsia: VNTU).
4. Лукіна, Т. О. (2021). Кваліметрія. *Енциклопедія освіти*. Київ : Юрінком Інтер. (Lukina, T. O. (2021). *Qualimetry*. Encyclopedia of Education. Kyiv : Yurinkom Inter).
5. Малицька, І. Д. (2014). Формування та оцінювання ІК-компетентності у школах Великої Британії: освітня реформа. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 5, 43. (Malitskaya, I. D. (2014). Formation and assessment of IR competence in UK schools: educational reform. *Information technologies and learning tools*, 5, 43).
6. Овчарук, О. В. Сороко, Н. В. (2015). Загальні підходи до проблеми оцінювання інформаційно-комунікаційних компетентностей в системі освіти впродовж життя. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія № 2: Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : збірник наукових праць*. Педрада. Київ : НПУ імені М. П. Драгоманова, 16, 145–148. (Ovcharuk, O. V., Soroko, N. V. (2015). General approaches to the problem of assessing information and communication competencies in the system of lifelong learning. *Scientific Journal of the Drahomanov National Pedagogical University. Series 2: Computer-oriented learning systems: a collection of scientific papers*. Pedagogical Council. Kyiv : Drahomanov National Pedagogical University, 16, 145–148).
7. Шегеда, А. Стефанович, О. (2018). Кваліметричний підхід до оцінювання якості процесів в освітніх системах. *Нова педагогічна думка. Науковометодичний журнал*, 1, 93. (Sheheda, A., Stefanovych, O. (2018). Qualimetric approach to assessing the quality of processes in educational systems. *New pedagogical thought. Scientific and methodological journal*, 1, 93).

**Bondarenko Z. V., Kirilashchyk S. A., Prozor O. P. Assessment of the quality of information competence of students of economic specialties of the university.**

**Summary.** The article is devoted to the application of qualimetry methods to the problem of assessing the information competence of students of economic specialties. The main purpose of the article is to develop a methodology for assessing the quality of information competence in the context of a competency-based model of the educational process. To achieve the aim of the study and present the results, a number of theoretical general scientific methods were used: synthesis – for the analysis of scientific works, systematic and functional analysis, comparison, classification, systematization and generalization of theoretical and experimental data.

The concept of information competence is revealed, its components and main stages of formation are distinguished, the relationship between information competence and information culture is discussed.

The content of the three traditional levels of student assessment is proposed – threshold (minimum acceptable), medium and high.

Next, the general algorithm of quality assessment in relation to the task of assessing the level of information competence, the tree of their properties is considered, and a mathematical model of the assessment process is proposed. At the same time, groups of factors influencing the formation of information competence are distinguished. To assess the practical skills and

abilities of students, a method based on the analysis of students' academic works – calculation and graphic works and term papers – was used. In this case, the papers were analyzed from the point of view of the effectiveness of using information technology to conduct research and to prepare an explanatory note to the paper. Personal qualities of the students were also taken into account: creative, non-standard approach to solving tasks; responsibility and discipline in performing the work, including meeting deadlines for its stages, etc. The papers were evaluated by an expert group of teachers of academic disciplines and students' supervisors, and then an overall rating of students was compiled, taking into account all the relevant points accumulated by them. The results of the study on assessing the information competence of students of economic specialties are presented.

**Key words:** qualimetry, information competence, competence, quality of education, assessment method, expert evaluation method, concordance coefficient, skills.

УДК 378:51:004.021

DOI 10.5281/zenodo.8032400

О. П. Кошова

ORCID ID 0000-0003-0794-6774

О. В. Ольховська

ORCID ID 0000-0001-5366-5995

Д. М. Ольховський

ORCID ID 0000-0003-0313-6977

Ю. Ф. Олексійчук

ORCID ID 0000-0002-0585-3307

Полтавський університет економіки і торгівлі

### ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ» ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ»

У статті аналізуються педагогічні умови викладання дисципліни «Аналіз алгоритмів» для студентів спеціальності «Комп'ютерні науки». Доведено, що створення та реалізація алгоритмів і структур даних є невід'ємною складовою роботи майбутнього ІТ фахівця, адже знання існуючих алгоритмів дозволяє швидше вирішувати типові задачі професійної діяльності. Складність задач, що виникають при розробці програмного забезпечення систем різноманітного призначення, потребує не лише глибокого знання студентами теорії структур даних і алгоритмів, але й стійких практичних навичок в їх аналізі, використанні та створенні нових, більш ефективних.

Обґрунтована необхідність впровадження виокремлених педагогічних умов для досягнення програмних результатів навчання та відповідних компетентностей, наведених у освітньо-професійній програмі з комп'ютерних наук. Це стає можливим за рахунок формування інформаційно-аналітичних умінь у студентів; створення сприятливих умов для оволодіння ґрунтовним математичним апаратом; урахування інтеграційних можливостей дисциплін загальної підготовки та професійно-орієнтованих; впровадження інтерактивних, інформаційно-комунікаційних технологій та методів навчання, зокрема методу проектів; упровадження різноманітних засобів візуалізації роботи алгоритмів, таких як комп'ютерні програми, діаграми, графіки, застосунки; створення сприятливого середовища для самостійної роботи студентів шляхом розробки якісного методичного забезпечення та дистанційних курсів; упровадження прозорого та об'єктивного оцінювання компетентностей, отриманих при вивченні дисципліни «Аналіз алгоритмів». Наведено приклади завдань для студентів спеціальності «Комп'ютерні науки» із дисципліни «Бізнес аналіз та проектний менеджмент», що сприятимуть підвищенню рівня сформованості математичних знань та

інформаційно-аналітичних умінь, як невід'ємної складової успішного оволодіння дисципліною «Аналіз алгоритмів» та професійною компетентністю фахівця із комп'ютерних наук.

Розглядаються методичні підходи щодо вибору форм і методів організації навчального процесу з професійно-орієнтованих дисциплін для забезпечення студентів не тільки математичними знаннями, а і для розкриття їх творчого і професійного потенціалу під час написання коду відповідного алгоритму на різних мовах програмування. Це можливо за умови раціонального поєднання, обґрунтованого і продуманого вибору тієї чи іншої форми в залежності від змісту матеріалу, індивідуальних особливостей студентів.

Подальші дослідження будуть направлені на розробку і впровадження в навчальний процес елементів математичного моделювання економічних, технологічних, соціальних процесів шляхом застосування та аналізу уже існуючих алгоритмів або розробки нових, більш ефективних, із відповідною програмною реалізацією на різних мовах програмування.

**Ключові слова:** освітній процес, педагогічні технології, аналіз алгоритмів, сучасні методи оптимізації, професійна спрямованість, прикладні завдання, технології навчання, програмування, алгоритми і структури даних.

**Постановка проблеми.** Сучасні вимоги ринку праці та виклики, що стоять перед теперішнім суспільством, зумовлюють необхідність переорієнтації закладів вищої освіти на зміну структури, змісту, організації та методів навчання, а також на суттєве посилення в освітніх програмах практичної складової. Окремо слід наголосити на необхідності залучення до навчального процесу професіоналів з метою якісної підготовки випускника із вищою освітою. Складність задач, що виникають при розробці програмного забезпечення систем різноманітного призначення, потребує формування висококваліфікованого ІТ-фахівця, що володіє не лише глибокими знаннями у професійній сфері а й досягає відповідного рівня розвитку практичних навичок їх використання під час розв'язання завдань майбутньої професійної діяльності.

Навчальна дисципліна «Аналіз алгоритмів» є теоретичною основою сукупності знань та вмінь, що необхідні для опанування переважної більшості дисциплін професійної та практичної підготовки майбутніх фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності «Комп'ютерні науки». Створення та реалізація алгоритмів і структур даних є невід'ємною складовою роботи майбутнього ІТ фахівця, адже знання існуючих алгоритмів дозволяє швидше вирішувати типові задачі професійної діяльності. Складність задач, що виникають при розробці програмного забезпечення систем різноманітного призначення, потребує не лише глибокого знання студентами теорії структур даних і алгоритмів, але й стійких практичних навичок в їх використанні. Вивчення даної дисципліни забезпечить фундаментальну теоретичну та практичну підготовку висококваліфікованих фахівців і, водночас, створить передумови для закріплення, поглиблення розуміння студентами теоретичних знань, набуття стійких практичних навичок, пов'язаних з використанням різноманітних структур даних, а також зі створенням, модифікацією та аналізом алгоритмів. Не менш важливим, у контексті нашого дослідження є досягнення, згідно із стандартом вищої освіти та Освітньо-професійною програмою підготовки фахівців спеціальності «Комп'ютерні науки» програмних результатів навчання та відповідних компетентностей.

Серед програмних результатів слід особливо виділити наступні: мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерних наук і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у сфері комп'ютерних наук та на межі галузей знань; мати спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем комп'ютерних наук, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур; зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію у сфері комп'ютерних наук до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються; розробляти та застосовувати математичні методи для аналізу інформаційних

моделей; створювати нові алгоритми розв'язування задач у сфері комп'ютерних наук, оцінювати їх ефективність та обмеження на їх застосування.

Очевидно, що для досягнення відповідних програмних результатів навчання студенти – майбутні фахівці із комп'ютерних наук повинні опанувати достатньо високим рівнем спеціальних та загальних компетентностей. У контексті досліджуваної проблеми слід особливу увагу приділити формуванню у студентів наступних компетентностей: здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями; здатність бути критичним і самокритичним; здатність генерувати нові ідеї (креативність); усвідомлення теоретичних засад комп'ютерних наук; здатність формалізувати предметну область певного проєкту у вигляді відповідної інформаційної моделі; здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області; здатність застосовувати існуючі і розробляти нові алгоритми розв'язування задач у галузі комп'ютерних наук; здатність ініціювати, планувати та реалізовувати процеси розробки інформаційних та комп'ютерних систем та програмного забезпечення, включно з його розробкою, аналізом, тестуванням, системною інтеграцією, впровадженням і супроводом.

При цьому опанування відповідною дисципліною вимагає наявності у студентів ґрунтовних знань із теорій ймовірностей та математичної статистики, сучасних методів оптимізації та аналізу даних і обчислювальних методів, адже неможливо уявити роботу фахівців із комп'ютерних наук, враховуючи сучасні постановки задач аналізу і синтезу оптимальних інформаційних систем, без складних математичних моделей і алгоритмів обробки даних та використання математичних основ аналізу алгоритмів.

Все вище перераховане вимагає впровадження відповідних педагогічних умов при вивченні дисципліни «Аналіз алгоритмів», що і зумовлює актуальність обраного нами дослідження. Тобто впровадження такої методики, яка б створювала сприятливі умови для усвідомлення студентами необхідності постійно підвищувати свій рівень знань, давала б їм змогу продемонструвати свою креативність, високий рівень сформованості інформаційно-аналітичних умінь і, водночас наявність у студентів ґрунтовної бази математичних знань, необхідних для розв'язування теоретичних і практичних задач ІТ галузі; можливості інтеграції математичних знань в площину їх практичного застосування; вироблення навичок математичного дослідження та аналізу існуючих алгоритмів та створення, на їх основі, нових.

**Аналіз актуальних досліджень.** Питаннями педагогічних особливостей викладання дисципліни «Аналіз алгоритмів» для студентів фізико-математичних факультетів присвячено роботи О.Струк та С. Лещук [10]; питанням розробки тренажерів для опанування студентами аналізу алгоритмів присвячено роботи Ю. Олексійчука [4]. При цьому аналізу алгоритмів та програм для виконання операцій з довгими числами присвячена робота А. Лагун [6]; дослідженню та порівнянню аналізу алгоритмів знаходження оптимального шляху займалися С. Петришин та В. Решетник [8]; дослідження особливостей та методів розв'язання задачі комівояжера для знаходження оптимального рішення при виконанні економічних задач розкрита у роботі Н. Бойко [1]; дослідженню методу вибору найкоротшого маршруту при переміщенні об'єкта в приміщенні присвячена робота науковців Т. Левицької та Е. Белан [7].

Крім того існує чимало ґрунтовних праць із основ аналізу алгоритмів та структур даних таких науковців як І. Федорін, Н. Стратієнко, М. Годлевський, М. Чепілко, Л. Кублій, О. Воробйова та ін. [11; 9; 2; 3].

Разом із тим, дослідження методичної, психолого-педагогічної літератури показало, що питанню особливостей навчання студентів спеціальності «Комп'ютерні науки» дисципліні «Аналіз алгоритмів» приділено недостатньо уваги, що й актуалізує тему нашого дослідження.

Все вище перераховане визначило **мету статті** – виокремлення психолого-педагогічних умов викладання дисципліни «Аналіз алгоритмів» для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

**Виклад основного матеріалу.** Зважаючи на проведений аналіз існуючих наукових праць із нашої теми, відповідних стандартів вищої освіти та освітньо-професійної програми підготовки фахівців спеціальності «Комп'ютерні науки» слід зазначити, що опанування даною дисципліною, як уже зазначалося нами вище, неможливе без поєднання ґрунтовної теоретичної підготовки та наявності високо рівня сформованості практичних навичок вирішення поставлених проблем. Не менш важливим, є розуміння студентами основних понять та термінів, що пов'язані з аналізом алгоритмів, такі як часова, просторова, обчислювальна та асимптотична складність алгоритму, якість алгоритму, а також методи аналізу алгоритмів, такі як асимптотичний аналіз та обчислювальний аналіз. Тому, насамперед необхідно створити сприятливі умови для опанування студентами відповідних математичних апаратом. При цьому, не менш важливим є застосування міждисциплінарного підходу у контексті надати студентам цілісного розуміння теми. Адже аналіз алгоритмів базується на використанні математичних понять та методів, таких як, наприклад, інваріант циклу, асимптотична оцінка росту функції, рекурентні співвідношення, асимптотичний аналіз, складність алгоритму та чимало понять відповідних розділів інших дисциплін, таких як: «Дискретна математика», «Теорія ймовірностей та математична статистика», «Сучасні методи оптимізації та їх програмування», «Інформатика», «Програмування», «Бізнес аналіз та проектний менеджмент» та ін. Тому навчання аналізу алгоритмів вимагає розуміння відповідних математичних понять та мов програмування і вміння застосовувати їх до алгоритмічних задач.

Ураховуючи вище викладене пропонується при проведенні лекцій та практичних із базових математичних та професійно-орієнтованих дисциплін розв'язувати прикладні завдання, що вимагаються застосування інформаційно-аналітичних умінь та призвичаюють студентів до пошуку, аналізу та відшукування оптимальних шляхів розв'язання поставлених проблем у різних сферах діяльності бізнесу. Адже раціонально підібрана система професійно-орієнтованих проблем виробляє стратегію управлінського мислення позитивно впливаючи на ефективність формування інформаційно-аналітичних умінь майбутніх фахівців із комп'ютерних наук. Наведемо приклад такого завдання, що може бути розв'язане із застосуванням не лише комп'ютерної підтримки (найпростіший варіант – використання програмних продуктів Microsoft Office) а й використання мов програмування, що дозволить студентам створити універсальну програму для отримання оптимального розв'язку бізнес проблеми (фрагмент лекції з дисципліни «Бізнес аналіз та проектний менеджмент в ІТ»):

Грошові кошти фірми можуть використовуватися для фінансування двох проектів. Проект А гарантує отримання через рік прибутку в розмірі 60 коп. за кожен вкладений гривню. Проект В гарантує отримання прибутку в розмірі 2 грн. на кожен інвестовану гривню, але через 2 роки. При інвестуванні проекту В період інвестицій має бути кратним двом рокам. Визначити як потрібно розпорядитися капіталом у сумі 100 000 гривень, щоб максимізувати загальний прибуток, який можна отримати через три роки після початку інвестицій.

По-перше, студенти аналізують умову задачі, виявляють керовані та некеровані чинники та будують математичну модель економічної ситуації.

Ввівши позначення, де  $x_{ij}$  – розмір вкладених коштів у  $i$  – тому році в проект  $j$ , одержують математичну модель задачі:

$$Z_{max} = 3x_{22} + 1,6x_{31}$$

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} \leq 100\,000 \\ -1,6x_{11} + x_{21} + x_{22} \leq 0 \\ -3x_{12} - 1,6x_{21} + x_{31} \leq 0 \\ x_{ij} \geq 0, \quad i = \overline{1,3}, \quad j = \overline{1,2} \end{cases}$$

Розв'язавши дану задачу симплекс-методом, студенти отримують два оптимальні розв'язки:

$$X^1_{opt.} = (x_{11} = 100\,000; x_{22} = 160\,000), \quad Z^1_{max} = 480\,000;$$

$$X^2_{opt.} = (x_{12} = 100\,000; x_{31} = 300\,000), \quad Z^2_{max} = 480\,000.$$

При цьому створюється проблемна ситуація: остаточний результат однаковий, хоча шляхи його досягнення різні. Провівши аналіз, отриманих результатів, студенти приходять до висновку, що перший оптимальний план інвестицій передбачає на перший рік усі кошти в розмірі 100 000 грн. вкласти в проект А, що принесе в кінці року доход 160 000 грн. На другий рік всі кошти в розмірі 160 000 грн. передбачається витратити на фінансування проекту В. Важливим у процесі аналізу є усвідомлення того, що наприкінці другого року фірма доходу не отримає. На третій рік фінансування проектів не передбачається, але в кінці року доход фірми від минулорічних інвестицій проекту В становитиме 480 000 грн.

Згідно з другим оптимальним планом на перший рік фірма спрямовує весь капітал на фінансування проекту В. Це принесе фірмі доход лише наприкінці другого року в розмірі 360 000 грн., які на третій рік в повному обсязі інвестуються в проект А. Доход фірми за три роки становить 480 000 грн.

Пошук найкращого варіанту вирішення цієї проблеми є одним із реальних шляхів для відпрацювання аналітичних стратегій мислення майбутніх ІТ фахівців. Крім того студенти магістерського рівня підготовки з «Комп'ютерних наук» легко можуть створити програмний код для розв'язання поставленої проблеми, наприклад на мові C++. Адже, підбір завдань, пов'язаних з майбутньою професійною діяльністю, які передбачають прийняття управлінського рішення, надає студентам можливість прискореного накопичення вмінь та навичок застосування математико-статистичних методів аналізу й призвичаює до їх застосування, як необхідної компоненти в процесі прийняття рішення, що буде необхідним і для опанування дисципліною «Аналіз алгоритмів» у тому числі. Достатня кількість таких завдань в процесі навчання поступово адаптує студентів до необхідності використання математичних методів аналізу, що певною мірою сприяє формуванню психологічної готовності до використання математико-статистичних засобів аналізу в майбутній діяльності і при вивченні професійно-орієнтованих дисциплін та призвичаює їх до цього процесу, забезпечуючи необхідний рівень аналітичної складової професійної підготовки магістра з комп'ютерних наук [5; 12].

Наступною проблемою, яка вимагає вирішення при опануванні студентами дисципліни «Аналіз алгоритмів» це формування навичок вирішення поставлених задач таких як проектування алгоритмів, вибір відповідних структур даних і методів оптимізації щодо аналізу алгоритму та можливих методів створення нових, більш ефективних алгоритмів. Адже аналіз та розробка алгоритмів вимагає хорошого розуміння конструкції алгоритму. Тому, майбутні ІТ фахівці повинні навчитися розробляти ефективні алгоритми, які вирішують складні проблеми. При цьому, очевидним є і те, що вивчення аналізу алгоритмів не може обмежуватися лише теоретичними основами і значною мірою вимагає навичок реалізації існуючих та розроблених алгоритмів на різних мовах програмування та умінь перевіряти їх ефективність на реальних наборах даних, і великих у тому числі. Все вище зазначене вимагає постійної практики розв'язання різноманітних задач і аналізу ефективності

різних алгоритмів. У цьому контексті важливим є формування у студентів спеціальності «Комп'ютерні науки» умінь роботи з інформацією уже із перших занять навчання, що, на нашу думку буде можливим шляхом упровадження в навчальний процес розробленої методики формування інформаційно-аналітичних умінь, як невід'ємної складової їхньої професійної компетентності та необхідної складової успішного опанування дисципліни «Аналіз алгоритмів». Як доведено автором дослідження [5] досягнення високого рівня опанування інформаційно-аналітичних умінь досягається шляхом:

- створення сприятливого психологічного клімату при вивченні професійно-орієнтованих дисциплін, шляхом урахування індивідуалізації, диференціації та інтеграції дисциплін професійного циклу підготовки;
- підвищення рівня мотивації у студентів щодо удосконалення рівня сформованості інформаційно-аналітичних умінь в процесі навчання професійно-орієнтованим дисциплінам та впровадження в навчально-виховний процес системи управляючих заходів на основі позитивного стимулювання цього процесу;
- впровадження в процес навчання дисциплін професійного циклу інтерактивних та інформаційно-комунікаційних технологій навчання, інноваційних методів навчання (метод проєктів, кейс-метод та ін.), які створюють сприятливі умови для активізації пізнавальної діяльності студентів при вивченні усіх дисциплін і «Аналізу алгоритмів» у тому числі, і створюють підґрунтя для формування інформаційно-аналітичних умінь майбутніх фахівців із комп'ютерних наук.
- надання можливості для кожного студента умов для опанування аналітичним інструментарієм необхідним для виконання майбутніх функціональних обов'язків, шляхом забезпечення умови свідомого переходу від алгоритмів до застосування їх в нестандартних завданнях, що вимагає від студентів сформованих вмінь узагальнювати, виокремлювати та концентруватись на головному стосовно поставленої проблеми, підбираючи необхідний аналітичний інструментарій у контексті його використання, тобто відповідного рівня сформованості інформаційно-аналітичних умінь.

Реалізація вище зазначених особливостей навчання дисципліни «Аналіз алгоритмів» обумовлюється: сучасними вимогами інформаційного суспільства, аналізі вимог, що висувуються до майбутнього фахівця спеціальності «Комп'ютерні науки»; відбором елементів змісту навчання, що найбільш якісно відповідають задачам розвитку інформаційно-аналітичних умінь; застосуванням відповідних методів, форм і засобів навчання, що дозволяють ефективно реалізувати процес формування інформаційно-аналітичних умінь майбутніх ІТ фахівців та впровадженні ефективних способів корекції і оцінки відповідного рівня їх сформованості; встановленням інтеграційних зв'язків між дисциплінами загального циклу та професійно-орієнтованими дисциплінами; впровадженням інтерактивних технологій навчання та дистанційної освіти у тому числі; оптимальним поєднанням традиційних та особистісно-орієнтованих технологій навчання, що дозволить врахувати психолого-педагогічні чинники та розвинути творчий потенціал студентів, формуючи потребу в подальшому самовдосконаленні у відповідності із принципом «навчання протягом життя» та впровадженні принципів індивідуалізації і диференціації навчання; узгодженням змісту навчання із вимогами професійно-орієнтованих дисциплін та вимогами стандарту вищої освіти та освітньо-професійної програми підготовки, шляхом інтеграції теоретичної і практичної підготовки; розробкою та впровадженням відповідного методичного забезпечення та засобів мультимедіа в навчальний процес професійно-орієнтованих дисциплін, з метою підвищення ефективності самостійної роботи студентів тощо [5].

При цьому необхідно зосередитися на формуванні у студентів наступних умінь, серед яких: уміння формувати і обробляти інформаційну базу для аналізу певного явища чи процесу; уміння застосовувати математичні моделі та методи для аналізу типових задач діяльності; уміння обґрунтовувати прийняття управлінського рішення, шляхом застосування аналітичних процедур; уміння відбирати відповідний аналітичний інструментарій з урахуванням власного досвіду щодо їх використання; уміння ідентифікувати ситуацію згідно

з розв'язаними раніше; уміння використовувати стандартні пакети статистичної обробки і ІКТ в тому числі; уміння опанування аналітичним інструментарієм, як системи математичних моделей і методів; знання закономірностей, принципів, методів, форм, засобів застосування різноманітних аналітичних методик; наявність базових наукових знань з навчальних дисциплін, що сприяють опануванню методичним інструментарієм щодо прийняття виважених професійних рішень [5].

Не менш важливим під час роботи з опанування аналізу алгоритмів є використання різноманітних візуалізацій за допомогою діаграм, анімацій, прикладних навчальних застосунків та відео демонстрацій особливостей роботи сортування різноманітних алгоритмів. Саме тому опанування дисципліною повинно обов'язково включати в себе інструменти та методики візуалізації алгоритмів.

Очевидно, що будь-який процес навчання є поступовим та безперервним. При цьому аналіз алгоритмів, та комп'ютерні науки взагалі, – це галузі, що є дуже динамічними і швидко розвиваються, у який постійно розробляються нові алгоритми та методи оптимізації. Таким чином, навчання аналізу алгоритмів має підкреслювати важливість концепції «Lifelong learning» та постійно слідкувати за останніми дослідженнями у цій галузі.

Не менш важливим є залучення студентів до постійної самостійної роботи шляхом упровадження, наприклад методу проектів та інтерактивного навчання, тобто створення сприятливого середовища для обміну знаннями між студентами, шляхом підтримки дискусій та використання інтерактивних завдань. Адже це допоможе закріпити здобуті навички та наблизить студентів до реалій майбутньої професійної діяльності.

При цьому очевидно, що досягнення високого рівня опанування відповідними програмними результатами під час вивчення дисципліни «Аналіз алгоритмів» неможливе без наявності якісних навчальних матеріалів: підручників, посібників, відео уроків та інших ресурсів, які допоможуть студентам зрозуміти основні принципи аналізу алгоритмів та їх складності. Останнім етапом є об'єктивне та прозоре оцінювання навчальних досягнень студентів. Це можливо шляхом упровадження сучасних дистанційних технологій навчання із фіксацією всіх типів діяльності як студента так і викладача, що вимагає розробки та впровадження в навчальний процес відповідних дистанційних курсів із якісним змістовим наповненням. Не менш важливим є і те, що ці курси доступні для студентів із будь-якої точки світу та у будь-який час. Зважаючи на багаторічний досвід навчання студентів у Полтавському університеті економіки і торгівлі саме за такими технологіями, ми можемо стверджувати, що реалізація саме всіх вище перерахованих методик буде сприяти якісному опануванню відповідними компетентностями студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Організація і проведення занять із дисципліни «Аналіз алгоритмів» – багатогранний процес, який складається з цілого ряду взаємопов'язаних елементів і вимагає впровадження структурованого підходу, що поєднує ґрунтовну теоретичну підготовку (і математичну у тому числі), практичну підготовку та урахування інтеграційних зв'язків професійно орієнтованих та математичних дисциплін. При цьому він має бути направленим не тільки на опанування студентами програмними результатами навчання, а і на розкриття єдності та взаємозв'язку теорії і практики, професійної спрямованості аналізу алгоритмів. Тому подальші дослідження з даної проблематики можуть бути пов'язані з розробкою і впровадженням в навчальний процес елементів математичного моделювання економічних, технологічних, соціальних процесів шляхом застосування уже існуючих алгоритмів або розробки та аналізу нових, більш ефективних, із відповідною реалізацією на мовах програмування.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES**

1. Бойко, Н. (2017). Огляд методів розв'язання задач комівояжера для знаходження оптимального рішення при виконанні економічних задач. Європейський науковий журнал фінансових та економічних інновацій, т. 1, 7, 85–102. (Boyko, N. (2017). Review of

- methods of solving problems of a traveling salesman to find the optimal solution for the performing economic problems. *European Scientific Journal of Financial and Economic Innovations*, V.1, 7, 85–102).
2. Воробйова, О., Глазунова, Л. (2017). Алгоритми та структури даних: конспект лекцій. Частина 1. Одеса, ОНАЗ ім. О.С. Попова. (Vorobyova, O., Glazunova, L. (2017). Algorithms and data structures: lecture notes. Part 1. Odesa, ONAZ named after O. S. Popova).
  3. Воробйова, О., Глазунова, Л. (2017). Алгоритми та структури даних: конспект лекцій. Частина 2. Алгоритми пошуку, стиснення даних, внутрішнього та зовнішнього сортування, алгоритми на графах. Одеса, ОНАЗ ім. О.С. Попова. (Vorobyova, O., Glazunova, L. (2017). Algorithms and data structures: lecture notes. Part 2. Search algorithms, data compression, internal and external sorting, algorithms on graphs. Odesa, ONAZ named after O. S. Popova).
  4. Олексійчук, Ю. (2013). Комбінаторні задачі оптимізації потоку в мережі і методи їх розв'язування. Інформатика та системні науки. Полтава: ПУЕТ, 228–233. (Oleksiichuk, Yu. (2013). Combinatorial flow optimization problems in the network and methods of its solution. Informatics and system sciences. Poltava: PUET, 228–233.).
  5. Кошова, О., Фомкіна, О., Шурдук, А. (2019). Особливості формування інформаційно-аналітичної компетентності студентів ВНЗ при вивченні природничо-наукових дисциплін. *Актуальні питання природничо-математичної освіти: збірник наукових праць*. Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2 (14), 132–140. (Koshova, O., Fomkina, O., Shurduk, A. (2019). Peculiarities of formation of informatical and analytical competence of students of higher education establishment in the study of natural sciences. Sumy: Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko, 2 (14), 132–140.).
  6. Лагун, А. Е. (2003). Аналіз алгоритмів та програм для виконання операцій з довгими числами. *Вісник НУ «Львівська політехніка», Автоматика, вимірювання та керування*, 475, 37–44. (Lagun, A. E. (2003). Analysis of algorithms and programs for performing operations with long numbers. *Bulletin of Lviv Polytechnic University, Automation, Measurement and Control*, 475, 37–44.).
  7. Левицька, Т., Белан, Е. (2020). Дослідження методу вибору найкоротшого маршруту при переміщенні об'єкта в приміщенні. *Наука і виробництво*, 22, 42–54. (Levitska, T., Belan, E. (2020). Study of the method of choosing the shortest route for moving object indoors. *Science and production*, 22, 42–54.).
  8. Петришин, С., Решетник, В. (2018). Дослідження та порівняльний аналіз алгоритмів знаходження оптимального шляху. *Інтелектуальні інформаційні технології*. Вінницький національний технічний університет, 64–66. (Petryshyn S., Reshetnyk V. (2018). Research and comparative analysis of algorithms for finding the optimal path. *Intelligent information technologies*. Vinnytsia National Technical University, 64–66).
  9. Стратієнко, Н., Годлевський, М., Бородіна, І. (2017). Алгоритми і структури даних. Харків, НТУ «ХПІ». (Stratienko, N., Godlevskiy, M., Borodina, I. (2017). Algorithms and data structures. Kharkiv, NTU "KhPI").
  10. Струк, О., Лещук, С. (2022). Особливості викладання предмету «Аналіз алгоритмів» для студентів фізико-математичних факультетів. *Інноваційна педагогіка*, 47. Т. 1, 73–76. (Struk O., Leschuk S. (2022). Peculiarities of teaching the subject "Analysis of algorithms" for students of physics and mathematics faculties. *Innovative pedagogy*, 47. Vol. 1, 73–76.).
  11. Федорін, І. (2022). Проектування та аналіз обчислювальних алгоритмів: Вступ до алгоритмів. Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського. (Fedorin, I. (2022). Design and analysis of computational algorithms: Introduction to algorithms. Kyiv, KPI named after Igor Sikorsky).
  12. Фомкіна, О., Кошова, О., Шурдук, А. (2018) Активні методи навчання в контексті гуманізації освіти. *Актуальні питання природничо-математичної освіти: збірник наукових праць*. Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2 (12), 113–120. (Fomkina, O., Koshova, O., Shurduk, A. (2018) Active teaching methods in the context of humanization of

education Current issues of natural and mathematical education: a collection of scientific papers. Sumy: Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko, 2 (12), 113–120).

**Koshova O., Olkhovska O., Olkhovsky D., Oleksiichuk Yu. Pedagogical conditions of teaching the discipline Analysis of Algorithms for the students majoring in Computer Sciences.**

*Pedagogical conditions of teaching of the discipline Analysis of Algorithm for students majoring in Computer Science were analyzed in this article. It has been proved that the creation and implementation of algorithms and data structures is an integral part of the work of a future IT specialist, because knowledge of existing algorithms allows you to faster solution of typical tasks of professional activity. The complexity of the tasks that arise during the development of software for systems of various purposes requires not only deep knowledge of the theory of data structures and algorithms by students, but also stable practical skills in their analysis, use and creation of new, more effective ones.*

*Has been proved the need for implementation of specific pedagogical conditions for achieving programmatic learning outcomes and relevant competencies specified in the educational and professional computer science program. This could to be possible due to the formation of informatical and analytical skills of students; creating favorable conditions for mastering a thorough mathematical apparatus; taking into account the integration possibilities of general training and professionally oriented disciplines; implementation of interactive, information and communication technologies and teaching methods, in particular the project method; introduction of various means of visualizing of algorithms work, such as computer programs, diagrams, graphics, applications; creation of a favorable environment for independent work of students by developing high-quality methodical support and distant courses; implementation of a transparent and objective evaluation of the competencies obtained during the study of the discipline Analysis of Algorithm. Examples of tasks for students majoring in Computer science from the discipline Business Analysis and Project Management has been given, which will contribute to increasing the level of formation of mathematical knowledge and informatical and analytical skills, as an integral component of successful mastery of the discipline Analysis of Algorithms and professional competence students majoring in computer science.*

*Has been considered methodological approaches regarding the choice of forms and methods of organizing the educational process from professionally oriented disciplines to provide students not only with mathematical knowledge, but also to reveal their creative and professional potential through writing the code of the corresponding algorithm in various programming languages.*

*This is possible under the condition of a rational combination, a reasonable and thought-out choice of one or another form depending on the content of the material, individual characteristics of the students.*

*Further research will be directed to the development and implementation of elements of mathematical modeling of economic, technological, and social processes in the educational process through the application and analysis of already existing algorithms or the development of new, more effective ones with appropriate software implementation in various programming languages.*

**Key words:** educational process, pedagogical technologies, analysis of algorithms, modern methods of optimization, professional orientation, applied tasks, learning technologies, programming, algorithms and data structures.

УДК 378.018.8:373.5.011.3-051:51]:004.9

DOI 10.5281/zenodo.8025516

Т. В. Поліщук

ORCID 0000-0001-7690-7723

Д. А. Возносименко

ORCID 0000-0002-7557-643X

Уманський державний педагогічний  
університет імені Павла Тичини

## МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ЗАСІБ КОМПЛЕКСНОГО РОЗВИТКУ МАТЕМАТИЧНОЇ ТА ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ У МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ В УМОВАХ ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ В НУШ

*У статті висвітлено проблему формування та розвитку ключових компетентностей у майбутніх учителів з метою їх підготовки до активної професійної діяльності в контексті ідей Нової української школи та цифровізації освіти. Розглянуто особливості застосування методу моделювання як одного із ефективних засобів комплексного розвитку математичної та цифрової компетентностей у майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін під час вивчення дисциплін фундаментальної підготовки, саме «Математичний аналіз» та «Комплексний аналіз». Доведено, що з метою комплексного розвитку математичної та цифрової компетентностей, майбутнім учителям, доцільно пропонувати виконувати завдання аналітичним способом з використанням цифрових математичних середовищ. Виокремлено шляхи комплексного набуття математичної та цифрової компетентності, а саме: будувати і досліджувати математичні моделі реальних об'єктів, процесів та явищ в цифрових середовищах; проводити обчислення в цифрових середовищах; будувати та читати графіки функціональних залежностей в цифрових середовищах; працювати з формулами в цифрових середовищах; класифікувати і будувати геометричні фігури; створювати цифровий дидактичний матеріал в сучасних інтерактивних середовищах.*

*Наведено приклади розв'язування математичних задач за допомогою математичного та комп'ютерного моделювання. Встановлено, що цілеспрямоване використання математичного моделювання у поєднанні з комп'ютерним моделюванням сприятиме комплексному розвитку математичної та цифрової компетентностей, що в свою чергу допоможе сформувати не тільки цілісну систему математичних знань у майбутніх учителів, а й забезпечує її професійну спрямованість. При цьому фундаментальність і професійна спрямованість виступатимуть в єдності.*

*Зроблено висновок, що систематичне застосування моделювання в процесі навчання математики майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін, сприяє комплексному підвищенні рівня їх математичної та цифрової компетентностей.*

**Ключові слова:** підготовка вчителя, математична компетентність, цифрова компетентність, компетентнісний підхід, освіта, моделювання, візуалізація, інновації.

**Постановка проблеми.** Одним з перспективних напрямків розвитку освіти є впровадження і використання компетентнісного підходу в освітньому процесі. Це можливо реалізувати за рахунок мотивації до неперервної освіти, спрямованості навчання на формування ключових компетентностей. Саме, подальше впровадження реформи «Нова українська школа» (НУШ) у базовій загальній середній освіті передбачає зміну цілей та основних завдань освіти, відповідно до сучасної освітньої парадигми і світових тенденцій розвитку освітніх систем. Сучасна освіта покликана виховати грамотну, компетентну конкурентноздатну особистість, яка здатна реалізувати свій потенціал у виробничій та творчій діяльності впродовж життя за умов, що постійно змінюються. Досягнення нових цілей НУШ потребує модернізації змісту освіти. Це вимагає реалізації принципово нових педагогічних, методичних інструментів, що мають ґрунтуватися на

особистісно орієнтованому та компетентнісному підходах до навчання [4]. І звичайно, ці зміни мають відобразитися в освітньо-професійних програмах підготовки учителів, та бути спрямованими на розвиток ключових компетентностей. Серед ключових компетентностей у першу чергу виділяємо математичну та цифрову компетентності. Саме, тому розвиток математичної та цифрової компетентності у майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін для успішної професійної діяльності є одним із ключовим завданням, яке ставить перед собою системи вищої педагогічної освіти.

**Аналіз останніх досліджень.** Математична компетентність є однією з провідних складових життєвих компетентностей, що визначені Державним стандартом базової та повної загальної середньої освіти та не має вікових обмежень.

Проблему розвитку математичної компетентності висвітлено в наукових працях В. Ачкана, І. Акуленко, В. Бевз, М. Головань, Л. Довгопола, І. Зіненко, Н. Костюченко, В. Кірман, Л. Кудрявцева, О. Матяш, Л. Михайленко, О. Ордановської, Л. Осипової, С. Ракова, С. Скворцової, О. Фуштей, О. Чашечникової тощо.

Серед науковців існують різні погляди на визначення поняття «математична компетентність». На думку М. Головань [2], математична компетентність – це інтегративне утворення особистості, що поєднує в собі математичні знання, уміння, навички, досвід математичної діяльності, особистісні якості, які обумовлюють прагнення, готовність і здатність розв'язувати проблеми і завдання, що виникають в реальних життєвих ситуаціях і потребують використання математичних методів розв'язання, усвідомлюючи при цьому значущість предмету і результату діяльності.

Так, І. Зіненко розглядає математичну компетентність як якість особистості, яка поєднує в собі математичну грамотність та досвід самостійної математичної діяльності [3].

Науковець Л. Кудрявцев стверджує, що математична компетентність – це інтегративна особистісна якість, заснована на сукупності фундаментальних математичних знань, практичних умінь і навичок, що свідчать про готовність і здатність учня здійснювати математичну діяльність [5].

Дослідник С. Раков, під поняттям «математична компетентність» розуміє 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 [10, с. 15, с. 31].

Проблема формування цифрової компетентності майбутніх учителів стала предметом дослідження багатьох наукових праць. Окремі аспекти сутності та структури цифрової компетентності й цифрової культури майбутніх учителів висвітлено в дослідженнях таких науковців, як Г. Генсерук, Р. Гуревич, А. Гуржій, М. Жалдак, Н. Морзе, М. Нетреба, О. Спірін, О. Співаковський, І. Тимофєєва, В. Браздейкіс, В. Вембера, О. Кузьмінської, Н. Морзе, Дж. Равен, О. Спіріна та інші.

Питанню формування цифрової компетентності в умовах Нової української школи присвячено праці таких дослідників, як О. Овчарук, В. Сидоренко, С. Касьян, В. Калінін, Л. Калініна, С. Литвинова та інші.

Незважаючи на велику кількість наукових робіт, присвячених питанню цифрової компетентності єдиного терміну для визначення цього виду компетентності немає.

У Рамці цифрової компетентності для громадян України зазначається, що цифрова компетенція є ключовою компетентністю в умовах четвертої промислової революції і передбачає впевнене, критичне та відповідальне використання та взаємодію із цифровими технологіями для навчання, працевлаштування, роботи, дозвілля та участі в суспільному житті [6].

Так, науковці [7, с. 3], зазначають, що цифрова компетентність педагога має забезпечувати розвиток широкого спектра всіх її складових – від медіаграмотності до опрацювання та критичного оцінювання інформації, безпеки і співпраці в мережі Інтернет до знань про різноманітні цифрові технології й пристрої, вміння послуговуватися відкритими ресурсами та технологіями для професійного розвитку, формування в учнів

навичок ефективного користування цифровими технологіями й сервісами в навчальних і життєвих ситуаціях для розв'язання різних проблем та завдань, застосовувати інноваційні технології для оцінювання результатів їхньої навчальної діяльності, розуміння поняття кодування, елементів штучного інтелекту, віртуальної й доповненої реальності та подолання професійних проблем за допомогою цифрових технологій.

Термін цифрової компетентності В. Биковим визначається наступним чином: «цифрова компетентність це – знання, вміння та навички в галузі інформаційних технологій та здатність їх застосування в професійній діяльності» [1].

Аналіз робіт зарубіжних дослідників показує, що здебільшого використовуються термін – цифрова компетентність (digital competence) яка передбачає «впевнене та критичне використання доступних технологій інформаційного суспільства для повсякденного спілкування, роботи та відпочинку» [11].

Проблемі формування цифрової та математичної компетентностей шляхом впровадження комп'ютерно-орієнтованих методичних систем, зокрема динамічних математичних середовищ в освітній процес досліджували М. Борчердс, Ю. Горошко, О. Гриб'юк, А. Єршов, М. Жалдак, Р. Зіатдінов, В. Клочко, Т. Крамаренко, А. Лінднер, Ю. Лотюк, Ю. Машбиць, В. Монахов, Н. Морзе, В. Пікалова, В. Ракута, С. Раков, Ю. Рамський, С. Семеріков, З. Сейдаметова, Г. Столс, М. Хохенвартер та інші.

Зокрема, проблемі розуміння «математично-цифрової компетентності» як єдиного цілого та її розвитку шляхом математичного моделювання з використанням середовища MathCad присвячено роботу [12].

Проте аналіз праць учених свідчить, що здебільшого питання розвитку математичної та цифрової компетентності, розглядаються окремо. Значно менше робіт присвячено комплексному розвитку математичної та цифрової компетентностей у майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін. Саме тому питання комплексного розвитку математичної та цифрової компетентностей майбутніх учителів у теорії й методиці професійної освіти залишається недостатньо вирішеним.

**Мета статті** розкрити теоретичні засади та практичні можливості комплексного розвитку математичної та цифрової компетентності у майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін за допомогою методу моделювання.

**Виклад основного матеріалу.** Моделювання це потужний засіб наукового пізнання. Систематичне поєднання математичного і комп'ютерного моделювання в сучасних математичних цифрових середовищах під час освітнього процесу є інструментом забезпечення успіху ідеології нової української школи [4]. Адже цифрові інструменти суттєво розширюють можливості педагога та сприяють формуванню в здобувача освіти важливих для нашого сьогодення компетентностей.

Дійсно, математичне моделювання у поєднанні з комп'ютерним дозволяє формалізувати процес (явища), проаналізувати зв'язки між параметрами, що характеризують цей процес (явище). Переважна частина математичних моделей це рівняння (нерівності), їх системи або ж співвідношення, які містять параметри процесу, що вивчається (аналітичні моделі), або їх геометричні зображення в усьому їх різноманітті.

На думку психологів Л. Венгера, А. Запорожця, С. Ладивіра, Д. Ельконіна, доцільність використання методу моделювання сприяє тому, що особистість рано оволодіває процесом заміщення об'єктів у різних видах діяльності. Деякі об'єкти та явища навколишньої дійсності діти можуть прийняти лише через модель. У процесі формування математичної компетентності необхідність використання моделі полягає в тому, що вона робить наочним приховані від безпосереднього сприймання властивості, зв'язки, відношення об'єктів, які є суттєвими для розуміння фактів, явищ.

Саме тому майбутні вчителі природничо-математичних наук мають бути готові впроваджувати даний метод у майбутній професійній діяльності.

Через інтегрованість цифрових технологій у сучасну математичну освіту ми все більше бачимо приклади, коли здобувачі освіти одночасно використовують свої математичні та цифрові компетентності.

Наявність у здобувача вищої освіти математичної компетентності сприяє адекватному застосуванню математики для вирішення проблем повсякденного життя. Ключовим завданням математичної освіти є навчити особистість інтерпретувати будь-яку подію чи ситуацію мовою символів та розв'язання її математичними засобами. Навички математичного моделювання є складовою математичної компетентності. У поєднанні із навичками комп'ютерного моделювання ми можемо стверджувати про цифрову компетентність.

Цифрова компетентність заслуговує на особливу увагу, адже саме вона дає можливість особистості бути сучасною, активно діяти в інформаційному середовищі, використовувати новітні досягнення техніки у своїй професійній діяльності.

Найбільше сприяє розвитку математичної та цифрової компетентності самостійна робота студентів з використанням засобів цифрових технологій для виконання завдань навчального та дослідницького характеру. Також ефективно комплексний розвиток математичної та цифрової компетентності реалізується під час проблемного навчання, коли метод проєктів передбачає використання математичних цифрових середовищ. Окрім того, ці компетентності одночасно формуються під час обробки результатів і оформлення лабораторних робіт, виконання розрахунків та оформлення курсових і розрахунково-графічних робіт, створення 2D і 3D моделей математичних об'єктів в цифрових середовищах. Таким чином, якщо здобувач вищої освіти для виконання математичних навчальних завдань використовує цифрові інструменти, ми можемо стверджувати про одночасний розвиток його математичної та цифрової компетентностей.

Серед шляхів комплексного набуття математичної та цифрової компетентності виділяємо наступні:

- будувати і досліджувати математичні моделі реальних об'єктів, процесів та явищ в цифрових середовищах;
- проводити обчислення в цифрових середовищах;
- будувати та читати графіки функціональних залежностей в цифрових середовищах;
- працювати з формулами в цифрових середовищах;
- класифікувати і будувати геометричні фігури;
- створювати цифровий дидактичний матеріал в сучасних інтерактивних середовищах.

З метою комплексного розвитку математичної та цифрової компетентностей, майбутнім учителям доцільно пропонувати виконувати завдання аналітичним способом з використанням цифрових математичних середовищ.

Серед великого різноманіття математичних програм, які дозволяють ефективно поєднати математичне та комп'ютерне моделювання із якісною візуалізацією досліджуваних процесів і є доцільними у використанні в освітньому процесі закладів освіти різного рівня, виділяють інтерактивне середовище *Geogebra*.

Під час вивчення курсу «Математичний аналіз», у ході виконання індивідуальних домашніх завдань, варто запропонувати студентам побудувати математичну модель задачі та візуалізувати її у цифровому середовищі на прикладі динамічного пакету *GeoGebra*. Детальніше висвітлено у роботах [9; 13; 14].

У роботі [8], наведено приклади розв'язування вправ з курсу «Комплексний аналіз» у пакеті динамічної математики *Geogebra*, що фактично створює умови для комплексного розвитку математичної та цифрової компетентностей. З однієї сторони, розв'язування вправ передбачає у здобувачів освіти розуміння певних математичних понять та наявність математичних умінь. З іншої, побудова інтерактивних моделей задач та алгоритму їх розв'язування в цифровому середовищі передбачає у здобувача освіти наявності умінь створювати цифровий дидактичний матеріал в сучасних інтерактивних середовищах, працювати в готових цифрових навчально-методичних матеріалах. Сучасні цифрові математичні середовища для набору формул та тексту використовують макропакет для

комп'ютерної верстки тексту Latex, що сприяє розвитку в майбутніх учителів уміння працювати з формулами в цифрових середовищах в умовах діджиталізації освіти.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Сучасне навчання в умовах НУШ вимагає переосмислення його концептуальних засад, осучаснення змісту освіти та оновлення системи використовуваного методичного інструментарію. Таким чином, цілеспрямоване використання математичного моделювання у поєднанні з комп'ютерним моделюванням сприятиме комплексному розвитку математичної та цифрової компетентностей, що в свою чергу допоможе сформувати не тільки цілісну систему математичних знань майбутніх учителів, а й забезпечує її професійну спрямованість. При цьому фундаментальність і професійна спрямованість виступатимуть в єдності.

Отже, якщо в процесі навчання математики майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін систематично застосовувати моделювання, то це дозволяє комплексно підвищити рівень їх математичної та цифрової компетентностей.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Биков, В. (2018). Досвід: Цифрове навчальне середовище. «Цифрова компетентність учителя». Режим доступу: <https://cutt.ly/GhOIrAD>. (Bykov, V. (2018). Digital Competence of Teacher) Retrieved from: <https://cutt.ly/GhOIrAD>).
2. Головань, М. С. (2014). Математична компетентність: сутність та структура. Науковий вісник Східноєвропейського національного університету, 1, 35–39. (Golovan, M. S. (2014). Mathematical competence: essence and structure. Scientific herald of the East European National University, 1, 35–39).
3. Зінченко, І. М. (2009). Визначення структури математичної компетентності учнів старшого шкільного віку. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології, 2, 165–174. (Zinenko, I. M. (2009). Determination of the structure of students' mathematical competence of high school age. Pedagogical sciences: theory, history, innovation technologies, 2, 165–174.).
4. Концепція Нової української школи. (2016). Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkolacompressed.pdf>. (The concept of the New Ukrainian School. (2016). Retrieved from: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkolacompressed.pdf>).
5. Кудрявцев, Л. Д. (1977). Мысли о современной математике и ее изучении. Москва: Наука. (Kudryavtsev, L. D. (1977). Thoughts on modern mathematics and its study. Moscow: Nauka).
6. Міністерство цифрової трансформації України (2021). Опис рамки цифрової компетентності для громадян України. Режим доступу: [https://thedigital.gov.ua/storage/uploads/files/news\\_post/2021/3/mintsifra-oprilyudnyue-ramku-tsifrovoyi-kompetentnosti-dlya-gromadyan/%D0%9E%D0%A0%20%D0%A6%D0%9A.pdf](https://thedigital.gov.ua/storage/uploads/files/news_post/2021/3/mintsifra-oprilyudnyue-ramku-tsifrovoyi-kompetentnosti-dlya-gromadyan/%D0%9E%D0%A0%20%D0%A6%D0%9A.pdf). (Ministry of Digital Transformation of Ukraine (2021). Description of the framework of digital competence for citizens of Ukraine. Retrieved from: [https://thedigital.gov.ua/storage/uploads/files/news\\_post/2021/3/mintsifra-oprilyudnyue-ramku-tsifrovoyi-kompetentnosti-dlya-gromadyan/%D0%9E%D0%A0%20%D0%A6%D0%9A.pdf](https://thedigital.gov.ua/storage/uploads/files/news_post/2021/3/mintsifra-oprilyudnyue-ramku-tsifrovoyi-kompetentnosti-dlya-gromadyan/%D0%9E%D0%A0%20%D0%A6%D0%9A.pdf)).
7. Морзе, Н., Базелюк, О., Воротникова, І., Дементієвська, Н., Захар, О., Нанаєва, Т., Пасічник, О., Чернікова, Л. (2019). Опис цифрової компетентності педагогічного працівника (проект). Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету. Вип. спецвип., 1–53. Режим доступу: <https://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/263>. (Morze, N., Bazeliuk, O., Vorotnykova, I., Dementievskaya, N., Zakhar, O., Nanaieva, T., Pasichnyk, O., & Chernikova, L. (2019). Description of digital competence of a pedagogical worker (project)]. osvritnie e-seredovyshe suchasnoho universytetu. Open educational e-environment of a modern university, Special issue, 1–53) Retrieved from: <https://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/263>.
8. Поліщук, Т. В. (2021). Geogebra як ефективний засіб формування цифрової компетентності у майбутніх учителів математики під час вивчення курсу “комплексний аналіз». Актуальні питання природничо-математичної освіти, 1(17),

- 144–153. (Polishchuk, T. V. (2021). Geogebra as an effective tool for the formation of digital competence in future mathematics teachers during the course «Complex Analysis». *Current issues of science and mathematics education*, 1(17), 144–153).
9. Поліщук, Т. В., Іщенко, Г. В., Возносименко, Д. А. (2021). Підготовка майбутніх учителів математики у процесі вивчення математичних дисциплін з використанням пакету geogebra. *Проблеми підготовки сучасного вчителя*, 21, 111–118. (Polishchuk, T. V., Ishchenko, H., Voznosumenko, D. A., (2021). Preparing of the future teachers of mathematics in the process of mathematical disciplines using GEOGEBRA. *Problems of Modern Teacher Training*, 21, 111–118).
10. Раков, С. А. (2005). Формування математичних компетентностей учителя математики на основі дослідницького підходу у навчанні з використанням інформаційних технологій (дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02). Харків. (Rakov, S. A. (2005). Formation of mathematical competences of a mathematics teacher based on a research approach in education using information technologies (DSc thesis). Kharkiv).
11. Digital Competence Framework for Educators. Retrieved from: [https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcompedu\\_en](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/digcompedu_en).
12. Geraniou, E., Jankvist, U. T. (2019). Towards a definition of “mathematical digital competency». *Educ Stud Math*. 102, 29–45. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s10649-019-09893-8>.
13. Polishchuk, T. V., Voznosymenko, D. A. (2022). Using of augmented reality technology in the process of training future teachers during the study of mathematical disciplines. *CEUR Workshop Proceedings*. Vol. 3265. code 184052. Retrieved from: [https://ceur-ws.org/Vol-3265/paper\\_4662.pdf](https://ceur-ws.org/Vol-3265/paper_4662.pdf).
14. Polishchuk, T. V., Voznosymenko, D. A., Ishchenko, H. V. (2022). The development of the digital competence by simulation in interactive mathematical packages. *Modern Engineering and Innovative Technologies*. Vol. 2(21-02). pp. 139–143. Retrieved from: <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2022-21-02-031>.

**Polishchuk T., Voznosymenko D. The modeling as an effective means of comprehensive development of mathematical and digital competence of future teachers in the conditions of preparation for work in NUSH.**

**Summary.** *The article highlights the problem of formation and development of key competencies in future teachers with the aim of preparing them for active professional activity in the context of the ideas of the New Ukrainian School and digitalization of education. The peculiarities of the application of the modeling method as one of the effective means of complex development of mathematical and digital competences of future teachers of natural and mathematical disciplines during the study of fundamental training disciplines, namely «Mathematical analysis» and «Complex analysis» are considered.*

*It has been proven that in order to comprehensively develop mathematical and digital competences, it is advisable to offer future teachers to perform tasks in an analytical form using digital mathematical environments. Ways of complex acquisition of mathematical and digital competence are singled out, namely: construction and research of mathematical models of real objects, processes and phenomena in digital environments; perform calculations in digital environments; build and read graphs of functional dependencies in digital environments; work with formulas in digital environments; classify and build geometric shapes; create digital didactic material of mathematical content in modern interactive environments.*

*Examples of solving mathematical problems by the method of mathematical and computer modeling are given. It has been established that the purposeful use of mathematical modeling in combination with computer modeling will contribute to the comprehensive development of mathematical and digital competences, which, in turn, will contribute to the formation of not only a complete system of mathematical knowledge in future teachers, but also ensure the*

formation of a complete system of mathematical knowledge. his professional orientation. At the same time, fundamentality and professional orientation will emerge in unity.

It was concluded that the systematic application of modeling in the process of teaching mathematics to future teachers of natural and mathematical disciplines contributes to a comprehensive increase in the level of their mathematical and digital competences.

**Key words:** teacher training, mathematical competence, digital competence, mathematical analysis, competence approach, education, modeling, visualization, innovation.

УДК 372.851

DOI 10.5281/zenodo.8028488

Л. М. Шабанова

ORCID ID 0009-0007-4213-9050

Черкаський національний університет  
імені Богдана Хмельницького

## ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ДОШОК ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ФУНКЦІЙ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ МАТЕМАТИКИ

Сьогодні суспільство активно застосовує сучасні технологічні досягнення науки в багатьох сферах діяльності, зокрема в освіті, проте не всі їхні можливості проаналізовано та застосовано. Метою статті є розгляд особливостей використання ІКТ на уроках математики в ЗЗСО на прикладі віртуальних дошок CleverMaths, Whiteboard.fi та GeoGebra. У ході дослідження використано теоретичні та емпіричні методи: аналіз методичної літератури, публікацій вітчизняних періодичних видань із досліджуваної проблеми, вивчення освітніх ресурсів, використано порівняльний аналіз для з'ясування рис схожості та відмінності CleverMaths, Whiteboard.fi та GeoGebra, систематизацію та узагальнення для формулювання висновків.

У статті розглянуто сутність поняття віртуальної дошки, як складової інформаційно-комунікаційних технологій, способи їх застосування у навчальному процесі. Відображено особливості практичного застосування програми CleverMaths, онлайн-сервісів Whiteboard.fi та GeoGebra у шкільному курсі математики під час дистанційного навчання. Побудовано графіки функцій за допомогою різних засобів та здійснено порівняльний аналіз характерних рис онлайн-дошок, як перспективного напрямку модернізації навчально-виховного процесу. Результати проведеного дослідження можуть бути використані педагогами для застосування програмних засобів на уроках математики.

Віртуальні дошки є одним із засобів візуалізації та активізації навчальної діяльності ЗЗСО. Віртуальні дошки доцільно використовувати у практичній діяльності педагога як для дистанційного, так і безпосередньо для очного навчання. Однак виникає питання, чи готові сучасні вчителі до активного впровадження інтерактивних онлайн-дошок на власних уроках математики, чи розуміють доцільність використання даних ресурсів та чи мають бажання їх застосовувати. В подальших дослідженнях планується перевірити готовність вчителів до застосування віртуальних дошок в їх педагогічній діяльності на уроках математики.

**Ключові слова:** інформаційно-комунікаційні технології, віртуальна дошка, програмне забезпечення, навчання математики, функція, графік, CleverMaths, Whiteboard.fi, Geogebra.

**Постановка проблеми.** Інформаційні технології є невід'ємною частиною сучасного світу, які значною мірою визначають подальший економічний та суспільний розвиток людства. У цих умовах ґрунтовних змін вимагає й система навчання. Тому впровадження

інформаційно-комунікаційних технологій є одним із провідних напрямків оновлення сучасної освіти.

Застосування сучасних інформаційних технологій, в тому числі і віртуальних дошок, дає змогу покращити навчальний процес, робить його більш ефективним, продуктивним, суттєво підвищує інтерес та мотивацію учнів до вивчення математики, підвищує пізнавальну активність та самостійність учнів. Математичні знання за таких умов мають емоційне забарвлення і, отже, легше сприймаються та засвоюються. Тому актуальним є застосування сучасних інформаційних технологій, особливо в умовах дистанційного навчання, при вивченні математики з метою розкриття, розвитку та реалізації інтелектуального потенціалу учнів базової школи.

**Аналіз актуальних досліджень.** Питання важливості візуальної підтримки під час дистанційного навчання на уроках математики стає дедалі актуальнішим. Розмаїття форм засобів візуалізації створило передумови для їхнього раціонального використання в галузі освіти з метою активізації навчальної діяльності учнів. Питання, пов'язані з використанням інформаційно-комунікаційних технологій у базовій школі, розглядали у своїх наукових працях С. О. Антипова, І. Б. Біланік, Р. С. Гуревич, М. І. Жалдак, М. М. Козяр, Т. Г. Крамаренко, А. А. Півторак, Н. М. Руденко, Н. Я. Скіп, Г. Г. Швачич та ін.

**Мета статті** – розглянути особливості використання ІКТ на уроках математики в ЗЗСО на прикладі віртуальних дошок CleverMaths, Whiteboard.fi та GeoGebra.

**Виклад основного матеріалу.** Сучасний стан соціально-економічного розвитку України характеризується змістовними та організаційними змінами, спрямованими на реформування національної системи освіти, зокрема на оновлення змісту освіти, розбудову нової української школи, що передбачає достатнє інформаційне та науково-методичне забезпечення, широке використання досягнень сучасної науки та культури, нових освітніх технологій, які враховують особистісні потреби учнів та запити суспільства [3, с. 105].

Аналізуючи праці видатних науковців, під інформаційно-комунікаційними технологіями слід розуміти сукупність методів, виробничих процесів і програмно-технічних засобів, інтегрованих з метою збирання, обробки, зберігання, розповсюдження, демонстрації та використання даних в інтересах їх користувачів [9, с. 7]. Іншими словами, ІКТ – це процеси підготовки та передачі інформації учню, засобом здійснення яких є переважно комп'ютер, за допомогою якого вчителю надається можливість використовувати технічні та програмні засоби, що сприяють розвитку пізнавального інтересу до математики.

При використанні дистанційних та змішаних форм навчання ефективним технічним засобом реалізації можливостей ІКТ в активізації пізнавальної діяльності учнів та візуалізації навчального матеріалу є віртуальна дошка.

Віртуальна дошка – це соціальний ресурс, призначений для організації спільної роботи зі створення й редагування зображень і документів, спілкування в реальному часі. Вона забезпечує скорочення витрат навчального часу, необхідного для виконання роботи, що сприяє інтенсифікації освітнього процесу, візуалізацію та ілюстрацію досліджуваного математичного змісту, оперативний зворотний зв'язок, контроль, самоконтроль і корекцію, залучення до активної роботи більшості учнів, збільшення частки самостійної навчальної діяльності [1, с. 69].

У професійній діяльності педагога онлайн-дошки використовуються як:

- середовище зберігання матеріалів;
- платформа для планування та звітності;
- віртуальна екскурсія;
- засіб презентації напрацювань;
- інструмент для проведення віртуального уроку;
- віртуальна класна кімната, учительська тощо [8, с. 5].

Розглянемо особливості використання деяких віртуальних дошок для проведення дистанційного уроку, а саме CleverMaths, Whiteboard.fi та GeoGebra.

CleverMaths – це програмне забезпечення, що надає користувачу можливість ефективного проведення уроку. Нажаль, програмний продукт не підтримує українську мову. Сутність даного засобу полягає в тому, що вчитель має змогу вийти на зв'язок з учнями із застосуванням віртуальної дошки для проведення уроку в реальному часі. Для зручності також доступні функції запису екрану та його знімок, що можуть бути передані учням. CleverMaths дає доступ до гуманітарної, хімічної, фізичної та математичної дошок.

За допомогою CleverMaths користувач має можливість писати ручкою, вводити друкований текст, будувати лінії, відрізки, ламані, додавати на дошку різні геометричні фігури, як з планіметрії, так і стереометрії.

Даний програмний засіб надає доступ до різних математичних інструментів: косинців, лінійки, транспортира, циркуля, системи координат, графіків функцій, формул розпізнавання та калькулятора.

Розглянемо побудову графіка функції. Для цього необхідно за допомогою формул розпізнавання ввести наступну формулу:  $f(x) = \frac{2x-1}{x^2-4}$ , у результаті чого побудується функція, зображена на рисунку 1.

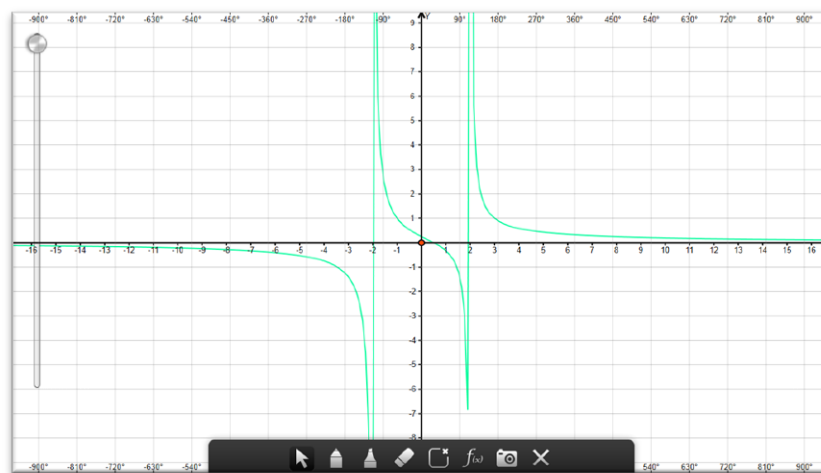


Рис. 1. Функція на дошці CleverMaths

Whiteboard.fi – це онлайн-сервіс, який можна використовувати для малювання, написання тексту, коментування зображень, вирішення математичних завдань. Після створення нового класу вчителем, система генерує код та створює посилання, за допомогою якого учні можуть до нього приєднатися. Кожен учень має доступ до індивідуальної дошки, має змогу працювати на ній, бачити дошку вчителя та має можливість скопіювати її. Учитель отримує огляд усіх учнів і може стежити за роботою кожного з них у режимі реального часу. Whiteboard.fi має безкоштовну та платну версію, що додає додаткові можливості користувачу. Онлайн-продукт не підтримує українську мову, проте, використовуючи браузер Google Chrome, здійснюється автоматичний переклад дошки.

Математичний редактор дозволяє вставляти математичні символи, вирази та рівняння за допомогою візуального інтерфейсу та математичної клавіатури. Дошка надає доступ до математичних інструментів: рівнянь, графіків, кутів, кругової діаграми, лінійки та транспортира. Лінійний та формувальний редактори дозволяють зобразити різні геометричні фігури. Даний онлайн-ресурс надає можливість зберегти кожну сторінку учня у форматі PDF. У платній версії вчитель може здійснювати корективи на дошці учня, малювати, робити виправлення та помітки, написати коментар власнику дошки.

Зобразимо графік функції  $f(x) = \frac{2x-1}{x^2-4}$  на дошці Whiteboard.fi. Для цього необхідно за допомогою математичного інструмента Графіка записати формулу. В результаті отримуємо функцію, зображену на рисунку 2.

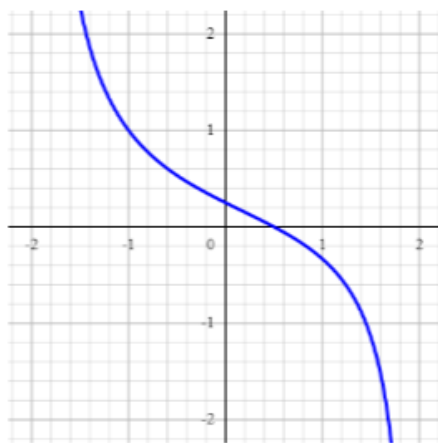


Рис. 2. Функція на дошці Whiteboard.fi

GeoGebra – це динамічне безкоштовне програмне забезпечення математики, яке поєднує геометрію, алгебру і математичний аналіз. З іншого боку, даний ресурс може бути хмарним сервісом, оскільки може використовуватися в онлайн-режимі, в якому передбачається опрацювання даних онлайн, перегляд іншими користувачами створеного навчального контенту [6, с. 52].

Таким чином, GeoGebra має онлайн, десктопний та мобільний варіанти, що урізноманітнює роботу з цим програмним забезпеченням [5, с. 43]. GeoGebra підтримує українську мову.

За допомогою GeoGebra можна будувати різні графіки функцій на площині, плоскі й об'ємні геометричні фігури, знаходити точки перетину, виконувати велику кількість обчислювальних дій, знаходити похідні й інтеграли від елементарних функцій і поліномів тощо [4, с. 162]. Також GeoGebra надає можливість створення динамічних («живих») креслень для використання на різних рівнях навчання. Інтерфейс програми простий та зрозумілий, що надає потужні можливості для здійснення обчислень [7, с. 147]. GeoGebra дозволяє візуалізувати математику, проводити експерименти і дослідження під час розв'язування математичних завдань не тільки геометричного характеру [5, с. 43]. Крім того, програма надає широкі можливості для роботи з функціями (побудова графіків, обчислення коренів, екстремумів, інтегралів тощо) за рахунок команд вбудованої мови, використовуючи яку можна керувати і геометричними побудовами [2, с. 25]. GeoGebra надає можливість зберегти дошку на ПК у різних форматах, роздрукувати, зберегти розроблений матеріал на GeoGebra акаунті, де його зможуть переглянути інші користувачі онлайн-сервісу.

Команди в системі динамічної математики згруповані за призначенням. Сервіс GeoGebra надає доступ до таких програмних продуктів, які безпосередньо можна використовувати і як web-ресурс:

- «Калькулятор Сюїта» – загальна версія програмного продукту, яка надає доступ до таких різновидів віртуальних дошок: графічний калькулятор, 3D калькулятор, Геометрія, СКА калькулятор та Ймовірність;
- «Графічний калькулятор», що використовується для побудови графіків функцій, рівнянь, побудови прямих, променів, векторів, зображення функцій від руки та ін;
- «3D калькулятор» – побудова 3D об'єктів: геометричних фігур, графіків;
- «Геометрія» – побудова різних геометричних тіл за допомогою наявних інструментів;
- «GeoGebra Класична 6» – пакет програм, що надають доступ до всіх наявних в GeoGebra функцій та інструментів;
- «GeoGebra Класична 5» - пакет програмного забезпечення, що надають доступ до всіх наявних в GeoGebra функцій та інструментів у разі завантаження на ПК;
- «СКА калькулятор» – розв'язування різноманітних рівнянь, виразів, знаходження похідних та інтегралів.

Для побудови графіка функції  $f(x) = \frac{2x-1}{x^2-4}$  використаємо графічний калькулятор, в результаті отримаємо наступне зображення даної функції (рис. 3).

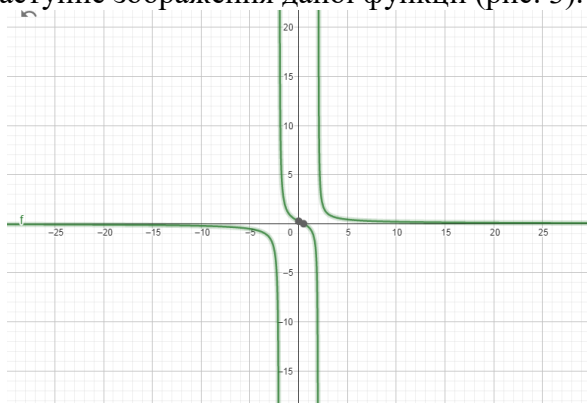


Рис. 3. Функція на дошці GeoGebra

Таким чином, варто зазначити спільні риси даних сервісів: безкоштовність; висока якість розробки; відсутність реклами; адаптивний дизайн; простота та зручність користування; відсутність доступу до дошки вчителя.

Відмінності даних віртуальних дошок досить помітні, CleverMaths надає більше можливостей та інструментів, проте лише для вчителя. Whiteboard.fi дозволяє працювати в колективі, надає кожному учаснику власну сторінку для роботи, а вчителю - можливість спостерігати та оцінювати учнів, чого не дозволяє дошка CleverMaths. GeoGebra, як CleverMaths, також надає лише можливість спостерігати за роботою вчителя, не забезпечуючи учнів власними сторінками. Функції та інструменти даного програмного засобу призначені для виконання різного роду математичних завдань. Варто зазначити, що CleverMaths – це педагогічне програмне забезпечення, Whiteboard.fi – онлайн сервіс, а GeoGebra має як онлайн-варіант, так і десктопний та мобільний. Лише даний досліджуваний ресурс має підтримку української мови.

Для прикладу застосування віртуальної дошки розв'яжемо графічно рівняння:  $|x-1| = |x+1|^2$ .

За допомогою дошки GeoGebra побудуємо графік функції  $y = |x-1|$  та графік функції  $y = |x+1|^2$  (Рис. 4).

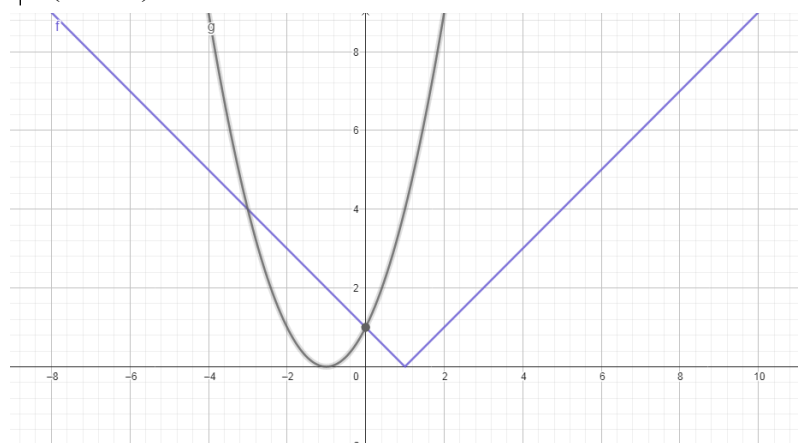


Рис. 4. Графічний розв'язок рівняння

Графіки перетинаються в точці (0; 1), та (-3; 4), тому розв'язком рівняння є  $x = 0$  та  $x = -3$ .

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Таким чином, використання віртуальних дошок CleverMaths, Whiteboard.fi та GeoGebra на уроках

математики – це лише один із засобів, що дозволяє активізувати пізнавальну діяльність, візуалізувати навчальний матеріал, підвищити мотивацію учня до навчання, створити умови для підвищення ефективності уроку, залучити учнів до навчального процесу, створити можливість доступу до нової інформації під час дистанційного навчання. Іншими словами, в епоху інформаційної революції візуалізація стає провідною стратегією у використовуваних технологіях навчання.

Віртуальні дошки доцільно використовувати у практичній діяльності педагога як для дистанційного, так і безпосередньо для очного навчання. Однак виникає питання, чи готові сучасні вчителі до активного впровадження інтерактивних онлайн-дошок на власних уроках математики, чи розуміють доцільність використання даних ресурсів та чи мають бажання їх застосовувати. Тож перспективою подальшого наукового дослідження є перевірка готовності вчителів до застосування віртуальних дошок.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES**

1. Козир, М. В., Павлюк, О. А. (2018). Формування мотивації старшокласників до вивчення математики у процесі застосування ІКТ. Педагогічна освіта: теорія, практика. Психологія. Педагогіка. Київ : Київський університет ім. Б. Грінченка, 30, 66–72. (Kozyr, M. V., Pavlyuk, O. A. (2018). Formation of motivation of high school students to study mathematics in the process of using ICT. Pedagogical education: theory, practice. Psychology. Pedagogy. Kyiv: Kyiv University named after Bogdan Grinchenko, 30, 66–72).
2. Лазар, В. Ф., Шкирта І. М. (2019). Інноваційні інформаційні технології у навчанні математичних дисциплін. Міжнародний науковий журнал «ОСВІТА І НАУКА», 2(27), 22–28. (Lazar, V. F., Shkirta, I. M. (2019). Innovative information technologies in the teaching of mathematical disciplines. International scientific journal «EDUCATIONAL AND SCIENCE», 2(27), 22–28).
3. Медяний, Р. М. (2015). Використання інформаційно-комунікаційних технологій на уроках математики. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми, 41, 104–108. (Medyany, R. M. (2015). Use of information and communication technologies in mathematics lessons. Modern information technologies and innovative teaching methods in training specialists: methodology, theory, experience, problems, 41, 104–108.);
4. Огнівчук, Л. М. (2015). Використання flash-технологій і java-апплетів в електронному навчальному курсі з елементарної математики. Інформаційні технології і засоби навчання, 4(48), 158–165. (Ognivchuk, L. M. (2015). The use of flash technologies and java-applets in an electronic educational course on elementary mathematics. Information technologies and teaching aids, 4(48), 158–165).
5. Осадча, К. П. (2017). Тьюторський супровід навчання математики засобами інформаційно-комунікаційних технологій. Інформаційні технології і засоби навчання, 5(61), 36–49. (Osadcha, K. P. (2017). Tutor support for learning mathematics by means of information and communication technologies. Information technologies and teaching aids, 6(61), 36–49).
6. Семеніхіна, О. В., Друшляк, М. Г., Хоростін, Ю. В. (2019). Використання хмарного сервісу GeoGebra у навчанні майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін. Інформаційні технології і засоби навчання, 5(73), 48–66. (Semenikhina, O. V., Drushlyak, M. G., Khorostin, Y. V. (2019). The use of the GeoGebra cloud service in the training of future teachers of natural and mathematical disciplines. Information technologies and teaching aids, 5(73), 48–66).
7. Сердюк, З. О., Васюк А. С. (2020). Використання хмарних технологій на уроках математики в старшій школі. Актуальні питання природничо-математичної освіти, 1(15), 141–150. (Serdyuk, Z. O., Vasyuk, A. S. (2020). Using cloud technologies in high school mathematics lessons. Actual issues of science and mathematics education, 1(15), 141–150).
8. Он-лайн-дошка в освітньому процесі : Методичні рекомендації, І. О. Смирнова (укл.). (2018). Суми. Режим доступу: <https://u.to/IxIfHw>. (Online blackboard in the educational process : Guidelines, I. O. Smirnova (Comp.). (2018). Sumy. Retrieved from: URL <https://u.to/IxIfHw>).

9. Швачич, Г. Г., Толстой, В. В., Петречук, Л. М., Иващенко, Ю. С., Гуляєва, О. А., Соболенко, О. В. (2017). Сучасні інформаційно-комунікаційні технології. Дніпро: НМетАТ. (Shvachych, G. G., Tolstoy, V. V., Petrechuk, L. N., Ivashchenko, Y. S., Gulyaeva, O. A., Sobolenko, O. V. (2017). Modern information and communication technologies. Dnipro: HMetAT).

**Shabanova L. M. Use of virtual boards during the study of functions in a school mathematics course.**

*Summary.* Today, society actively applies modern technological achievements of science in many areas of activity, in particular in education, but not all their possibilities have been analyzed and applied. The purpose of the article is to consider the features of the use of ICT in mathematics lessons in institutions of general secondary education on the example of CleverMaths, Whiteboard.fi and GeoGebra virtual boards. In the course of the research, theoretical and empirical methods were used: analysis of methodical literature, publications of domestic periodicals on the researched problem, study of educational resources, comparative analysis was used to clarify the similarities and differences between CleverMaths, Whiteboard.fi and GeoGebra, systematization and generalization to formulate conclusions.

The article notes the essence of the concept of virtual boards as a component of information and communication technologies, ways of their application in the educational process. Features of the practical application of the CleverMaths program, Whiteboard.fi and GeoGebra online services in the school mathematics course during distance learning are shown. Graphs of functions were constructed with the help of various tools and a comparative analysis of the characteristic features of online whiteboards was carried out, as a promising direction for the modernization of the educational process. The results of the research can be used by teachers to use software tools in mathematics lessons.

Virtual whiteboards are one of the means of visualization and activation of the educational activity of institutions of general secondary education. It is advisable to use virtual boards in the practical activities of the teacher both for distance learning and directly for face-to-face learning. However, the question arises whether modern teachers are ready to actively implement interactive online boards in their own mathematics lessons, whether they understand the feasibility of using these resources and whether they have the desire to use them. In further studies, it is planned to check the readiness of teachers to use virtual boards in their pedagogical activities in mathematics lessons.

**Key words:** information and communication technologies, virtual whiteboard, software, teaching mathematics, function, graph, CleverMaths, Whiteboard.fi, Geogebra.

РОЗДІЛ 5. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИЙ СУПРОВІД РОЗВИТКУ  
ТВОРЧОЇ ОСОБИСТОСТІ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН  
ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ

УДК 373.2.015.32:304.35]:373.2,064.1

DOI 10.5281/zenodo.8032252

С. М. Кондратюк

ORCID ID 0000-0002-3850-6731

Н. М. Павлушенко

ORCID ID 0000-0002-7010-816X

Сумський державний педагогічний  
університет імені А.С. Макаренка

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗДОРОВ'ЯЗБЕРЕЖУВАЛЬНОГО ВИХОВАННЯ ДІТЕЙ  
СТАРШОГО ДОШКІЛЬНОГО ВІКУ У СПІВПРАЦІ ЗАКЛАДУ ДОШКІЛЬНОЇ  
ОСВІТИ І РОДИНИ

*Негативні тенденції щодо рівня здоров'я дітей в Україні активізували значення здоров'язбережувального виховання підростаючого покоління. У статті висвітлено дослідження здоров'язбережувального виховання дітей старшого дошкільного віку у співпраці закладу дошкільної освіти і родини. Нами використовувались такі методи науково-педагогічного дослідження: теоретичні – аналіз психолого-педагогічної літератури, узагальнення передового педагогічного досвіду; емпіричні – педагогічне спостереження, бесіди, анкетування, вивчення й узагальнення досвіду спільної роботи вихователів і батьків; статистичні – математична обробка здобутих даних. З метою визначення сучасного стану здоров'язбережувального виховання дітей старшого дошкільного віку у спільній діяльності родин з закладом дошкільної освіти проведено констатувальний етап експериментального дослідження, у ході якого з'ясувалось, що вихователі закладу дошкільної освіти мають достатній рівень знань з методик здоров'язбереження і впевнені в тому, що взаємодія дошкільного закладу і родини у цьому процесі має бути обов'язковою. У той час як батьки не приділяють достатньої уваги дотриманню складових здорового способу життя дітей через власну непідготовленість та нерозуміння цінності здорової поведінки.*

*У ході формування експерименту ми врахували необізнаність батьків щодо процесу здоров'язбережувального виховання їхніх дітей. Особливе значення надавалося батьківським конференціям, головною метою яких був обмін досвідом у здоров'язбережувальному вихованні дітей старшого дошкільного віку. Також розроблено перелік спільних заходів щодо здоров'язбережувального виховання дітей у дошкільному закладі та в родині. Широко використовувався метод відвідування родини дитини. Вихователями проводились індивідуальні і колективні бесіди з батьками.*

*Статистичні дані експериментальної роботи засвідчили, що запропоновані форми і методи взаємодії закладу дошкільної освіти і родини у процесі здоров'язбережувального виховання дітей старшого дошкільного віку підвищили рівень знань батьків і старших дошкільників щодо формування здорового способу життя у родині та покращили стан здоров'я дітей. Перспективним дослідження вбачаємо у взаємодії родини і початкової школи у використанні здоров'язбережувальних технологій для збереження здоров'я дітей молодшого шкільного віку.*

**Ключові слова:** діти старшого дошкільного віку, здоров'язбережувальне виховання, родина, заклад дошкільної освіти, співпраця.

**Постановка проблеми.** Стан здоров'я зростаючої генерації є інтегральним показником суспільного розвитку, відображенням його соціально-економічного, екологічного і

морального благополуччя, могутнім фактором впливу на економічний, науковий, культурний, обороноздатний потенціал країни. Це питання закладено у таких державних документах, як Закон «Про освіту», Державних національних програмах «Освіта» (Україна XXI століття) та «Діти України», Законах «Про дошкільну освіту», «Про охорону дитинства», основним завданням яких є створення оптимальних умов для фізичного, психічного, соціального і духовного розвитку дітей, формування гармонійно розвиненої особистості, виховання громадянина здатного до повноцінної життєдіяльності у всіх сферах виробництва, науки і культури (Базова програма розвитку дитини дошкільного віку «Я у Світі», 2008).

Статистика свідчить, що упродовж останніх десяти років демографічна ситуація в Україні так і не покращилася, вона ускладнюється. Поглиблює кризу нездоровий індивідуальний спосіб життя як дітей так їх батьків. За даними наукових досліджень, зросла кількість молодих батьків, що мають шкідливі звички, у результаті чого багато дітей народжуються з послабленим здоров'ям та вадами. Глибинна деградація може вплинути на генофонд українського народу. Таким чином, з кожним роком все більш актуальною стає проблема не тільки фізичного здоров'я дітей, мають місце й різні ураження нервової системи, внаслідок чого значна кількість старших дошкільників відчують постійні труднощі у формуванні елементарних знань (Горашук, 2004).

**Аналіз актуальних досліджень** У сучасній вітчизняній науці різнобічно досліджено феномен здоров'я, розкрито гармонійну єдність фізичної, духовної та психосоціальної його сфер, визначено чинники становлення і розвитку здоров'я особистості. Зокрема, питанням охорони, збереження і зміцнення здоров'я дітей присвячено роботи Т. Андрющенко, Н. Денисенко, О. Дубогай, М. Зуболій, Н. Лисенко, Л. Лохвицької, З. Плохій та інших. Щодо формування здорової особистості в період дошкільного дитинства фундаментальними є праці І. Беха, В. Бутенко, О. Кононко, В. Кузьменко, С. Кулачківської. Зважаючи на негативні тенденції щодо показників стану здоров'я дітей, проблема здоров'язбереження дошкільників стає все більш гострою, що вимагає серйозного педагогічного осмислення і вирішення. Поєднання спільних зусиль закладів дошкільної освіти і родини у збереженні та зміцненні здоров'я старших дошкільників є досить актуальним (Андрющенко, 2007; Дубогай, Мовчан, 2000; Зубалий, Закопайло, 2004; Лохвицька, 2007).

**Мета статті** полягає у теоретичному обґрунтуванні та експериментальному дослідженні здоров'язбережувального виховання дітей старшого дошкільного віку у співпраці закладу дошкільної освіти і родини.

**Виклад основного матеріалу.** Негативні тенденції щодо рівня здоров'я дітей у нашій країні активізували значення здоров'язбережувального виховання підростаючого покоління. Т. Андрющенко, доводить, що соціальне здоров'я суспільства, держави в цілому залежить передусім від виховної діяльності родини (Андрющенко, 2007).

На жаль, ще існує пасивна роль батьків у вихованні здорових дітей. Широка мережа закладів дошкільної освіти, закладів загальної середньої освіти, інститутів громадянського виховання призвели до того, що роль сім'ї у вихованні в цілому і формуванні здорового способу життя дітей, зокрема, була принижена. З батьків по суті зняли моральну відповідальність за виховання здорової дитини. У багатьох випадках родини через економічні умови, психолого-педагогічну неграмотність і безвідповідальність не переймаються вихованням дітей. Залишається також спроба з боку батьків перекласти весь процес виховання на соціальні державні інституції, що й породило проблеми в царині сімейного способу життя.

Проте, як стверджує Н. Вахняк: «Валеологічне / здоров'язбережувальне виховання у закладах дошкільної освіти відбувається лише в межах окремих заходів, які проводяться здебільшого епізодично і безсистемно, що зовсім не сприяє усвідомленню та узагальненню дітьми необхідних знань». Ще одним недоліком здоров'язбережувального виховання, на думку автора, є проведення занять з усією групою дітей та застосування репродуктивних методів у навчальному процесі. Вихователі мало використовують проблемно-пошукові методи, майже не проводять практично-дослідницьку роботу дітей,

що значно знижує ефективність здоров'язбережувального виховання. Ускладнює роботу вихователів і відсутність наочного матеріалу та методичного забезпечення (Вахняк, 2003).

Для забезпечення ефективності власної педагогічної діяльності вихователі дошкільної ланки освіти повинні навчитися обирати доцільні методики здоров'язбережувального виховання дітей, використовувати сучасні технології (руховий ігротренінг, фітбол-гімнастика, гідроаеробіка, художня гімнастика, рухова казкотерапія, пантомімічні етюди, рольове програвання ситуацій, тренінги, аутогенне тренування, психогімнастичні вправи, книготерапія, трудотерапія, музикотерапія, кольорова терапія, сміхотерапія, вітамінотерапія, морально-етичні бесіди, психотехнології і гімнастика почуттів, ігрові технології – «Дзвіночки совісті», «Квітка доброти», ігри-драматизації, ситуації морального вибору, прийоми ТРВЗ, засоби ознайомлення з родинними реліквіями). Добір здоров'язбережувальних знань для дошкільнят має відбуватися за такими критеріями: знання з валеології мають бути науково достовірними; здоров'язбережувальна інформація має відповідати пізнавальним можливостям дітей; валеологічний зміст має спрямовуватися на формування в дітей навичок піклування про своє здоров'я (Губанова, 2003). Нові знання повинні нести в собі необхідну життєво важливу інформацію і бути доступними для сприйняття дітьми. Дошкільники мають отримувати доступні для них знання про себе, своє тіло, функції організму. Теоретичний аналіз наукових джерел свідчить, що важливим є формування у дітей навичок здоров'язбережувального мислення, здатності прогнозувати результат своєї діяльності, поведінки. У процесі ознайомлення дошкільників з основами здоров'я важливо не обмежуватися лише наданням їм певного обсягу знань з даної тематики, а й розвивати у них прагнення до пізнавально-пошукової діяльності, вчити дітей спостерігати, оцінювати різноманітні життєві ситуації і робити власні висновки щодо доцільної з валеологічної точки зору поведінки. Кожен етап дитячої діяльності має бути насичений емоціями, почуттями і регулюватися певними мотивами. Отже, незважаючи на той факт, що в останні роки накопичено вагомий теоретичний матеріал і практичний досвід у сфері формування, збереження, зміцнення і відтворення здоров'я, нездоровий спосіб життя залишається досить поширеним як у дитячому віці так і у дорослого населення.

Родина завжди є важливою складовою частиною в процесі формування ідеального світу людини нового часу. При цьому немає окремого виховання сімейного і суспільного, тому що суспільство існує не відокремлено від родин, що його складають, а в них і через них. Ставши для дитини першим у її житті колективом, родина закладає й світогляд, мораль та естетичні смаки. Найперше осягнення малюком світу, сприймання дійсності відбувається через батьків. На дорослих постійно спрямована пильна дитяча увага, від якої не приховується жодне слово, діло чи риса характеру, а особливо те, на яких ідейних переконаннях формується життєва платформа. Кожна родина, як і людина, має свою долю. Бувають сім'ї однодітні, дво- й багатодітні, повні й неповні, заможні й малозабезпечені, а діти – рідні й прийомні, при рідних батьках й нерідних, напівсироти й сироти. Тож умови для родинного виховання дошкільнят складаються різні. Особливі труднощі виникають при вихованні дітей розлучених подружніх пар та сиріт при живих батьках.

Аналіз досліджуваної проблеми дозволив зупинитися на характеристиці різних типів сімей, як дисгармонійних так і гармонійних. Є багато класифікацій сучасний сімей, але ми зупинимось на двох головних типах – благополучна і неблагополучна. У благополучній сім'ї існує взаєморозуміння, взаємоповага між всіма її членами, спільність життєвої мети, позитивна моральна атмосфера, приблизно однакова оцінка різних життєвих ситуацій, спільність інтересів у багатьох сферах духовного життя, взаємопогодження, врахування спільних інтересів, розуміння душевних переживань іншого, психологічна підтримка, взаємна довіра, людяність, доброта, чуйність, раціональне співіснування. Для благополучної сім'ї характерними є такі ознаки: однакові особисті проблеми і поняття; бажання прислухатися один до одного, допомагати один одному; розподіл відповідальності згідно з віком, можливостями кожного; кожен член родини відповідає за

моральну поведінку; наявність цінностей і переконань у сімейному житті; повага до прав кожного на особисте життя, незалежні думки та дії; розвиток традицій шляхом об'єднання різних поколінь і ведення генеалогічних записів; бажання розмовляти між собою, особливо за їжею; схвалення розвитку дружніх стосунків і одержання вражень поза сім'єю; протистояння сімейним проблемам відкрито та коли це необхідно (Ковтун, 1981).

Стосовно поняття «неблагополучна сім'я» існує низка трактувань та використовуються різні терміни, зокрема: «неблагополучна сім'я», «функціонально неспроможна сім'я», «конфліктна сім'я», «кризова сім'я», «аморальна сім'я», «асоціальна сім'я», «сім'я, яка перебуває в складних життєвих обставинах» тощо. Найбільш типовими є такі визначення «неблагополучної сім'ї»: «неблагополучна сім'я» – це така, яка в силу об'єктивних або суб'єктивних причин втратила свої виховні можливості; це такий соціальний осередок суспільства, в якому система взаємозв'язків і взаємодій між членами побудована на аморальній і протиправній основ (Андрущенко, 2007; Дубогай, Мовчан, 2000; Ковтун, 1981). Тому вкрай важливо дослідити можливості родини у співпраці з закладом дошкільної освіти прищепити дітям навички здорового способу життя та здоров'язбереження.

З метою визначення сучасного стану здоров'язбережувального виховання дітей старшого дошкільного віку в родині нами було проведено експериментальне дослідження, в якому брали участь 20 дітей та 15 батьків, у ході якого використовувались наступні методи: спостереження за навчально-виховним процесом, бесіди з дітьми, батьками, вихователями, анкетування. Експериментальне дослідження проходило у кілька етапів: спочатку було проведено первинне анкетування батьків та опитування дітей (констатувальна фаза експерименту). У подальшому діти були поділені на дві основні групи: контрольна група (10 осіб) та експериментальна (10 осіб). Опитування вміщувало 5 запитань, при складанні якого враховувався вік дітей. Метою опитування було виявлення дотримання дітьми норм та складових здорового способу життя. Так, на запитання дітям «Чи часто треба мити руки?» було отримано наступні відповіді: близько 10 разів у день – 26% дітей, тільки перед їжею й після туалету – 63% дітей, якщо сильно забрудню – 11%. Отже, можемо стверджувати, що більшість дітей не достатньо розуміють сутність особистої гігієни. На запитання «Скільки разів ти чистиш зуби?» ми отримали наступні відповіді: 77% дітей відповіли – 2 рази на день, 21% – 1 раз; взагалі не чистять – 2%. На запитання «Як часто ти робиш ранкову зарядку?» відповіді були: щодня – 41%, коли забажають батьки – 22%, ніколи – 37%. Такі відповіді свідчать, що батьки (22%) майже не звертають уваги на таку важливу складову як фізичне здоров'я. На запитання «Як часто ти вживаєш солодке?» отримали наступні відповіді: на свята – 67% дітей, майже щодня – 16%, коли й скільки захочу – 17%. Отже, більша половина дітей правильно розуміє шкоду частого вживання в їжу солодошів, але й достатньо велика кількість дітей, які не усвідомлюють значення правильного харчування. На питання «Скільки разів у день ти їси сирі фрукти й овочі?» були отримані такі відповіді: 2-3 рази – 27%, 1 раз – 44%, жодного разу – 29%. Отже, значна кількість дітей вживає щодня сирі фрукти й овочі дітей, і це є показником розуміння батьками цінності вітамінізованої їжі у раціоні дітей.

Анкетування батьків з проблеми проводилося з метою визначення способу життя у родині, зокрема висвітлювалися питання щодо розпорядку дня, заняття ранковою гімнастикою та спортом, самопочуття дитини, можливості активно рухатися на свіжому повітрі. У результаті обробки анкетних даних встановлено: 68% батьків констатували, що ранковий підйом у дитини відбувається о 7 годині ранку або навіть пізніше – 15% опитаних (до садочку діти повинні прийти о 8 годині). Відповідно для ранкової гімнастики та вранішньої гігієни часу залишається недостатньо; ранкову зарядку постійно виконує тільки 12% дітей, іноді виконують вранішню гімнастику 21%. Відповіді, що вважають це зайвим надали 7% батьків (за результатами подальшої бесіди ці батьки цілком поклалися на заняття фізкультурою в садочку, вважаючи, що заклад дошкільної освіти має повністю задовольняти потреби дитини в русі); систематично загартовують дітей лише 1,5% опитаних (1 особа), 20% – «іноді», в подальшій бесіді було виявлено, що

основна форма загартування – купання у водоймах у літній період. Проти загартування висловилося 27% опитаних. У подальшій бесіді ці батьки відзначили хворобливість дитини, через що, на їх думку, загартовуючи процедури можуть лише зашкодити; дома снідають 40% учнів, у садочку – майже 50%. У результаті бесіди було виявлено, що найбільш поширеним сніданком є чай або какао з булкою. Крім цього, більшість батьків не контролюють за браком часу вранці систематичність сніданку; загальна більшість батьків (75%) відзначила, що дорога до садочку потребує 15-20 хвилин, 50% – добираються міським транспортом; аналіз відповідей на подальші запитання показав, що батьки занадто мало цікавляться вільним часом своїх дітей, на перегляд телепередач дитина витрачає біля 2 годин 29%, більше 2 годин – 11% та більше двох годин 52% опитаних; секції, гуртки відвідують 36% дітей, причому спортивного спрямування – лише 7%; переважна більшість батьків також зазначили наявність хворобливих станів у дитини: головний біль (26%), запаморочення (2%), розлади сну (61%); настроїв дітей також викликає занепокоєння: плаксивість спостерігається у 10%, вередливими є 44%, часто перебувають у поганому настрої 26% та апатичними є 19% дітей. Також нами було проведено анкетування серед вихователів з метою визначення стану необхідності формування здорового способу життя дошкільників. З'ясувалося, що вихователі закладу дошкільної освіти мають достатній рівень знань з методик здоров'язбереження і впевнені в тому, що взаємодія дошкільного закладу і родини у цьому процесі має бути обов'язковою. Таким чином, можна констатувати, що батьки не приділяють достатньої уваги дотриманню складових здорового способу життя дітей через власну невідповідність та нерозуміння цінності здорової поведінки. На нашу думку, ще однією причиною такого стану є відокремлення способу життя батьків від способу життя дітей, крім того спосіб життя самих батьків не завжди відповідає нормам здорового.

Тому вважаємо, що на сучасному етапі розвитку дошкільної освіти проблеми родинного виховання не можна відокремлювати від дошкільної освіти. Важливо, щоб батьки, педагоги у різних життєвих ситуаціях давали дітям право на елементарні форми самовизначення. Дорослий спрямовує активність дітей, залучає їх до різних видів діяльності. Спільні вимоги батьків та педагогів мають створити підґрунтя для збереження здоров'я дитини. Як зазначає Л. Лохвицька: «Важливу роль у формуванні основ валеологічного виховання дітей відіграє сім'я. Здоров'язбережувальне виховання в родині повинно бути систематичним і постійним». На нашу думку, головним помічником у цьому процесі може стати співпраця з вихователем. Роль вихователя полягає у інформуванні батьків про анатомо-фізіологічні та психологічні особливості дітей старшого дошкільного віку, про необхідність спільної діяльності ЗДО і родини у вихованні здорової дитини, про важливість позитивного прикладу батьків у веденні здорового способу життя (Лохвицька, 2007). Саме тому батькам потрібно тримати постійний зв'язок із закладом дошкільної освіти, бо саме єдність цілеспрямованих зусиль вихователів і родини забезпечує успішне здоров'язбережувальне виховання дітей. Щоб досягти цієї мети, батьків потрібно насамперед ознайомити із загальними особливостями розвитку дітей, їх фізіологічними та психологічними особливостями, з вимогами, які ставить дошкільний заклад та допомогти їм знайти найефективніші як традиційні так і нетрадиційні форми здоров'язбереження дітей. До традиційних форм роботи відносять: бесіди; консультації; батьківські збори; папки-пересувки; анкетування; дні відкритих дверей; родинні свята. До нетрадиційних відносять: родинний міст; дні довіри; день добрих справ; батьківська школа; клуб молодих батьків.

У ході формувального експерименту ми врахували необізнаність батьків щодо процесу здоров'язбережувального виховання їхніх дітей у дошкільному закладі. Для покращення санітарно-гігієнічних умов життя дитини, ми знайомили батьків з найбільш оптимальними умовами перебування дитини вдома. Куточки для батьків організовувалися з метою інформування батьків. Це були добірки книг, журналів. Особливе значення надавалося батьківським конференціям, головною метою яких був обмін досвідом у

здоров'язбережувальному вихованні дітей старшого дошкільного віку. До виступів залучали батьків, в родинях яких пріоритетним є здоровий спосіб життя. Також нами було розроблено перелік заходів щодо здоров'язбережувального виховання дітей у садочку та в родині. Нами рекомендувалося виконувати ранкову гігієнічну гімнастику з елементами загартовування, але наголошувалося на недосконалому температурному стану організму дітей з метою запобігання переохолодження. У процесі навчання дітей комплексів вправ та виконання ранкової гімнастики ними засвоювалися знання, уміння, навички з фізичного виховання та гігієни. Гімнастичні вправи контролювалися батьками і виконувалися разом з дітьми. Зрозуміло, що такий стан не може не відбитися на рівні особистого фізичного стану здоров'я не лише батьків, а й самих дітей. Тому ми організували всеобуч для батьків. Для них були запропоновані спеціальні пам'ятки з виконання дітьми вправ ранкової гігієнічної гімнастики.

Метод відвідування родини дитини найпоширеніший. Проте останнім часом його майже не використовують. Плануючи відвідування родини вихователь передусім ставить на меті ближче познайомитися з батьками, усіма членами родини, побачити її у звичайних, домашніх умовах, перевірити свої припущення щодо психологічного клімату, в якому живе дитина. Обов'язковою умовою було попередження сім'ї про візит вихователя, узгодження дня і часу відвідин. У ході такої зустрічі вихователь дізнавався у батьків, як вони виховують у дитини необхідні навички та вміння (умиватись, акуратно їсти, одягатись, прибирати за собою іграшки тощо); чи показують батьки на своєму прикладі, як це потрібно робити, чи звертає дитина увагу на те, як це роблять інші; чи хвалять дитину вдома, чи заохочують зусилля, старанність дитини; чи дають оцінку результатам діяльності дитини. Унаслідок візиту до родини вихователь отримує уявлення про матеріальне та духовне благополуччя сім'ї, про рівень знань батьків у сфері здоров'язбережувального виховання. Саме в родині створюються найсприятливіші умови для психічного, фізичного, духовного і розумового розвитку дитини. Позитивним є і те, що батьки мають у дітей старшого дошкільного віку великий авторитет. Також, ми запропонували для батьків здоров'язбережений порадник, який допоможе їм краще піклуватися про здоров'я своєї дитини. Отже, вважаємо, що до особливостей здоров'язбережувального виховання дітей старшого дошкільного віку в родині відноситься дотримання родиною здорового способу життя і включення старших дошкільників у цей процес, але з урахуванням специфіки анатомо-фізіологічного та психічного розвитку дитини.

Як вже зазначалось, важливе місце в роботі з батьками посідають консультації. Це одна з форм роботи, за допомогою якої успішно здійснюється диференційований підхід до родин. Індивідуальна форма роботи з батьками включає консультації вихователя за наступними напрямками: допомога батькам при формуванні комплексу ранкових вправ дитини; профілактика порушень постави та плоскостопості; консультації щодо можливих екскурсій та місць спільного активного відпочинку дітей з батьками; надання методичної та наукової літератури щодо валеологічного спрямування; охорона життя та здоров'я старшого дошкільника. Індивідуальні консультації проходять поза графіком, тобто за потребою при виникненні питань у ході життєдіяльності дитини. Ініціатором проведення таких консультацій можуть бути як педагоги, так і батьки. Виховні можливості консультацій розкриваються лише при використанні їх у комплексі всієї роботи з родиною. Консультації корисні тоді, коли в них зацікавлені батьки, ось чому потрібно радитися з ними щодо тематики та форм проведення консультацій.

Індивідуальна форма роботи включає також, анкетування і опитування. Батькам необхідно пояснити, з якою метою проводиться анкетування, для чого потрібні вихователю ті чи інші знання про життя дитини в родині, слід також одночасно порадити, над чим варто працювати, на що звертати увагу батькам. Тематику анкетування можуть бути: здоров'я вашої дитини; безпека дитини в побуті; емоційне благополуччя дитини в групі та ін. Особливість цієї форми роботи – активна участь у бесіді батьків і педагогів, що дає можливість педагогу впливати на батьків. Бесіда з батьками – найбільш доступна,

поширена форма встановлення взаємозв'язку педагога з родиною, його систематичного спілкування з батьками дитини, членами родини. Тематика проведення бесід із батьками: залучення дітей до активного життя в родині засобами трудового виховання; комп'ютер і дитина: за і проти; зростає дитина; значення режиму дня; як уникнути небезпеки. Орієнтовні теми бесід для дітей: чому люди хворіють; ранкова гімнастика й чому необхідно рухатися; загартування; корисна їжа та вітаміни шлях до здоров'я.

Колективна форма роботи здоров'язбережувального виховання батьків і дошкільного закладу включає: колективні консультації; батьківські збори; свята і розваги; виставки. Колективні консультації проводяться систематично протягом усього навчального року і мають на меті надати батькам ті чи інші знання. Консультації не тільки дають знання, вони проводяться з метою заохотити батьків працювати разом із вихователями, вирішуючи окремі педагогічні проблеми. Також з батьками доцільніше буде проводити психолого-педагогічні консультації за такими темами: яке взуття краще носити дитині? яку роль у вихованні дитини відіграють емоції? як слід стежити за зубами дитини та з якого віку її показувати стоматологу? як впливає на здоров'я дитини низька вологість повітря в опалювальному приміщенні?

На початку навчального року в кожній віковій групі вихователь на батьківських зборах обговорює з батьками проблеми розвитку, навчання, виховання дитини в дошкільному закладі відповідно до віку дитини. Отриманні знання і поради від вихователя дають можливість батькам спостерігати за життєдіяльністю дитини в дошкільному закладі, у вільній бесіді обговорити педагогічні проблеми, це єднає колектив батьків і педагогів, позитивно позначається на взаєминах дитячого закладу і родини.

Орієнтованою тематикою батьківських зборів дітей старшого дошкільного віку здоров'язбережувального спрямування є: профілактика дитячого травматизму восени; профілактика дитячого травматизму влітку; профілактика дитячого травматизму взимку; профілактика дитячого травматизму на весні; єдність вимог закладу дошкільної освіти і родини – основна умова здоров'язбереження дитини.

Статистична обробка експериментальних даних після формувального етапу дослідження засвідчила збільшення контролю батьків за вільним часом дітей: 70% опитаних батьків експериментальної групи зазначили, що діти стали проводити на свіжому повітрі більше 3 годин, 68% – привчили дитину дивитися телевізор чи гратися в комп'ютерні ігри не більше години у день. У дітей експериментальної групи покращилося самопочуття та настрої: на головний біль скаржилися всього 4% дітей, запаморочення не було відзначено у жодної дитини, від розладів сну потерпають лише 8% дітей. Суттєво зменшилася плаксивість (2%), вередливість (4%), апатичними своїх дітей назвати не може жодний з батьків цієї групи, поганий настрій спостерігається у 6% дітей. У контрольній групі почастишали скарги на головний біль (32%), розлади сну (70%), капризність (66%), апатію (38%).

Результати анкетування батьків експериментальної групи показали, що систематичним загартуванням займаються 15% дітей, ще 70% роблять епізодично. Висловлювань щодо недоцільності загартування зафіксовано не було. В контрольній групі систематичне загартування не практикує жодна сім'я, 30% вважають плавання у водоймах та у басейні епізодичним загартуванням. 21% відповіли проти загартування взагалі. 80% дітей експериментальної групи стали снідати вдома, при чому батьки контролювали систематичність сніданку. У контрольній групі лише 58% мають повноцінне ранкове харчування. 64% дітей експериментальної групи стали діставатися до дитячого садочку пішки, в контрольній групі ситуація не змінилася – 50% їздять на міському транспорті.

Отже, результати формувального експерименту свідчать про ефективність запропонованих форм і методів взаємодії закладу дошкільної освіти і родини у процесі здоров'язбережувального виховання дітей старшого дошкільного віку.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Проведене дослідження дозволило стверджувати, що спільна діяльність закладу дошкільної освіти і родини має максимальну можливість збереження здоров'я дитини старшого дошкільного віку. Результати

проведеної експериментальної роботи засвідчили, що запропоновані форми і методи взаємодії закладу дошкільної освіти і родини у процесі здоров'язбережувального виховання дітей старшого дошкільного віку підвищили рівень знань батьків і старших дошкільників щодо формування здорового способу життя у родині. Провідна роль такого процесу належить вихователям, як більш обізнаним суб'єктам здоров'язбережувального виховання дітей.

Перспективним вбачаємо дослідження взаємодії родини і початкової школи у використанні здоров'язбережувальних технологій для збереженні здоров'я дітей молодшого шкільного віку.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Андрющенко, Т. (2007). Формування ціннісного ставлення до власного здоров'я в дітей старшого дошкільного віку (дис. канд. пед. наук : 13.00.08). Київ. (Andryushchenko, T. (2007). Formation of a value attitude to one's own health in older preschool children. (PhD thesis). Kyiv).
2. Базова програма розвитку дитини дошкільного віку «Я у Світі». Київ: Світич (2008). (The basic program of preschool child development "I am in the World". Kyiv: Svitych (2008)).
3. Вахняк, Н. В. (2003). Нові виміри сучасного світу, підготовка майбутніх педагогів до валеологічної освіти дошкільників. Міжнародна науково-практична конференція. Київ: Либідь. (Vakhniak, N. V. (2003). New dimensions of the modern world, preparation of future teachers for valeological education of preschoolers. International scientific and practical conference. Kyiv: Lybid).
4. Горашчук, В. М. (2004). Здоров'я дітей. Від чого воно залежить? Рідна школа, 3–4, 55. (Horashchuk, V. M. (2004). Children's health. What does it depend on? Native school, 3–4, 55).
5. Губанова, Н. В. (2003). Формування валеологічної свідомості у дітей дошкільного віку: Збірник методичних порад. Донецьк: Донецький обл. ІППО. (Gubanova, N. V. (2003). Formation of valeological consciousness in preschool children: Collection of methodological tips. Donetsk: Donetsk region. IPPO).
6. Дубогай, О. Д., Мовчан, Л. М. (2000). Фізкультура: мы и дети. Киев : Запорожье. 652 с. (Dubogai, O. D., Movchan, L. M. (2000). Physical education: we and children. Kyiv: Zaporozhye).
7. Зубалий, М. К., Закопайло, С. М. (2004). Складові здорового способу життя. Київ : Вища школа. (Zubalii, M. K., Zakopailo, S. M. (2004). Components of a healthy lifestyle. Kyiv : Higher school).
8. Ковтун, Г. О. (1981). Діти дивляться на нас. Київ : Політвидав України. (Kovtun, G. O. (1981). Children look at us. Kyiv : Politvidav of Ukraine).
9. Лохвицька, Л. В. (2007). Дошкільникам про основи здоров'я: Навчально-методичний посібник. Тернопіль : Мандрівець. (Lokhvytska, L. V. (2007). For preschoolers about the basics of health: Educational and methodological guide. Ternopil : Mandrivets).

**Kondratiuk S. M., Pavlushchenko N. M. Research of Health-Preserving Education of older preschool children in collaboration with preschool education institutions and the family.**

*Summary.* Negative trends regarding the level of children's health in Ukraine have intensified the importance of health-preserving education of the younger generation. The article highlights the study of health-preserving education of older preschool children in cooperation with the preschool education institution and the family. We used the following methods of scientific and pedagogical research: theoretical-analysis of psychological and pedagogical literature, generalization of advanced pedagogical experience; empirical-pedagogical observation, conversations, questionnaires, study, and generalization of the joint work's experience of educators and parents; statistical-mathematical processing of the obtained data. In order to determine the current state of health-preserving education of older preschool children in the joint activities of families with a preschool education institution, an ascertaining stage of an experimental research was conducted. During which it was found that the educators of the preschool education institution have a sufficient level of knowledge of health-preserving

methods. They are confident in the fact that the interaction of the preschool education institution and the family in this process should be mandatory. While parents do not pay enough attention to observing the components of a healthy lifestyle for children due to their own unpreparedness and lack of understanding of the value of healthy behavior.

In the course of the formative experiment, we took into account parents' ignorance of the process of health-preserving education of their children. Special importance was attached to parent conferences, the main purpose of which was the exchange of experience in health-preserving education of older preschool children. A list of joint measures for health-preserving education of children in preschool education institutions and the family has also been developed. Besides, the method of visiting the child's family was widely used. Educators held individual and collective conversations with parents.

Statistical data of the experimental work proved that the proposed forms and methods of interaction between the preschool education institution and the family in the process of health-preserving education of older preschool children increased the level of parents' knowledge and older preschoolers about the healthy lifestyle formation in the family and improved the children's health. We consider the research of the interaction between the family and the primary school in the use of health-preserving technologies to preserve the children's health of primary school age to be promising.

**Key words:** children of older preschool age, health-preserving education, family, preschool education institution, cooperation.

УДК 372.851

DOI 10.5281/zenodo.8025555

О. І. Матяш

ORCID ID 0000-0002-7149-9545

К. І. Яшук

ORCID ID 0009-0004-1957-9304

Вінницький державний педагогічний  
університет імені Михайла Коцюбинського

## ПРОБЛЕМА ВИХОВНОЇ РОБОТИ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ: ІСТОРИЧНИЙ РАКУРС

У Концепції Нової української школи (2016) однією із дев'яти ключових компонент формули нової школи вказано – наскрізний процес виховання, який формує цінності. Нині має бути підвищена увага кожного вчителя до забезпечення необхідної єдності навчання, виховання та розвитку учнів на кожному уроці. Навчання математики має унікальні можливості для всебічного розвитку учнів, формування компетентностей, які необхідні для успішного життя, виховання моральних якостей, світогляду, поведінки. Щоб з'ясувати особливості реалізації цілісної методичної системи виховання учнів на уроках математики в початковій та базовій школах, ми проаналізували, як досліджувався виховний потенціал уроків математики в дисертаціях українських науковців за останніх кілька десятиліть. Для ретроспективного аналізу дисертаційних досліджень (з 1991 року по 2020 рік) нами виокремлено три періоди, орієнтуючись на три десятиріччя. Ми відібрали та проаналізували дисертації, які виконані і захищені в Україні за роки її незалежності, в яких українські дослідники прямо, чи опосередковано, розглядають проблему виховної роботи на уроках математики. З'ясовано, що українськими дослідниками обґрунтовано: виховна робота на уроках математики важлива для формування не лише прийомів розумової діяльності учнів, а й для розвитку інших якостей особистості. Важливо усвідомлювати надбання української методичної науки й з розумінням сучасних умов, цілей і завдань, глибоко й критично

аналізувати результати попередніх досліджень методів, прийомів та засобів виховної роботи на уроках математики.

У сучасних, складних для України умовах навчання і виховання учнів, актуальними є завдання: розвивати здатність учнів робити обґрунтований вибір, виходячи з різнобічного аналізу ситуацій та інформації; сприяти формуванню навичок спілкування і співпраці з іншими; формувати розуміння того, що, відстоюючи власні погляди, необхідно бути готовим вести діалог, проявляючи при цьому повагу до інших; сприяти формуванню в учнів патріотичних переконань, почуття цінності навколишнього середовища і розуміння необхідності його охорони; розвивати самостійність, критичність мислення; вчити долати важкі і невизначені ситуації. Із проведеного нами аналізу дисертацій, в яких українські дослідники розглядають різні аспекти виховання учнів, можна зробити висновок, що виховна робота на уроках математики можлива і важлива для формування не лише прийомів розумової діяльності учнів, а й для розвитку інших якостей особистості. Однією з найважливіших закономірностей розвитку методичної науки є наступність ідей, концепцій, методів дослідження, які складають зміст методичної науки.

**Ключові слова:** аналіз дисертаційних досліджень, єдність навчання та виховання, уроки математики, українські дослідники, освітній процес з математики, методична система виховання, виховний потенціал уроків математики, компетентнісний підхід.

**Постановка проблеми.** Як зазначено у Концепції Нової української школи (2016) однією із дев'яти ключових компонент формули нової школи є *наскрізний процес виховання, який формує цінності*. «У формуванні виховного середовища братиме участь увесь колектив школи... Виховання сильних рис характеру та чеснот здійснюватиметься через наскрізний досвід... Ключовим виховним елементом стане приклад учителя, який покликаний зацікавити дитину» (Концепція НУШ, 2016). Згідно Закону України «Про повну загальну середню освіту» (2020) педагогічні працівники зобов'язані забезпечувати єдність навчання, виховання та розвитку учнів. Отже, має бути підвищена увага кожного вчителя до забезпечення необхідної єдності навчання, виховання та розвитку учнів на кожному уроці. Нині маємо етап запуску базової середньої освіти як Нової української школи, а початкова школа завершила перехід. У безперервному зв'язку та взаємодії має відбуватися виховання учнів у початковій школі та базовій школі, оскільки успіх особистісного розвитку учнів на наступних етапах навчання значною мірою залежить від сформованості базових якостей мислення та пізнавальної активності учнів у початковій школі.

Важлива роль у побудові сучасного розвивального освітнього середовища в школі належить спеціально організованій виховній роботі на уроках математики. Навчання математики має унікальні можливості для всебічного розвитку учнів, формування компетентностей, які необхідні для успішного життя, виховання моральних якостей, світогляду, поведінки. Педагогічне партнерство вчителя математики базової школи та вчителя, який навчав учнів математики у початковій школі, має бути основою наступності у навчанні учнів математики, а також основою реалізації цілісної методичної системи виховання учнів на уроках математики. Щоб з'ясувати особливості реалізації цілісної методичної системи виховання учнів на уроках математики у початковій та базовій школах, ми вирішили з'ясувати, як досліджувався виховний потенціал уроків математики в дисертаціях українських науковців за останніх кілька десятиліть.

Аналіз актуальних досліджень. Щоб з'ясувати тематику дисертаційних досліджень дотичних до проблеми виховання у процесі навчання математики в школі, ми проаналізували паспорти спеціальностей 13.00.02-теорія та методика навчання (математика), 13.00.07-теорія та методика виховання, 13.00.09-теорія навчання, за якими виконувалися дисертаційні дослідження в Україні за роки її незалежності. Аналіз напрямів досліджень вказаних у паспортах за кожною спеціальністю дозволяє стверджувати, що дослідження методів, прийомів та засобів виховної роботи на уроках математики мали б, в основному, відбуватися за спеціальністю 13.00.02-теорія та

методика навчання (математика). Нами створено картотеку авторефератів дисертацій (майже 200) виконаних в Україні за роки її незалежності за спеціальністю 13.00.02-теорія та методика навчання (математика). Щоб з'ясувати, як досліджувався виховний потенціал уроків математики у дисертаціях українських науковців, ми відібрали та проаналізували дисертації, які виконані і захищені в Україні за останніх кілька десятиліть в яких українські дослідники прямо, чи опосередковано, розглядають проблему виховної роботи на уроках математики. Таких дисертацій у нашій картотеці виявилось лише 20 (10%).

**Метою статті** є ретроспективний аналіз результатів досліджень методів, прийомів та засобів виховної роботи на уроках математики, виконаних в Україні за роки її незалежності.

Виклад основного матеріалу. Для ретроспективного аналізу дисертаційних досліджень (з 1991 року по 2020 рік) виокремимо три періоди, орієнтуючись на десятиріччя:

- період I – з 1991 року по 2000 рік;
- період II – з 2001 року по 2010 рік;
- період III – з 2011 року по 2020 рік.

З 1991 року по 2000 рік за спеціальністю 13.00.12. Теорія і методика навчання математики українськими науковцями виконані дисертаційні дослідження, які, зокрема, стосуються проблем: організації групової навчально-пізнавальної діяльності учнів 7-9 класів на уроках геометрії (Василенко, 1992); екологічного виховання учнів при вивченні математики в 5-7 класах загальноосвітньої школи (Коваль, 1993); активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів старших класів при вивченні математики (Ігнатенко, 1997); розвитку пізнавальної активності учнів в процесі навчання алгебри і початків аналізу на основі нових інформаційних технологій (Головань, 1997); розвитку продуктивного мислення при вивченні алгебри і початків аналізу (Семенець, 1998); диференційованих вправ з логічним навантаженням як засобу розвитку логічного мислення учнів 5-6 класів при вивченні математики (Акуленко, 2000).

Вказана тематика дисертаційних досліджень за напрямом методики навчання математики, в яких українські дослідники прямо, чи опосередковано, розглядають проблему виховної роботи на уроках математики, по-перше, свідчить про увагу дослідників до різних вікових категорій учнів: від 5 класу до 11 класу. По-друге, можна стверджувати, що з 1991 року по 2000 рік увага дослідників зосереджена на питаннях виховання в учнів на уроках математики: пізнавальної активності, логічного мислення, готовності до групової діяльності. Особливу увагу привертає дослідження проблеми екологічного виховання учнів при вивченні математики в 5-7 класах загальноосвітньої школи.

Більш глибокий аналіз вказаних дисертацій дозволяє виокремити актуальні донині аспекти виховної діяльності вчителя математики на уроці:

У дисертації І. Я. Василенка (Василенко, 1992) зазначено, що математика, поряд з іншими шкільними дисциплінами, має розв'язувати завдання всебічного розвитку і формування особистості учня. Застосування групової навчально-пізнавальної діяльності школярів, як стверджує автор, сприяє розв'язанню важливого завдання освітнього процесу – посилення відповідальності учнів за якість навчання. У дисертації обґрунтовано, що на ефективність роботи учнів у групі впливають такі фактори: вміння учнів встановлювати контакти з однокласниками, особисті стосунки між ними; дружба, товаришування, співробітництво між учнями (система «учень – учень») і між учителем та учнями (система «учень – учитель»). У дослідженні розкрито складові частини організації групової навчально-пізнавальної діяльності учнів: організація робочого місця учнів групи; підготовка диференційованих дидактичних матеріалів з геометрії; організація навчальної самодіяльності школярів; оптимальне поєднання фронтальних, індивідуальних і групових форм навчання; зворотний зв'язок (контроль, корекція та оцінювання роботи кожної навчальної групи).

У дисертації В. В. Ковалю (Коваль, 1993) зазначено, що вивчення досвіду роботи вчителів математики з екологічного виховання в школах Рівненської та Хмельницької областей України показало, що практика екологічного виховання, яка склалася в системі середньої освіти, ще не повністю вирішує задачі формування знань про взаємодію

суспільства і природи в тій якості, яка б дозволяла виробити на їх основі екологічні переконання. Автор дисертації вказує на невідповідність між метою екологічного виховання, яка включає формування системи наукових знань, поглядів і переконань, що забезпечують становлення в учнів відповідального ставлення до природи, і наявністю засобів для досягнення цієї мети у процесі навчання математики. Тому у дисертації В. В. Ковалю досліджувалися шляхи підвищення ефективності екологічного виховання учнів у процесі навчання математики. Зокрема, у дисертації запропонована й апробована методика засвоєння екологічних знань у процесі навчання математики.

У докторській дисертації М. І. Ігнатенка (Ігнатенко, 1997) зазначено, що на перший план шкільної (в тому числі і математичної) освіти виступають завдання створення оптимально сприятливих умов для виявлення і розвитку здібностей учнів, задоволення їх інтересів і потреб, розвитку навчально-пізнавальної активності і творчої самостійності. Активізацію пізнавальної діяльності учнів у процесі навчання математики автор дисертації називає однією із гострих проблем, оскільки тут тісно переплітаються соціальні, психолого-педагогічні та методичні проблеми виховання особистості. Результатами дослідження М. І. Ігнатенка (Ігнатенко, 1997) підтверджено, що якщо методична система навчання математики враховуватиме: принципи і критерії пізнавальної активності учнів; рівні пізнавальної активності і зміст структурних її компонентів (цільового, операційного, емоційно-вольового, контрольно-коректувального); закономірності управління навчальною діяльністю, то це забезпечить систематичну і цілеспрямовану активізацію навчально-пізнавальної діяльності учнів.

М. С. Головань (Головань, 1997) розвиток пізнавальної активності учнів називає однією з актуальних проблем не тільки педагогічної науки, але й усього навчально-виховного процесу сучасної школи, тому що в ній містяться джерела багатьох проблем: формування пізнавальних інтересів, розвитку самостійності, розумових здібностей, прищеплення уміння вчитися, виховання ініціативності, цілеспрямованості, відповідальності, самокритичності, сили волі. Гіпотеза дослідження М. С. Голованя (Головань, 1997), яка підтверджена результатами його дослідження – методично обґрунтоване та цілеспрямоване використання таких дидактичних можливостей засобів нових інформаційних технологій, як підвищення мотивації учіння, реалізації індивідуального підходу до навчання, забезпечення наочності в навчанні, значне розширення системи задач і вправ у процесі навчання є ефективним засобом розвитку пізнавальної активності учнів, сприяє формуванню інтересу до елементів пошукової, навчально-дослідницької роботи.

На розв'язання проблеми забезпечення умов для розвитку мислення учнів на уроках математики спрямовані дисертаційні дослідження С. П. Семенця (Семенець, 1998) та І. А. Акуленка (Акуленко, 2000). І. А. Акуленко зазначає, що не мають належного розкриття в методичній літературі питання: змістового наповнення компонентів логічного мислення учнів 5-6 класів; створення у школярів орієнтовної основи усвідомленого застосування логічних умінь через виявлення і засвоєння ними операційного складу окремих логічних умінь; змістового, методичного та організаційного забезпечення опосередкованого формування логічних знань і умінь учнів в умовах диференціації навчання математики з врахуванням при цьому несвідомих процесів психіки; впливу використання у процесі навчання математики системи диференційованих вправ з логічним навантаженням на розвиток логічного мислення учнів 5-6 класів. Тому результатом дослідження стали розробка та теоретичне обґрунтування методичної системи розвитку логічного мислення учнів 5-6 класів у процесі диференційованого навчання математики.

З 1991 року по 2000 рік аналогічна проблематика (виховання в учнів на уроках математики пізнавальної активності, логічного мислення, готовності до групової діяльності) в дисертаціях українських дослідників спостерігається і для початкової школи. Для прикладу, дисертація Г. І. Коберник «Стимулювання навчально-пізнавальної активності молодших школярів в умовах диференційованого навчання (на матеріалах уроків

математики)» (Коберник, 1995). Наукова новизна дослідження Г.І. Коберник полягає у створенні три рівневої моделі навчально-пізнавальної активності учнів початкових класів. Також за результатами цього дослідження запропоновано комплексну методику педагогічної діагностики її кількісно-якісних параметрів, з'ясовано фактори – умови стимулювання навчально-пізнавальної активності учнів в умовах диференційованого навчання на уроках математики.

З 2001 року по 2010 рік за спеціальністю 13.00.12. Теорія і методика навчання (математика) українськими науковцями виконані дисертаційні дослідження, які, зокрема, стосуються проблем: *розвитку образного мислення* учнів при вивченні стереометрії з використанням комп'ютера (Вітюк, 2002), *активізації навчально-пізнавальної діяльності* учнів 7-9 класів у процесі вивчення геометрії з використанням комп'ютера (Архіпова, 2002), *розвитку пізнавальної активності* учнів 5-6 класів на основі нових інформаційних технологій навчання на уроках математики (Дубова, 2002), системи математичних задач як засобу *формування евристичної діяльності* учнів основної школи (Горчакова, 2002), *розвитку творчої діяльності* учнів у процесі вивчення функцій в основній школі (Калашніков, 2003), *активізації пізнавальної діяльності* учнів основної школи в процесі розв'язування математичних задач фінансового змісту (Межейнікова, 2005), конструктивних задач як засобу *розвитку творчого мислення* учнів у процесі навчання алгебри (Музиченко, 2006), *формування особистісних якостей* школяра у процесі комп'ютерно-орієнтованого навчання математики (Крамаренко, 2008).

У дисертаціях О.В. Вітюка (Вітюк, 2002), Т.Л. Архіпової (Архіпова, 2002), Т.В. Дубової (Дубова, 2002), Т.Г. Крамаренко (Крамаренко, 2008) увага зосереджена на різних аспектах формування та розвитку особистісних якостей учнів на уроках математики в умовах використання нових інформаційних технологій навчання. Як і в попередньому десятиріччі, увага українських дослідників прикута до проблем розвитку навчально-пізнавальної активності учнів (Архіпова, 2002; Дубова, 2002; Межейнікова, 2005) та різних аспектів розвитку їхнього мислення (Вітюк, 2002; Калашніков, 2003; Музиченко, 2006). Більш активно починає досліджуватися діяльнісний підхід в організації навчання учнів на уроках математики (Архіпова, 2002; Горчакова, 2002; Межейнікова, 2005).

В дисертації Т.Л. Архіпової (Архіпова, 2002) запропоновано науково обґрунтовану методику активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів 7-9 класів у процесі вивчення геометрії з використанням комп'ютера. Роботу виконано з урахуванням системи психолого-педагогічних та методико-дидактичних закономірностей розвивального навчання. В основу дослідження покладено положення, що систематичне і цілеспрямоване використання засобів НІТ на уроках геометрії підвищує мотивацію учіння учнів, забезпечує індивідуальний підхід до усвідомлення учнями своєї діяльності, є ефективним засобом активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів, сприяє осмисленню та свідомому опануванню навчального матеріалу, формує пізнавальний інтерес, надає пошукового, дослідницького характеру навчальній діяльності, допомагає виробленню в учнів міцних навичок та вмінь самостійної роботи.

Т.В. Дубова (Дубова, 2002) вказує на протиріччя між потенціалом методично обґрунтованого використання засобів НІТН для розвитку пізнавальної активності учнів і реальною педагогічною практикою. Серед завдань, які виконані у дисертації Т.В. Дубової (Дубова, 2002): виявлення факторів, що визначають розвиток пізнавальної активності учнів 5 – 6 класів на уроках математики; аналіз можливостей використання засобів НІТН для розвитку пізнавальної активності учнів 5 – 6 класів на уроках математики; розробка окремих компонентів комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання математики учнів 5-6 класів, спрямованої на розвиток пізнавальної активності учнів, сприяння більш глибокому засвоєнню навчального матеріалу, формування інтересу до пошукової діяльності та вивчення математики в цілому, розвиток логічного та критичного мислення.

У дисертації Л.С. Межейнікової (Межейнікова, 2005) експериментально доведено зв'язок пізнавальної активності з рівнем успішності учнів. Авторка дисертації зазначає, що

важливою умовою досягнення активної пізнавальної діяльності учнів в процесі навчання є знання психологічних закономірностей розвитку школярів. Результати експериментальної перевірки та досвід впровадження розв'язування задач фінансового змісту в практику основної школи, які презентовані в дисертації Л. С. Межейнікової (Межейнікова, 2005), дозволяють стверджувати, що використання системи математичних задач фінансового змісту сприяє: формуванню пізнавального інтересу учнів до вивчення математики; розвитку логічного мислення, творчої активності та пізнавальної самостійності школярів.

З 2011 року по 2020 рік за спеціальністю 13.00.12. Теорія і методика навчання математики українськими науковцями виконані дисертаційні дослідження, які, зокрема, стосуються проблем: математичного моделювання як засобу *екологічного виховання* учнів у процесі навчання математики в класах хіміко-біологічного профілю (Гриб'юк, 2011), формування і *розвитку творчого мислення учнів* в умовах диференційованого навчання математики (Чашечникова, 2011), *розвитку пізнавального інтересу* учнів основної школи до вивчення математики засобами історії науки (Шумигай, 2013), дидактичних умов *формування ціннісно-сміслових орієнтацій* старшокласників у процесі вивчення предметів математичної освітньої галузі (Баруліна, 2017), *активізації пізнавальної діяльності* старшокласників на уроках математики в класах гуманітарних профілів (Шищенко, 2017).

У дисертації О. О. Гриб'юк (Гриб'юк, 2011) зазначено, що реформування сучасної шкільної освіти вимагає від вчителів, методистів, психологів пошуку нових педагогічних технологій, на основі яких поряд з високим рівнем теоретичної підготовки з математики можна забезпечити переорієнтацію навчально-виховного процесу на формування соціально значущих компетентностей учнів. Також авторка дисертації стверджує, що в сучасних педагогічних дослідженнях практично відсутні праці з методики навчання математики, пов'язані з екологічною освітою і вихованням. Мета дослідження, виконаного О. О. Гриб'юк, полягала в розробці, теоретичному обґрунтуванні та експериментальній перевірці ефективності комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання математики в класах хіміко-біологічного профілю в поєднанні з екологічним вихованням учнів на основі математичного моделювання різноманітних хіміко-біологічних процесів і явищ. У дисертації обґрунтовано науково-методичні засади методики поетапного опанування методом математичного моделювання при навчанні математики як основи екологічного виховання.

О. С. Чашечникова у докторській дисертації (Чашечникова, 2011) стверджує, що розвиток творчого мислення учнів у навчанні математики доцільно тлумачити і як мету, і як засіб (розвинене в ході навчання математики творче мислення учнів сприяє інтенсифікації їхньої навчальної діяльності), і як мотивувальний фактор навчання математики (усвідомлення учнем позитивних змін, що відбуваються з його особистістю у навчанні математики, сприяє підвищенню його зацікавленості в опануванні предмета). Як стверджує авторка дисертації, можливості для розвитку творчого мислення школярів створюються самим змістом і логікою математики як навчального предмета, характером математичної навчально-пізнавальної діяльності, але не забезпечуються ними автоматично. Інтелектуальні та творчі здібності мають різну природу, але під час навчання математики між ними існують тісні взаємозв'язки і взаємовпливи. У дисертації О. С. Чашечникової визначено місце творчої діяльності в процесі навчання математики та обґрунтовано її вплив на розвиток творчого мислення учнів, виокремлено психолого-педагогічні передумови формування і розвитку творчого мислення сучасних школярів підліткового та молодшого юнацького віку в процесі навчання математики, теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено доцільність й ефективність запропонованих у роботі шляхів і засобів розвитку творчого мислення учнів в умовах диференційованого навчання математики.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** У сучасних, складних для України умовах навчання і виховання учнів, актуальними є завдання: розвивати здатність учнів робити обґрунтований вибір, виходячи з різнобічного аналізу ситуацій та інформації; сприяти формуванню навичок спілкування і співпраці з іншими; формувати розуміння того, що, відстоюючи власні погляди, необхідно бути готовим вести діалог, проявляючи при цьому

повагу до інших; сприяти формуванню в учнів патріотичних переконань, почуття цінності навколишнього середовища і розуміння необхідності його охорони; розвивати самостійність, критичність мислення; вчити долати важкі і невизначені ситуації. Із проведеного нами аналізу дисертацій, в яких українські дослідники розглядають різні аспекти виховання учнів, можна зробити висновок, що виховна робота на уроках математики можлива і важлива для формування не лише прийомів розумової діяльності учнів, а й для розвитку інших якостей особистості. Водночас констатуємо, що частка дисертацій в яких українські дослідники прямо, чи опосередковано, розглядають проблему виховної роботи на уроках математики є відносно малою. На основі власної науково-дослідницької діяльності, власних спостережень, аналізу педагогічного досвіду, можемо стверджувати, що виховання учнів на уроках математики може здійснюватися:

- За допомогою прийомів розвитку критичного мислення. Вчитель може навчати учнів аналізувати та оцінювати інформацію, висловлювати власні думки та обґрунтовувати власну точку зору. Такі навички допоможуть учням стати свідомими громадянами та формувати вірні цінності.
- За допомогою застосування інтерактивних методів. Вчитель може виховувати в учнів здатність працювати в команді, готовність дискутувати та презентувати ідеї, щоб навчити учнів ефективно спілкуватися та ділитися ідеями. Такі навички є важливими в житті кожної людини.
- За допомогою формування позитивної мотивації. Вчитель може допомогти учням зрозуміти важливість застосування математичних знань та умінь, збуджувати пізнавальний інтерес. Вчитель математики може стимулювати мотивацію до активності, до самовдосконалення. Наприклад, вчитель може показати учням, які можливості відкриваються перед людьми, які добре засвоїли математику.
- За допомогою розвитку самостійності та відповідальності учнів. Вчитель може допомогти учням розвивати самостійність та відповідальність, спонукаючи їх вирішувати завдання самостійно.
- За допомогою власного прикладу. Вчитель математики безумовно є для учнів прикладом певної поведінки. Він може демонструвати гарні манери, принципи справедливості тощо, що може стимулювати учнів до наслідування.

Однією з найважливіших закономірностей розвитку методичної науки є наступність ідей, концепцій, методів дослідження, які складають зміст методичної науки. Наше входження у Європейську наукову спільноту після нашої перемоги має відбутися із глибоким розумінням власних досягнень та національної ідентичності. Важливо усвідомлювати надбання української методичної науки й з розумінням сучасних умов, цілей і завдань, глибоко й критично аналізувати результати попередніх досліджень методів, прийомів та засобів виховної роботи на уроках математики.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES**

1. Архіпова, Т. Л. (2002). Активізація навчально-пізнавальної діяльності учнів 7–9 класів у процесі вивчення геометрії з використанням комп'ютера (автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02). Київ. (Arkhipova, T. L. (2002). Activation of educational and cognitive activity of students in grades 7–9 in the process of studying geometry using a computer (PhD thesis abstract). Kyiv).
2. Василенко, І. Я. (1992). Организация групповой учебно познавательной деятельности учащихся 7–9 классов на уроках геометрии (автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02). Київ. (Vasylenko, I. Y. (1992). Organization of group educational and cognitive activity of students of grades 7–9 in geometry lessons (PhD thesis abstract). Kyiv).
3. Головань, М. С. (1997). Розвиток пізнавальної активності учнів в процесі навчання алгебри і початків аналізу на основі НІТ (автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02). Київ. (Holovan, M. S. (1997). Development of cognitive activity of students in the process of learning algebra and the basics of analysis based on IT (PhD thesis abstract). Kyiv).

4. Грибюк, О. О. (2011). Математичне моделювання як засіб екологічного виховання учнів у процесі навчання математики і класах хімікобіологічного профілю (автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02). Київ. (Hrybiuk, O. O. (2011). Mathematical modeling as a means of environmental education of students in the process of teaching mathematics and classes of chemical-biological profile. (PhD thesis abstract). Kyiv).
5. Дубова, Т. В. (2002). Розвиток пізнавальної активності учнів 5-6 класів на основі нових інформаційних технологій навчання на уроках математики (автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02). Київ. (Dubova, T. V. (2002). Development of cognitive activity of students in grades 5-6 based on new information technologies for teaching mathematics lessons (PhD thesis abstract). Kyiv).
6. Закон України «Про повну загальну середню освіту» (2020). Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text>. (The Law of Ukraine "On Complete General Secondary Education" (2020). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/463-20#Text>).
7. Ігнатенко, М. Я. (1997). Методологічні та методичні основи активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів старших класів при вивченні математики (автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02). Київ. (Ignatenko, M. Y. (1997). Methodological and methodical foundations of activation of educational and cognitive activity of senior students in the study of mathematics (DSc thesis abstract). Kyiv).
8. Коваль, В. В. (1993). Екологічне виховання учнів при вивченні математики в 5–7 класах загальноосвітньої школи (автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02). Київ. (Koval, V. V. (1993). Environmental education of students in the study of mathematics in grades 5–7 of a secondary school (PhD thesis abstract). Kyiv).
9. Коберник, Г. І. (1995). Стимулювання навчально-пізнавальної активності молодших школярів в умовах диференційованого навчання (на матеріалах уроків математики) (автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01). Київ. (Kobernyk, H. I. (1995). Stimulating educational and cognitive activity of younger students in the conditions of differentiated learning (on materials of mathematics lessons) (PhD thesis abstract). Kyiv).
10. Межейнікова, Л. С. (2005). Активізація пізнавальної діяльності учнів основної школи в процесі розв’язування математичних задач фінансового змісту (автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02). Київ. (Mezheynikova, L. S. (2005). Activation of cognitive activity of elementary school students in solving mathematical problems of financial content (PhD thesis abstract). Kyiv).
11. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої школи. (2016). Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>. ("New Ukrainian School." Conceptual Foundations for Reforming Secondary Education" (2016). Retrieved from: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>).
12. Чашечнікова, О. С. (2011). Теоретико-методичні основи формування і розвитку творчого мислення учнів в умовах диференційованого навчання математики (автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02). Черкаси. (Chashechnikova, O. S. (2011). Theoretical and methodological foundations for the formation and development of creative thinking of students in the conditions of differentiated teaching of mathematics (DSc thesis abstract). Cherkasy).

**Matiash O. I., Yashchuk K. I. The Problem of Educational Work in Mathematics Lessons: a Historical Perspective.**

*Summary.* The Concept of the New Ukrainian School (2016) identifies the through-process of education that shapes values as one of the nine key components in formulating the new school. Currently, each teacher should pay increased attention to ensuring the necessary unity of teaching, upbringing, and development of students in every lesson.

*Mathematics education offers unique opportunities for the comprehensive development of students, forming competencies necessary for successful life, and cultivating moral qualities, worldview, and behavior.*

*To investigate the features of implementing a holistic methodological system of student upbringing in mathematics lessons in primary and secondary schools, we analyzed how the educational potential of mathematics lessons was studied in dissertations by Ukrainian researchers over the past few decades.*

*For a retrospective analysis of dissertation research (from 1991 to 2020), we identified three periods based on three decades. We have selected and analyzed dissertations that were carried out and defended in Ukraine during its independence, in which Ukrainian researchers directly or indirectly considered the issue of educational work in mathematics lessons.*

*It was found that Ukrainian researchers have substantiated the importance of educational work in mathematics lessons not only for the development of students' mental activity but also for the development of other personal qualities. It is important to realize the achievements of Ukrainian methodological science and to deeply and critically analyze the results of previous studies of methods, techniques, and means of educational work in mathematics lessons with an understanding of modern conditions, goals, and objectives.*

*In the modern conditions of education and upbringing of students, which are difficult for Ukraine, the following tasks are relevant: to develop the ability of students to make informed choices, based on a comprehensive analysis of situations and information; promote the formation of communication skills and cooperation with others; to form an understanding that, defending one's own views, it is necessary to be ready to conduct a dialogue, while showing respect for others; to contribute to the formation of patriotic beliefs in students, a sense of the value of the environment and an understanding of the need to protect it; develop independence, critical thinking; learn to overcome difficult and uncertain situations. From our analysis of theses, in which Ukrainian researchers consider various aspects of student education, we can conclude that educational work in mathematics classes is possible and important for the formation not only of students' mental activity techniques, but also for the development of other personality qualities. One of the most important regularities of the development of methodological science is the continuity of ideas, concepts, and research methods that make up the content of methodological science.*

**Key words:** *analysis of dissertation research, unity of education and upbringing, mathematics lessons, Ukrainian researchers, educational process in mathematics, methodical system of education, educational potential of mathematics lessons, competence approach.*

**УДК 372.851**

**DOI 10.5281/zenodo.8027156**

**Л. Ф. Михайленко**

ORCID ID 0000-0001-5051-5561

Вінницький державний педагогічний  
університет імені Михайла Коцюбинського

## **СОЦІАЛЬНО-ЕМОЦІЙНЕ НАВЧАННЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ: СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ**

*У статті проаналізовано сучасні підходи до впровадження соціально-емоційного навчання на уроках математики на основі аналізу міжнародного досвіду. У процесі дослідження використовувались теоретичні методи дослідження: аналіз, синтез, порівняння, аналогія, узагальнення при опрацюванні науково-методичної літератури, стандартів математичної освіти, навчальних програм з математики та інших освітніх документів. Підкреслено, що соціально-емоційне навчання має бути важливою частиною*

досвіду учня в школі, особливо в початковій школі. Представлено досвід інтеграції соціально-емоційного навчання у процес навчання учнів математики у США та Канаді. На прикладі навчальної програми з математики у Онтаріо (Канада) показано можливості розвитку соціально-емоційних та математичної компетентностей. Описано досвід штатів Кентукі та Техасу (США) щодо інтеграції соціально-емоційних та математичної компетентностей на рівні стандарту математики. Описані конкретні приклади впровадження соціально-емоційного навчання на уроках математики. Виокремлені поради вчителям математики щодо впровадження соціально-емоційного навчання на уроках математики.

Соціальне та емоційне навчання є ефективним способом сприяння позитивним результатам у навчанні, психологічному здоров'ї та благополуччі дітей і молоді. Проте виникають питання: які компетентності соціально-емоційного навчання можна і потрібно розвивати у процесі навчання математики; як їх розвивати та вимірювати в різних контекстах? Також зрозуміло, що розвиток соціально-емоційних компетентностей має реалізовувати підготовлений вчитель. Отже важливою є підготовка та професійний розвиток вчителів для реалізації соціально-емоційного навчання на уроках математики. Необхідним також є дидактичне забезпечення розвитку соціально-емоційних та математичної компетентностей.

**Ключові слова:** соціально-емоційне навчання, навчання математики, математична компетентність, освітній процес, Нова українська школа, освітня програма, етичне навчання.

**Постановка проблеми.** Основною ідеєю Нової української школи є виховання на цінностях і їх наскрізне формування під час освітнього процесу. Зокрема, ця ідея відображається у формулюванні мети повної загальної середньої освіти – всебічний розвиток, виховання і соціалізація особистості, яка здатна до життя в суспільстві та цивілізованій взаємодії з природою, має прагнення до самовдосконалення і навчання впродовж життя, готова до свідомого життєвого вибору та самореалізації, відповідальності, трудової діяльності та громадянської активності [2]. Інструментом формування перерахованих якостей може стати соціально-емоційне навчання (СЕН), адже СЕН є інструментом розвитку м'яких навичок: уміння комунікувати, підтримувати позитивні стосунки, співпереживати собі й іншим, керувати власними емоціями та розуміти емоції інших, працювати в команді, креативно і критично мислити, навчатися протягом усього життя та сприяти створенню більш дбайливого та справедливого світу тощо.

**Аналіз актуальних досліджень.** Позитивний вплив впровадження програм СЕН на академічні, поведінкові, емоційні, соціальні і когнітивні результати розвитку учнів підтверджується у працях вітчизняних та закордонних дослідників. Переважна більшість дослідників, беручи за основу підходи CASEL (Collaborative for Academic, Social, and Emotional Learning), соціальне та емоційне навчання розуміють як процес, за допомогою якого діти розвивають знання, ставлення та навички для розуміння та керування емоціями, встановлення та досягнення цілей, прояву емпатії, підтримки позитивних стосунків та прийняття відповідальних рішень [5]. Соціально-емоційне навчання це розвиток 5 основних структурних елементів – самоусвідомлення, самоорганізація, соціальна свідомість, побудова стосунків та прийняття відповідальних рішень [1; 5]. Обґрунтовано, що навчання математики може бути більш ефективним, якщо методи навчання та викладання чітко розроблені для сприяння розвитку всіх п'яти основних елементів СЕН. Наприклад, вчителі математики можуть допомогти учням: побачити зв'язок між поточними завданнями та їхніми особистими інтересами (самосвідомість); удосконалити навички зосередження уваги, керування стресом і тривогою та досягнення цілей для ефективної участі в навчанні (самоуправління); розвивати усвідомлення позитивної поведінки в класі, повазі до однолітків і вчителів, а також емпатії та сприйняттю перспективи для застосування математичних міркувань до проблем реального світу та перегляду міркувань інших (соціальна обізнаність); поглибити навички мовлення та слухання (наприклад, як задавати запитання, як добре слухати та як ефективно шукати

допомоги, якщо людина не розуміє академічного змісту) і здатності співпрацювати для вирішення проблем (навички стосунків); використовувати стратегії міркування, щоб обміркувати вибір і цілі як спосіб розвитку сильних навичок прийняття рішень (відповідального прийняття рішень) [9].

Увагу впровадження СЕН в українській школі приділяють: Г. Бичко, О. Глоба, Л. Гриневич, О. Елькін, С. Калашнікова, М. Марковська, Н. Харченко та інші. На сьогодні, в Україні проводиться експеримент щодо впровадження соціально-емоційного та етичного навчання (СЕЕН). СЕЕН – це освітня програма, розроблена спеціалістами Emory University для кожного рівня освіти. Вона реалізується через проведення окремих уроків з СЕЕН. Соціальне та емоційне навчання часто використовують як виховання спрямоване на запобігання проблемній поведінці та заохочення позитивної поведінки в усіх учнів. Ефективність такої моделі програми СЕН доведено у багатьох наукових дослідженнях. Однак, такий підхід потребує введення у освітній процес додаткових годин. Розвиток соціальних та емоційних навичок у учнів початкових класів висвітлюють у працях E. Al-Jbouri, N.C.Z. Andrews, E. Peddigrew, A. Fenwick-Smith, E.E. Dahlberg, S.C. Thompson та ін. Розробка, досвід впровадження, вплив навчальних програм СЕН для підлітків описані у працях A.L Green, S. Ferrante, T.L. Boaz, V.A. Coelho, V. Sousa та ін. Інтеграцію соціально-емоційного навчання та навчання математики у початковій та основній школі вивчають R. Sears, J. Bay-Williams, J.C. Willingham, A. Cullen, K. Grace, A. Lucenta, S. Creighton, C. Joswick, C.N. Taylor та ін.

Наявні дослідження підтверджують важливість СЕН для розвитку м'яких навичок та додатково припускають, що шкільні програми СЕН можуть мати унікальне місце для сприяння розвитку навичок, необхідних для здорового когнітивного, соціального та емоційного розвитку. Запровадження програм СЕН пов'язані з низкою позитивних результатів для учнів, зокрема: залучення до більшої просоціальної поведінки; покращення академічної участі та досягнень; знижена агресія; зменшення емоційного стресу; формування та підтримка позитивних стосунків; сприяння загальному добробуту [3].

Останнім часом, впровадження СЕН розвивається за такими напрямками: а) інтеграція соціально-емоційного навчання в академічні навчальні програми; б) впровадження окремих курсів на рівні школи, громади чи держави; в) сприяння власному добробуту вчителів і розвиток соціально-емоційних компетентностей у вчителів. У нашому дослідженні, зупинимось на першому напрямі – інтеграція СЕН у процес навчання учнів математики.

**Мета статті** – проаналізувати сучасні підходи до впровадження соціально-емоційного навчання на уроках математики на основі аналізу міжнародного досвіду.

**Виклад основного матеріалу.** Психологи доводять, що вік від 4 до 14 років є періодом безцінного соціального, емоційного та когнітивного розвитку. З більш високою пластичністю мозку, ніж у дорослих, діти та молодь особливо сприйнятливі до розвитку компетентностей соціально-економічного навчання. Шкільне навчання є ключовим періодом у розвитку дітей, також шкільне середовище є потенціалом для взаємодії з широким колом однолітків. Зростаючий інтерес до благополуччя молоді в шкільному контексті підкреслюється зростаючим усвідомленням проблем інтерналізації та екстерналізації, з якими стикаються молоді люди, включаючи тривогу, депресію, залякування та агресію [3].

У всьому світі було впроваджено багато успішних, з доведеною ефективністю програм СЕН. Наприклад, програма «Сприяння стратегіям альтернативного мислення» (PATHS) [11], яка була проведена в багатьох країнах, показала позитивний вплив на рівень агресії дітей, соціальну компетентність та академічну участь. Подібна програма СЕН у Португалії «Позитивне ставлення» має на меті підвищити соціальну обізнаність учнів, самоконтроль і самооцінку, а також зменшити соціальну тривогу та ізоляцію [4]. У Канаді такі програми, як «The Roots of Empathy» та «MindUP», підтримують залучення учнів до просоціальної поведінки, а також покращують когнітивний контроль, емпатію та сприйняття однолітками.

Багато різних програм СЕН було розроблено та впроваджено в школах Сполучених Штатів Америки, починаючи від універсальних програм для цілого класу і закінчуючи цільовими програмами для дітей із групи ризику та дітей із дефіцитом навичок. Також, значно зросла кількість штатів, які затвердили стандарти соціально-емоційного навчання та рекомендації для підтримки впровадження їх у школах. Впровадження програм СЕН у школах переважно підтримується вчителями, більшість із яких повідомляє, що СЕН має бути важливою частиною досвіду учня в школі, особливо в початковій школі [7; 8].

Формування та розвиток соціальних й емоційних компетентностей може відбуватися у процесі вивчення конкретних навчальних дисциплін, зокрема, математики. У багатьох країнах світу, на рівні стандартів математики, навчальних програм з математики соціально-емоційне навчання є обов'язковим. Наприклад, у Канаді, Комісія з питань психічного здоров'я Канади не лише визнає психічне здоров'я дітей та молоді пріоритетом, але також визначає школи як важливий контекст для виховання соціально-емоційних навичок, необхідних для сприяння позитивному соціальному, емоційному, розумовому розвитку та академічному розвитку. Зокрема, у навчальній програмі з математики для 1-8 класів [14], обов'язкові вимоги до навчання описано у навчальному плані в загальних і конкретних очікуваннях. Для кожного розділу навчальної програми (А, В, С, D, E, F) з математики для 1–8 класів наведено загальні очікування та конкретні очікування. У сукупності загальні та конкретні очікування представляють обов'язкову навчальну програму, причому: розділ А це соціально-емоційне навчання і математичні процеси, В – числа, С – алгебра, D – дані, E – відчуття простору, та F – фінансова грамотність.

Відповідно до цієї програми [14], навчання пов'язане з напрямком А, це навички соціально-емоційного навчання у математиці та математичних процесах, що відбувається в контексті навчання, пов'язаного з іншими напрямками (В, С, D, E, F). До **основних складових СЕН на уроках математики відносять: ідентифікація і управління емоціями; управління стресом і його подолання; позитивна мотивація і наполегливість; навички здорових стосунків; самосвідомість і відчуття ідентичності; критичне та креативне мислення**. Загальні очікування для розділу А сформульовані у вигляді таблиці однакової для всіх класів. **Також**, до кожної складової СЕН для кожного класу наведені приклади, призначені на допомогу вчителям. Під час планування змісту навчання, вчителям важливо: переконатися, що отриманий досвід відповідає навчальним та життєвим інтересам учнів; визначити різноманітні способи пізнання та використання математичних процесів. Наприклад:

*1 клас. Ідентифікація та управління емоціями.*

*Коли учні досліджують ймовірність того, що події відбуваються, і використовують такі терміни, як «неможливо», «можливо» і «певно», щоб описати цю ймовірність, вони можуть розмірковувати і визначати різні емоції, які вони відчувають. Наприклад, якщо в реальному житті вірогідність дощу є певною, вони можуть пов'язати це з розчаруванням через необхідність змінити свої плани. З іншого боку, вони можуть відчувати полегшення від того, що рослини отримають воду, необхідну для росту. Учні можуть сформулювати або обговорити різні стратегії, які вони можуть використовувати в різних ситуаціях, щоб допомогти визначити, перевірити та керувати своїми емоціями. Стратегії можуть включати визначення альтернативних планів або підходів, розробку та відпрацювання сценарію для вираження свого розчарування та спроб визначити речі, на які вони мають менший контроль (наприклад, відстеження часу) та зосередження на речах, над якими вони мають більший контроль.*

*7 клас. Самосвідомість і відчуття ідентичності*

*Коли учні визначають і порівнюють обмінні курси та конвертують іноземні валюти в канадські долари та навпаки, вони можуть розмірковувати про свої особисті зв'язки з іншими країнами та культурами, їхні цінності та досвід, а також про те, як це впливає на їхнє почуття ідентичності. Встановлюючи зв'язки з вивченням історії та географії, учні також можуть розмірковувати про дисбаланс економічної влади між країнами,*

*внутрішню та глобальну бідність та вплив історичних процесів, таких як колоніалізм, на їх почуття ідентичності. Розвиток навичок критичного мислення в математиці може допомогти учням встановити ці зв'язки.*

Відзначається, що ці зразки, призначені лише для ілюстрації, і їх можна замінити або доповнити завданнями та навчальними контекстами, які відображають інтереси учнів, а також надають учням можливість дізнатися про різноманітні культури та спільноти в шанобливий та поінформований спосіб.

Департамент освіти штату Кентуккі, США (KDE) розробив для кожного класу покрокові описи інтеграції основних компетентностей CASEL у їхні математичні стандарти. Документ «Інтеграція соціального, емоційного та академічного розвитку (SEAD) в рамках академічних стандартів Кентуккі (KAS) з математики» призначений для вчителів, для ефективного планування уроків. Головна мета цього документа – демонстрація можливого поєднання розвитку соціально-емоційних компетентностей із розвитком математичної компетентності. Цей документ містить такі розділи: Зв'язки між соціальними та емоційними компетентностями в межах SEL Framework від Collaborative for Academic, Social, and Emotional Learning (CASEL) та очікуваннями, викладеними в KAS з математики; П'ять компетентностей СЕН – самосвідомість, самоконтроль, соціальна обізнаність, навички стосунків і прийняття відповідальних рішень; Проектні міркування та конкретні приклади того, як інтеграція SEAD може виглядати в рамках конкретного класу; Питання, що спонукають вчителів самостійно обмірковувати шляхи інтеграції SEAD в ефективне навчання математики; Завдання, які вчителі можуть пропонувати учням, щоб стимулювати розвиток соціальних та емоційних навичок, а також залучити учнів до вивчення математики [10].

Дана-центр в Техаському університеті в Остіні (США) вже 30 років спрямовує свою діяльність на зміцнення та модернізацію американської математичної освіти [13]. Групи експертів з математичної освіти та соціально-емоційного навчання разом із командами вчителів розкрили зв'язки між навчанням математики та формуванням соціально-емоційних компетентностей, запропонували різноманітні розробки, включаючи розробки уроків математики на яких формуються та розвиваються соціально-емоційні компетентності. Зокрема, дослідники аргументують доцільність інтеграції соціально-емоційного навчання та «Загальних основних державних стандартів математики»; описують ідеальне середовище навчання та співпраці, яке сприятиме розвитку навичок міжособистісного та внутрішньоособистісного спілкування, необхідних учням для успіху в школі, на роботі та в житті у рубриці «Опис ідеальної класної кімнати». У Додатку до «Опису ідеальної класної кімнати» запропоновано відеофрагменти уроків вчительки Кеті Хамфріс. Вона описує способи, за допомогою яких її учні демонструють соціальні та емоційні навчальні здібності, коли вони залучаються до математичної практики. Експерти у галузі математичної освіти та вчителі математики Дана-центру також пропонують: «Інструмент для оцінювання СЕН», мета цього інструменту — визначити, наскільки навчальні матеріали з математики підготовлені вчителем, сприяють розумінню та застосуванню учнями загальновизнаних соціальних та емоційних навичок навчання; навчальні посібники, кожен із цих посібників зосереджується на одній із серій вправ із вирішення проблем, розроблених «Службою ресурсів оцінювання математики (MARS)». Кожен навчальний посібник містить рекомендації для вчителя щодо розвитку соціальних та емоційних навичок учнів й залучення учнів до вивчення математики [13]. Проте, наявність вище описаних рекомендацій, розробок не звільняє вчителя математики від систематичної, ґрунтовної, гоміздкої підготовки до уроків.

Сучасні дослідження щодо інтеграції СЕН у навчання математики умовно можна розділити на дві групи: 1) дослідження у яких перевіряється вплив СЕН на ефективність навчання математики; 2) статті у яких вчителі діляться власним досвідом, розробками, технологіями щодо впровадження СЕН у навчання математики. Актуальним є спеціальні випуски методичних журналів, присвячених впровадженню СЕН на уроках математики.

Приміром спеціальний випуск MTLT PK-12 (Вчитель математики: Навчання та викладання PK-12; Том 115: Випуск 11, листопад 2022 року), присвячений інтеграції СЕН та навчання математики.

Candace Joswick та Crystal N. Taylor обґрунтовують, що включення компонентів СЕН у зміст навчання математики значно покращує академічну поведінку дітей, наприклад мотивацію та залученість, а також покращує успішність учнів з математики, сприяє творчому мисленню та навичкам наполегливості. Також, інтеграція СЕН у навчання математики є засобом запобігання розвитку у дітей негативних емоцій, пов'язаних з математикою (стрес, хвилювання). Дослідники детально описують використання технології Number Talk на уроках математики. Number Talk — це коротка діяльність (зазвичай тривалістю від 5 до 15 хвилин), під час якої вчитель сприяє обговоренню з усім класом або невеликою групою дітей ретельно розробленої проблеми або послідовності проблем. Під час використання цієї технології, діти вирішують проблеми подумки, а потім обговорюють можливі рішення та стратегії; вчитель сприяє обговоренню відкритими запитаннями, які спонукають дітей висловлювати власні ідеї щодо проблем і розглядати ідеї інших. Такі «Числові розмови» сприяють осмисленню учнями проблем і наполегливості у їх вирішенні, залучають до абстрактних та кількісних міркувань, до побудови аргументів і до критики міркувань інших тощо. Використання технології Number Talks може створити культуру в класі, де діти почуватимуться впевненіше та впевненіше й безпечніше виражати своє хвилювання та невпевненість, пов'язані з математикою. Дослідники пропонують рекомендації вчителям щодо впровадження СЕН на уроках математики: зосередьтеся на одній або двох компетентностях; з часом індивідуалізуйте складність завдань; використовуйте відверту розмову про СЕН і позв'яжуйте емоції з діяльністю. Остання порада означає ставити запитання про те, як діти почувалися. Наприклад перед початком Number Talks: *«Сьогодні ми будемо практикувати самосвідомість і навички самоконтролю. Це означає, що ми будемо розпізнавати свої думки та емоції та те, як вони пов'язані. Для початку я хотів би виконати вправу, щоб зрозуміти, як ви ставитеся до практики [вставте математичну мету] під час сьогоднішньої Number Talks»*. Після проведення Number Talks: *«Тепер, коли ми стали більш усвідомленими і вправа Number Talks закінчилася, як ви ставитеся до своєї здатності розв'язувати [вставте математичну мету]?»*. Вчитель може дозволити учням повідомляти про свої почуття за допомогою жестів руками, або зобразивши на дошці таблицю зі стовпцями: «Дуже впевнено, впевнено, трохи впевнено, не впевнено» і попросити дітей розмістити наліпку під стовпчиком, який їм найбільше близький [9].

Ruthmae Sears, Jennifer Bay-Williams, James C. Willingham, Amanda Cullen переконують, що при підготовці до уроку вчителів не варто зосереджуватися на всіх п'яти складових СЕН. Достатньо визначити принаймні одну компетентність та свідомо використовувати її протягом уроку. Причому зосередження на одній компетентності СЕН може сприяти розвитку інших, оскільки компетентності переплітаються. Науковці наводять приклади чотирьох математичних завдань з детальними коментарями щодо роботи із математичним завданням та вказівками щодо формування визначеної компетентності СЕН. Зокрема, для учнів 2 класу «Два способи міркування про віднімання» (Самосвідомість); для учнів 3–5 класів «Вимірювання довжини одиницями однакового розміру» (Самоуправління); для учнів 6–8 класів «Використання даних для дослідження зв'язків між змінними» (Навички стосунків); для учнів 9–12 класів «Аналіз шаблону з квадратними числами» (Соціальна обізнаність).

*Наприклад: 3–5 класи. Завдання: Шляхи на карті скарбів (робота у парах).*

*Партнери працюють разом, щоб знайти скарб. У кожного є своя карта скарбів і купа скріпок різного розміру. Пари розміщують між собою перегородку (наприклад, папку з файлами), щоб вони не могли бачити карту свого партнера. Кожен вибирає один предмет на карті скарбів і ставить на ньому X. Далі кожен учень створює шлях зі скріпок від «початку» до свого X. Шляхи мають бути горизонтальними або*

вертикальними. Кожен партнер по черзі дає усні вказівки, використовуючи напрямки (північ, південь, схід і захід), як дістатися від початку до вибраного предмета, не зазираючи через перегородку на прогрес свого партнера. Якщо один або обидва учні не знайшли бажаний предмет свого партнера, пара знову намагається знайти скарб.

6–8 класи *Задача: Похила площина (робота у групах)*

*Запитання: М'яч котиться по схилу. Якщо маса м'яча, довжина та висота схилу змінюються, яка з цих змінних впливає на час, за який м'яч досягає нижньої точки схилу? Після того, як учні поділилися можливими змінними (наприклад, час, за який м'яч досягне нижньої точки нахилу; маса м'яча; довжина нахилу площини; висота нахилу тощо), попросіть їх розробити експеримент, щоб дослідити питання наприклад, «Чи впливає розмір м'яча на його час руху по схилу?» Попросіть учнів записати свої дані в таблиці та проаналізувати результати [12].*

Науковці звертають увагу, що пошук або адаптація завдань, які сприятимуть розвитку як математичних так і соціально-емоційних компетентностей, є досить важким завданням. Щоб полегшити цей процес пропонуються наступні поради: 1) Почніть із вибору математичного завдання на урок, а потім визначте одну компетентність СЕН, яка є доцільною. Потім оберіть способи, технології роботи із завданням під час уроку; 2) Роздрукуйте запитання «Задайте собі», списки компетентностей СЕН та майте їх під рукою для регулярного використання. Таким чином, коли ви бачите, що одна з цих компетентностей або практик виникає, ви можете вказати на це учням. Результатом такого взаємного підходу є особлива зосередженість на навчанні кожного учня та створення середовища, де учні опановують необхідні навички, щоб індивідуально та колективно брати участь у взаємодіях, які призводять до позитивних почуттів і стосунків і покращують можливості брати участь у навчанні і займатися математикою.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Соціальне та емоційне навчання (експериментально доведено [6; 7; 8]) є ефективним способом сприяння позитивним результатам у навчанні, психологічному здоров'ї та благополуччї дітей і молоді. Проте виникають питання: які компетентності СЕН можна і потрібно розвивати у процесі навчання математики; як їх розвивати та вимірювати в різних контекстах? Також зрозуміло, що розвиток соціально-емоційних компетентностей має реалізовувати підготовлений вчитель. Отже важливою є підготовка та професійний розвиток вчителів для реалізації СЕН на уроках математики. Необхідним також є дидактичне забезпечення розвитку соціально-емоційних та математичних компетентностей.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Гриневич, Л., Дрожджина, Т., Глоба, О. (2021). Аналітичний огляд «Можливості для реалізації соціально-емоційного навчання в рамках реформи «Нова українська школа», Л. Гриневич, С. Калашнікова (ред.). Видавнича група «Шкільний світ». (Hrynevych, L., Drozhzhyna, T., Hloba, O. Analytical review of "Possibilities for the implementation of socio-emotional education within the framework of the reform "New Ukrainian School", L. Hrynevych, S. Kalashnikova (Eds.). "Shkilnyi svit" publishing group.).
2. Закон України «Про освіту» (2017). Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1060-12#Text>. (Law of Ukraine «About education» (2017). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1060-12#Text>).
3. Al-Jbouri, E., Andrews, N. C. Z., Peddigrew, E., Fortier, A., Weaver, T. (2022). Building elementary students' social and emotional skills: A randomized control trial to evaluate a teacher-led intervention. *School Mental Health*. <https://doi.org/10.1007/s12310-022-09538-x>.
4. Coelho, V. A., Sousa, V. (2018). Differential Effectiveness of a Middle School Social and Emotional Learning Program: Does Setting Matter? *Journal of Youth and Adolescence*, 47(9), 1978–1991. <https://doi.org/10.1007/s10964-018-0897-3>.
5. Fundamentals of SEL–CASEL. (b. d.). CASEL. Retrieved from: <https://casel.org/fundamentals-of-sel/>.

6. Fenwick-Smith, A., Dahlberg, E. E., Thompson, S. C. (2018). Systematic review of resilience-enhancing, universal, primary school-based mental health promotion programs. *BMC Psychology*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40359-018-0242-3>.
7. Green, A. L., Ferrante, S., Boaz, T. L., Kutash, K., Wheeldon-Reece, B. (2022). Effects of the SPARK Teen Mentoring Program for High School Students. *Journal of Child and Family Studies*. <https://doi.org/10.1007/s10826-022-02298-x>.
8. Green, A. L., Ferrante, S., Boaz, T. L., Kutash, K., Wheeldon-Reece, B. (2021). Evaluation of the SPARK Child Mentoring Program: A Social and Emotional Learning Curriculum for Elementary School Students. *The Journal of Primary Prevention*, 42(5), 531–547. <https://doi.org/10.1007/s10935-021-00642-3>.
9. Joswick, C., Taylor, C. N. (2022). Supporting SEL Competencies with Number Talks. *Mathematics Teacher: Learning and Teaching PK-12*, 115(11), 781–791. <https://doi.org/10.5951/mtlt.2021.0347>.
10. Integrating Social, Emotional and Academic Development (SEAD) within the KAS for Mathematics. (b. d.). KYstandards. Retrieved from: <https://kystandards.org/standards-resources/mathematics-resources/integrating-sead-mathematics/>.
11. PATHS® Curriculum – PATHS™. (b. d.). PATHS™ – Promoting Alternative THinking Strategies. Retrieved from: <https://www.pathstraining.com/main/curriculum/>.
12. Sears, R., Bay-Williams, J., Willingham, J. C., Cullen, A. (2022). Symbiosis: Social and Emotional Learning & Mathematics Learning. *Mathematics Teacher: Learning and Teaching PK-12*, 115(11), 770–780. <https://doi.org/10.5951/mtlt.2022.0081>.
13. Social and Emotional Learning and Mathematics. Retrieved from: <https://www.insidemathematics.org/common-core-resources/mathematical-practice-standards/social-and-emotional-mathematics-learning>.
14. The ontario curriculum. Grades 1–8. Mathematics (2020). Retrieved from: [https://assets-us-01.kc-usercontent.com/fbd574c4-da36-0066-a0c5-849ffb2de96e/90439c6e-f40c-4b58-840c-557ed88a9345/The%20Ontario%20Curriculum%20Grades%201%E2%80%938%20-%20Mathematics,%202020%20\(January%202021\).pdf](https://assets-us-01.kc-usercontent.com/fbd574c4-da36-0066-a0c5-849ffb2de96e/90439c6e-f40c-4b58-840c-557ed88a9345/The%20Ontario%20Curriculum%20Grades%201%E2%80%938%20-%20Mathematics,%202020%20(January%202021).pdf)

**Mykhailenko L. F. Social-emotional learning in mathematics lessons: current trends.**

**Summary.** *The article analyzes modern approaches to the implementation of social-emotional learning in mathematics lessons based on the analysis of international experience. In the process of research, theoretical research methods were used: analysis, synthesis, comparison, analogy, generalization when working out scientific and methodical literature, standards of mathematics education, curricula in mathematics and other educational documents. It is emphasized that social-emotional learning should be an important part of the student's experience in school, especially in elementary school. The experience of integrating social-emotional learning into the process of teaching mathematics students in the USA and Canada is presented. On the example of the curriculum in mathematics in Ontario (Canada), the possibilities of developing social-emotional and mathematical competences are shown. The experience of the states of Kentucky and Texas (USA) regarding the integration of social-emotional and mathematical competencies at the level of the mathematics standard is described. Specific examples of the implementation of social-emotional learning in mathematics lessons are given. Selected advice to mathematics teachers regarding the implementation of social-emotional learning in mathematics lessons.*

*Social and emotional learning is an effective way of promoting positive learning outcomes, psychological health and well-being in children and young people. However, questions arise: what competencies of social-emotional learning can and should be developed in the process of learning mathematics; how to develop and measure them in different contexts? It is also clear that the development of socio-emotional competences should be implemented by a trained teacher. Therefore, the preparation and professional development of teachers for the implementation of socio-emotional learning in mathematics lessons is important. It is also necessary to provide didactic support for the development of socio-emotional and mathematical competences.*

**Key words:** socio-emotional learning, mathematics learning, mathematical competence, educational process, New Ukrainian school, educational program, ethical education.

УДК 378+374].091.21-025.4:[159.923.2:004.031.42]

DOI 10.5281/zenodo.8025586

**Т. І. Мієр**

ORCID ID 0000-0002-2874-2925

Київський університет імені Бориса Грінченка

**Л. С. Голодюк**

ORCID ID 0000-0002-5064-0968

Комунальний заклад «Кіровоградський обласний  
інститут післядипломної педагогічної освіти

імені Василя Сухомлинського

**В. О. Савош**

ORCID ID 0000-0001-9499-885X

Волинський інститут післядипломної педагогічної освіти

**Г. Л. Бондаренко**

ORCID ID 0000-0001-5978-5138

Київський університет імені Бориса Грінченка

## **ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ ТА ОСВІТИ ДОРΟΣЛИХ З АКЦЕНТОМ НА ПОЛЯХ САМОРЕАЛІЗАЦІЇ З ІНТЕРАКТИВНОЮ ВЗАЄМОДІЄЮ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ**

*У статті висвітлено результати дослідження, які отримано відповідно до мети наукового пошуку: 1. Дослідити організацію процесу навчання у закладах вищої педагогічної освіти та освіти дорослих, яке здійснювалося з акцентом на полях самореалізації з інтерактивною взаємодією здобувачів освіти. 2. Розкрити сутність полів самореалізації студента / учителя, який навчається на курсах підвищення кваліфікації, на основі співвіднесення їхніх дій з функціонуванням формальної, інформальної та неформальної освіти. 3. Визначити дії, які спричиняють ефективну самореалізації учасників процесу навчання в інтерактивній взаємодії з використанням змісту математичної та природничої освітніх галузей, визначених у чинних державних стандартах.*

*Дослідження реалізовано з використанням комплексу методів: теоретичних (аналіз, синтез, порівняння, зіставлення, систематизація, узагальнення) та емпіричних (організація процесу навчання, спостереження, бесіди, анкетування).*

*Результати дослідження сформульовано стосовно процесу навчання студентів закладів вищої педагогічної освіти та учителів, які проходять курси підвищення кваліфікації. Виокремлено три поля самореалізації здобувачів освіти, співвіднесено їх з формальною, інформальною та неформальною освітою. Розроблено таблицю-матрицю організації процесу навчання у закладах вищої педагогічної освіти та освіти дорослих з акцентом на полях самореалізації здобувачів освіти. Практичне значення дослідження полягає у визначенні ефективних дій здобувачів освіти на основі самореалізації з інтерактивною взаємодією. Це обговорення актуальних проблем, розв'язання професійно орієнтованих завдань, проведення дискусій, аналіз різних професійних ситуацій. У статті наведено приклади розв'язання професійно орієнтованих завдань під час навчання студентів та учителів, які проходять курси підвищення кваліфікації з математики та фізики.*

**Ключові слова:** поля самореалізації, самореалізація з інтерактивною взаємодією, студенти спеціальності «Початкова освіта», учителі, які проходять курси підвищення кваліфікації з математики та фізики.

**Постановка проблеми.** Організація навчання у закладах вищої педагогічної освіти та освіти дорослих ґрунтується на філософському, економічному, антропогенному та психофізіологічному вимірах взаємопов'язаного розвитку суспільства й особистості. У філософському вимірі значущим постає вияв дії закону відтворення суспільства, суть якого полягає у встановленні взаємозалежності між розвитком суспільства й розвитком освіти. Постійний суспільний розвиток активізує у членів суспільства потребу в отриманні освіти, а розвиток освіти удосконалює суспільство. Аналіз економічного прогресу розвинених країн світу засвідчує наявність зв'язку між суттєвими економічними досягненнями та високим рівнем розвитку освітнього процесу. У контексті антропогенного виміру увага акцентується на формуванні Людини освіченої як відповіді на процес динамічного зростання складності навколишнього світу й вибудовування освітнього процесу з акцентом на цілеспрямованому формуванні вміння ефективно навчати себе та адекватно й відповідально діяти як в умовах постійних соціально-економічних змін, так і в умовах інтенсивного продукування наукового знання. Значущість освітнього процесу для особистісного й суспільного прогресу стосується і психофізіологічного виміру. На рівні генотипу кожній людині властива здатність адаптуватися до будь-яких умов життя в цілому та навчання зокрема, самореалізовуватися та інтерактивно взаємодіяти.

**Аналіз актуальних досліджень.** Проблема інтерактивної взаємодії в процесі навчання набула різноаспектного розроблення та наукового обґрунтування щодо: структурно-функціональної семантики категорії взаємодія (З. Ковальчук [5]); теоретико-методичних засад підготовки майбутніх учителів початкової школи до застосування інтерактивних технологій (О. Комар [7]); дидактичних засад застосування інтерактивних методів навчання молодших школярів (Н. Коломієць [6]); формування когнітивних умінь учнів 7-8 класів у процесі вивчення фізики з використанням інтерактивних технологій (Н. Шолохова [14]); управління впровадженням інтерактивних освітніх технологій в навчальний процес загальноосвітнього навчального закладу (О. Єльнікова [3]); застосування інтерактивних методів колективно-групового навчання на уроках математики для підвищення рівня пізнавальної активності учнів (Н. Тарасенкова [11]); недоліків у сучасному освітньому середовищі, які утруднюють взаємодію учня, вчителя з інтерактивними освітніми сервісами під час навчання математики учнів 5-6 класів (І. Акуленко [1]); використання інноваційних підходів в процесі навчання елементарної математики, формування й розвитку творчого мислення майбутніх учителів математики (О. Чашечникова, Є. Колесник [13]); застосування інтерактивних методів колективно-групового навчання майбутніх учителів математики (В. Моторіна [10]); організації партнерської взаємодії педагогічного університету та школи у становленні вчителя математики (О. Матяш, Л. Михайленко [8]); організації навчання дорослих на основі інтерактивної взаємодії (В. Федорук [12]; С. Зінченко [4] та ін. Аналіз змісту наукових праць засвідчив відсутність дослідження проблеми організації процесу навчання у закладах вищої педагогічної освіти та освіти дорослих з акцентом на полях самореалізації з інтерактивною взаємодією здобувачів освіти.

**Мета статті.** Узагальнення результатів дослідження: 1) організації процесу навчання у закладах вищої педагогічної освіти та освіти дорослих, яке здійснювалося з акцентом на полях самореалізації з інтерактивною взаємодією здобувачів освіти; 2) сутності полів самореалізації студента / учителя, який навчається на курсах підвищення кваліфікації, на основі співвіднесення їхніх дій з функціонуванням формальної, інформальної та неформальної освіти; 3) дій, які спричиняють ефективну самореалізації учасників процесу навчання (йдеться про студента та учителя, який навчається на курсах підвищення кваліфікації) в інтерактивній взаємодії з використанням змісту математичної та природничої освітніх галузей, визначених у чинних державних стандартах.

**Виклад основного матеріалу.** Аналізуючи організацію навчання у закладах вищої педагогічної освіти та освіти дорослих, слід, у першу чергу, акцентувати увагу на тому, що кожен викладач, студент / викладач, учитель, який навчається на курсах підвищення кваліфі-

кації, має як власне поле самоосвітньої діяльності, так і поле взаємодії з іншими учасниками процесу навчання (табл. 1). Результати самореалізації в кожному із цих полів позначається на результатах процесу навчання у закладах вищої педагогічної освіти та освіти дорослих.

Випереджальна самоосвітня діяльність спонукає учасників процесу навчання до активності в полі взаємодії та супроводжується почуттям пізнавального зростання, загальним позитивним ставленням до цього процесу та його результатів. Звісно на активність учасників процесу навчання у полі взаємодії впливає рівень фахової майстерності викладача, а також мотиваційні характеристики студентів / учителів, які навчаються на курсах підвищення кваліфікації, зокрема рівень сформованості: 1) професійних мотивів, що виявляються в наявності: бажання здійснювати професійну діяльність по-новому; інтересу до педагогічної професії; бажання використати можливість творчо реалізувати себе тощо); 2) соціальних мотивів, які фіксуються з огляду на наявність прагнення до вибудовування кар'єри, реалізації кар'єрного зростання тощо); 3) мотивів престижу, якими охоплюється прагнення добитися визнання серед колег тощо; 4) мотивів співпраці, що включає бажання використати побачене (сприйняте) в професійній діяльності, розширити свої функціональні можливості, оволодіти новими знаннями, вміннями; 5) мотивів самоактуалізації, якими засвідчується бажання експериментувати, засвоювати нововведення як сучасної психології й педагогіки, так і математики, фізики, біології тощо.

Таблиця 1

**Таблиця-матриця організація процесу навчання у закладах вищої педагогічної освіти та освіти дорослих з акцентом на полях самореалізації здобувачів освіти**

| <b>Поле самореалізації викладача</b>                                                                                        | <b>Поле взаємодії учасників процесу навчання з акцентом на самореалізації</b>                                                                         | <b>Поле самореалізації здобувача освіти (студента / учителя, який навчається на курсах підвищення кваліфікації)</b>                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Самоосвітня діяльність                                                                                                      | Самореалізація з інтерактивною взаємодією                                                                                                             | Самоосвітня діяльність                                                                                                                                                      |
| Організація власної діяльності з метою постійного удосконалення професійних знань, умінь, розширення світогляду             | - Обговорення актуальних проблем;<br>- розв'язання професійно орієнтованих завдань;<br>- проведення дискусій;<br>- аналіз різних професійних ситуацій | Організація власної діяльності з метою формування досвіду організації професійної діяльності (стосовно студента) / удосконалення досвіду організації професійної діяльності |
| Інформальна освіта / неформальна освіта (участь різних заходах, а саме: конференціях, тренінгах, семінарах, вебінарах тощо) | Формальна освіта (стосовно студентів) / Неформальна освіта (стосовно вчителів, які навчаються на курсах підвищення кваліфікації)                      | Інформальна освіта / неформальна освіта (участь різних заходах, а саме: конференціях, тренінгах, семінарах, вебінарах тощо)                                                 |

На результативності взаємодії викладача з учасниками процесу навчання впливає багато факторів, у тому числі й правильність, помірність темпу й інтонаційна виразність мовлення викладача, доброзичливий і зацікавлений погляд, продуктивність взаємодії.

Аналіз експериментальних даних засвідчив, що учасники освітнього процесу ефективно взаємодіють у разі застосування викладачем активних методів. Приміром, це можуть бути [9]:

- метод М. Броудлі (Англія) – взаємодія організовується на основі трьох видів ситуацій: I вид ситуацій – ситуація-оцінка (студенти / учителі, які навчаються на курсах підвищення кваліфікації, мають дати оцінку прийнятим рішенням); II вид

ситуацій – ситуація-проблема (студенти / учителі, які навчаються на курсах підвищення кваліфікації, мають встановити причину виникнення ситуації (явища, процесу), конкретизувати власні дії з її вирішення); III вид ситуацій – ситуація-вправа (студенти / учителі, які навчаються на курсах підвищення кваліфікації, вправляються у вирішенні проблеми, використовуючи метод аналогій);

- метод «Lab Book» Мак Мілан (Канада) – взаємодія організовується на основі прогнозування та систематизації знань: I етап – вибір теми та складання плану (студенти / учителі, які навчаються на курсах підвищення кваліфікації, створюють інтелектуальну карту теми/проблеми, що розглядатиметься під час заняття); II етап – створення макету та його складових (студенти / учителі, які навчаються на курсах підвищення кваліфікації, встановлюють причину виникнення педагогічної ситуації (явища, процесу), конкретизують власні дії з її вирішення та відображають їх за асоціацією); III етап – моделювання лепбука (студенти / учителі, які навчаються на курсах підвищення кваліфікації вправляються у відтворенні схематичного продукту теми/проблеми).

Поле взаємодії учасників процесу функціонує на основі постійного руху та обміну інформацією, яка стосується і навчального матеріалу, і сукупності відомостей, потрібних викладачу як суб'єкту управління для пізнання та оцінювання стану освітнього процесу. Інформація як зворотний зв'язок дає змогу викладачу зіставляти дійсний стан процесу навчання з тим, який було спроектовано відповідно до мети взаємодії, наповнювати спілкування повагою учасників взаємодії один до одного, орієнтувати на самоорганізацію, сприяти пізнавальній активності студентів / учителів, які навчаються на курсах підвищення кваліфікації, заохочувати їх до висловлювання власних міркувань тощо.

На ефективність взаємодії учасників процесу навчання можуть пливати різні фактори. У контексті сьогодення до найбільш значущих факторів слід віднести запровадження на території України воєнного стану. У нових умовах організації взаємодії важливо дотримуватися екоінтедиференційного підходу (Л. Голодюк [2]). За узагальненням вченої [2], у такий період у здобувачів освіти спостерігається: 1) зниження ефективності розумової діяльності; 2) послаблення інтересу до процесу навчання; 3) загальне зниження працездатності. У разі наявності в поведінці здобувачів освіти зазначених ознак слід вибудовувати взаємодію на основі об'єднання учасників освітнього процесу у комфортні для взаємодії групи за власним вибором, та опосередковано контролювати їхню самореалізацію через складність змісту запропонованих завдань.

Як приклад можна навести завдання, зміст яких вибудовується на основі самореалізації з інтерактивною взаємодією.

1. Студентам здобувачам вищої освіти другого (магістерського) рівня освітньої програми 013.00.01 «Початкова освіта» пропонується об'єднатися у групи для обговорення міжпредметних зв'язків та доповнення змісту природничої освітньої галузі змістом математичної.

Зміст завдання. Обговоріть зміст трьох ситуацій. Визначте, за допомогою яких умовних мірок або умовної мірки можна позначити протяжність особистого простору птаха. Побудуйте моделі віддаленості особистих просторів різних птахів з урахуванням змісту ситуацій.

*I ситуація:* до гнізда з лелеченятами прилітала лелека.

– Виконуючи завдання, міркуємо так: лелека і лелеченя – це одна сім'я, тому особистий простір... Віддаленість особистих просторів можна зобразити за допомогою такої моделі...

*II ситуація:* до гнізда з лелеченятами прилетів горобець.

– Виконуючи завдання, міркуємо так: горобець і лелеченя – це не одна сім'я, і не хижак, горобці у гнізді лелек будують свої гнізда, тому особистий простір ...; віддаленість особистих просторів різних птахів можна зобразити за допомогою такої моделі...

*III ситуація:* навесні дві сім'ї лелек повернулися до місця гніздування.

- Якою моделлю можна зобразити взаємодію особистісних просторів цих птахів? Якою умовною міркою можна позначити віддаленість одного місця гніздування лелеки від іншого?

2. Учителям, які навчаються на курсах підвищення кваліфікації з математики, пропонується виконати професійно орієнтоване завдання, зміст якого об'єднує три ситуації.

Процес виконання професійно орієнтованого завдання розгортається таким чином: спочатку кожен учитель самостійно розв'язує задачу з навчальної теми «Многокутники» (11 кл.), потім організовується обговорення результату виконання завдання у парах/трійках. Після цього кожна пара/трійка готується презентувати варіант виконання завдання, який узгоджено в процесі обговорення.

*Ситуація 1.* Розв'яжіть задачу. Спрогнозуйте помилки, які можуть допустити віртуальні учні під час її розв'язання (Зміст задачі: переріз піраміди, паралельний основі, ділить бічне ребро у відношенні 2:3, рахуючи від вершини піраміди. Знайдіть площу основи, якщо вона більша за площу перерізу на  $63 \text{ см}^2$ ).

*Ситуація 2.* Розробіть рекомендації щодо організації роботи учнів над допущеними помилками. Передбачте організацію корекційної роботи для цього створіть на основі наведеної вище задачі три варіанти нових задач. Виконуючи завдання дотримуйтесь такої умови: зміст задачі має слугувати розвитку практичних навичок учнів. Визначте дидактичну цінність (функцію) складених вами задач.

*Ситуація 3.* Розробіть рекомендації вчителю та учням щодо опрацювання навчальної теми.

Очікувані результати виконання професійно орієнтованого завдання: 1) прогнозування максимальної кількості помилок, які можуть бути допущені віртуальними учнями; 2) розвиток здатності вчителя до продукування альтернативних дидактичних матеріалів, розроблення дидактичних матеріалів для розвитку в учнів практичних навичок; розвиток умінь визначати функцію та місце дидактичного матеріалу в навчальній програмі та організовувати корекційну освітню діяльність на основі його використання; розвиток гнучкості педагогічного мислення вчителя; розвиток умінь добирати методи, засоби і форми роботи як з урахуванням змісту, так і з дотриманням принципу наступності; 3) розвиток здатності вчителя до продукування методичних матеріалів для педагогів та навчальних матеріалів практичної спрямованості для учнів з акцентом на послідовності вивчення навчального матеріалу та різних способах опрацювання навчальної теми.

3. Учителям, які навчаються на курсах підвищення кваліфікації з фізики, пропонується виконати професійно орієнтоване завдання, яке складається з трьох компонентів: ситуації-оцінки, ситуації-проблеми та ситуації-вправи.

*Ситуація-оцінка.* Прочитайте зміст задачі. Визначте у відсотках правильність її розв'язання учасниками відбіркового туру учнівської Інтернет-олімпіади з фізики.

Зміст задачі. Важок на пружині здійснює гармонічні коливання за законом  $x = 8 \cos \pi t$  (см). Визначте середню швидкість руху тягарця за інтервал часу, протягом якого він проходить першу половину амплітуди. Відповідь подайте числом вираженим в см/с.

Розв'язання:  $x = 8 \cos \pi t$  (см) (1);  $v_c = \frac{S}{t}$  (2); 3 рівняння (1)  $x_{\max} = 8 \text{ см}$ ; За умовою задачі  $s = \frac{1}{2} x_{\max} = 4 \text{ см}$ ; Визначимо  $t$  з рівняння (1) для моменту, коли  $x = \frac{1}{2} x_{\max}$ :

$$4 = 8 \cos \pi t; \cos \pi t = \frac{1}{2}; \pi t = \frac{\pi}{3}; t = \frac{1}{3} \text{ с. Отже: } v_c = \frac{8 \text{ см}}{\frac{1}{3} \text{ с}} = 12 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

*Ситуація-проблема.* Проаналізуйте зміст задачі та помилки, які допустили учасники відбіркового туру Волинської учнівської Інтернет-олімпіади з фізики (За результатами відбіркового туру Волинської учнівської Інтернет-олімпіади з фізики правильно розв'язали наведену нижче задачу 11,6% учасників заходу. 23,4% учасників правильно

визначили період та амплітуду коливань, однак зробили помилку вважаючи, що час, протягом якого важок пройде першу половину амплітуди становитиме  $t = \frac{T}{8}$ ). Складіть перелік причин допущення учнями помилок (таблиця 2).

Таблиця 2

**Перелік причин допущення помилок учасниками відбіркового туру  
Волинської учнівської Інтернет-олімпіади з фізики**

| Сутність причини                                                                               | Пояснення сутності причини                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Відсутність нас-<br>тупності у вив-<br>чення навчального<br>матеріалу з алгеб-<br>ри та фізики | Переважає більшість задач на визначення середньої шляхової швидкості є стандартними. У їх змісті задано кілька ділянок руху й пропонується визначити середню швидкість на всьому шляху, оперуючи суто кінематичними величинами. Для розв'язання цієї задачі крім кінематичних величин необхідно використовувати поняття, що характеризують коливальний рух і в кінцевому випадку правильно записати тригонометричне рівняння й розв'язати його. Вивчення тригонометричних функцій відбувається на уроках алгебри у 10 класі на початку другого семестру, а олімпіада проводилася в грудні наступного року, майже через дванадцять місяців. Ми маємо справу із залишковими знаннями |
| Не врахування всіх<br>аспектів руху                                                            | Неправильне визначення часу, протягом якого важок проходить першу половину амплітуди, пов'язане з тим, що залежність координати від часу при коливальному русі не є лінійною, а змінюється за гармонічним законом                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Обмеженість<br>вправлянь учнів                                                                 | Під час вивчення теми «Механічні коливання» зазвичай пропонують учням розв'язувати задачі, у яких необхідно, використовуючи рівняння залежності певної фізичної величини (координати, швидкості, прискорення) від часу, визначити цю величину в певний момент часу<br>В учнів виникають труднощі у процесі роботи з графіками залежностей між фізичними величинами                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

*Ситуація-права.* Розв'яжіть задачі та сформулюйте висновок про методичні особливості опрацювання навчального змісту з урахуванням допущених помилок.

I задача. Середня швидкість тягарця, який пружині здійснює гармонічні коливання, від одного амплітудного положення до іншого становить  $16 \frac{\text{см}}{\text{с}}$ . Визначте період та частоту коливань, якщо їх амплітуда 8 см.

II задача. Визначте  $t$ , якщо  $\sin \frac{2\pi}{T} = \frac{1}{2}$

III задача. Важок на пружині здійснює гармонічні коливання за законом  $x = 8 \cos \pi t (\text{см})$ . Побудуйте графік залежності  $x(t) (\text{см})$ . Позначте на графіку координати  $x_1$  та  $x_2$ , які будуть відповідати моментам часу  $t_1 = \frac{1}{4} \text{с}$  та  $t_2 = \frac{1}{3} \text{с}$ .

IV задача. Побудуйте графік залежності  $x(t) (\text{см})$  для тіла, що рухається рівномірно проти осі  $x$  з швидкістю  $16 \frac{\text{см}}{\text{с}}$ . У початковий момент часу координата тіла становила 8 см.

V завдання. Проаналізуйте графіки задач.

**Висновки та перспективи подальших наукових розвідок.** Дослідження організації процесу навчання у закладах вищої педагогічної освіти та освіти дорослих, яке здійснювалося з акцентом на полях самореалізації з інтерактивною взаємодією здобувачів освіти, слугувало розробленню таблиці-матриці, у якій процес навчання схарактеризовано в трьох полях взаємодії, а саме у: 1) полі самореалізації викладача; 2) полі самореалізації

студента / учителя, який навчається на курсах підвищення кваліфікації; 3) полі взаємодії учасників процесу навчання на основі самореалізації з інтерактивною взаємодією.

Експериментальним шляхом встановлено, що ефективній самореалізації у полі взаємодії учасників процесу навчання сприяє наявність:

- самоосвітньої діяльності у полі самореалізації викладача (інформальна освіта та (чи) неформальна освіта);
- самоосвітньої діяльності у полі самореалізації студента / учителя, який навчається на курсах підвищення кваліфікації (інформальна освіта та (чи) неформальна освіта);
- дії студентів / учителів, які навчаються на курсах підвищення кваліфікації, якими засвідчується активне їх включення в процес обговорення актуальних проблем, розв'язання професійно орієнтованих завдань, проведення дискусій, аналіз різних професійних ситуацій.

Перспективи подальших наукових розвідок вбачаємо у дослідженні методичного супроводу ефективної самореалізації викладачів, студентів та учителів, які навчаються на курсах підвищення кваліфікації, в інформальній та (чи) неформальній освіті.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES**

1. Акуленко, І. А., Сердюк, З. О., Розпутній, О. С. (2020). Взаємодія учня й учителя з інтерактивними освітніми сервісами у навчанні математики в 5–6 класах. Актуальні питання природничо-математичної освіти: збірник наукових праць. Суми : СумДПУ імені А. С. Макаренка, 1(15), 126–133. (Akulenko, I. A., Serdyuk, Z. O., Rozputniy, O. S. (2020). Student-teacher interaction with interactive educational services in teaching mathematics in grades 5–6. Current issues of science and mathematics education: a collection of scientific works. Sumy: Sumy DPU named after A. S. Makarenko, 1(15), 126–133).
2. Голодюк, Л. С. (2015). Завдання дослідницького характеру з математики. Вісник Черкаського університету. Випуск 20(353). Серія : Педагогічні науки. Черкаси : Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького, 88–96. (Holodiuk, L. S. (2015). Tasks of a research nature in mathematics. Herald of Cherkasy University. Issue 20(353). Series: Pedagogical sciences. Cherkasy: Cherkasy National University named after Bohdan Khmelnytskyi, 88–96).
3. Єльнікова, О. В. (2005). Управління впровадженням інтерактивних освітніх технологій в навчальний процес загальноосвітнього навчального закладу (авторефер. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01). Київ. (Yelnikova, O. V. (2005). Management of the implementation of interactive educational technologies in the educational process of a general educational institution (PhD thesis abstract). Kyiv).
4. Зінченко, С. (2013). Взаємодія суб'єктів в освіті дорослих: соціокультурний і психологічний аспекти. Освіта дорослих: теорія, досвід, перспективи, 6, 62. (Zinchenko, S. (2013). Interaction of subjects in adult education: sociocultural and psychological aspects. Adult education: theory, experience, perspectives, 6, 62).
5. Ковальчук, З. Я. (2014). Генетично-психологічні засади оптимізації педагогічної взаємодії в освітніх закладах різних типів (автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 19.00.05). Київ. (Kovalchuk, Z. Ya. (2014). Genetic and psychological principles of optimization of pedagogical interaction in educational institutions of various types (DSc thesis abstract). Kyiv).
6. Коломومیєць, Н. А. (2009). Дидактичні засади застосування інтерактивних методів навчання молодших школярів (автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.09). Київ. (Kolomomiets, N. A. (2009). Didactic principles of the use of interactive methods of teaching junior high school students (PhD thesis abstract). Kyiv).
7. Комар, О. А. (2011). Теоретичні та методичні засади підготовки майбутніх учителів початкової школи до застосування інтерактивних технологій (автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04). Умань. (Komar, O. A. (2011). Theoretical and methodical principles of training future primary school teachers for the use of interactive technologies (PhD thesis abstract). Uman).

8. Матяш, О. І., Михайленко, Л. Ф. (2020). Умови ефективності партнерської взаємодії університету та школи для розвитку методичної компетентності вчителів математики. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми, 57, 189–199. (Matyash, O. I., Mykhaylenko, L. F. (2020). Conditions for the effectiveness of partnership between the university and the school for the development of methodological competence of mathematics teachers. Modern information technologies and innovative teaching methods in training specialists: methodology, theory, experience, problems, 57, 189–199).
9. Мієр, Т., Бондаренко, Г. (2020). Початкова освіта та професійна підготовка майбутніх учителів у країнах ЄС: значущі для української освіти тенденції. Європейські та вітчизняні тренди підготовки майбутніх учителів початкової школи: тезисна теорія та варіативна практика з е-навчанням авторський колектив, Т. І. Мієр (ред.). Німеччина. Карлсрує, сс. 17–27. Режим доступу: [https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/33815/1/%D0%A2\\_%D0%9C%D1%96yer\\_Bondarenko\\_H\\_PETFTIEUCSTFUE.pdf](https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/33815/1/%D0%A2_%D0%9C%D1%96yer_Bondarenko_H_PETFTIEUCSTFUE.pdf). (Mier, T., Bondarenko, G. (2020). Primary education and professional training of future teachers in EU countries: significant trends for Ukrainian education. European and domestic trends in the training of future primary school teachers: thesis theory and variable practice with e-learning author's team, T. I. Mier (Ed.). Germany. Karlsruhe, pp. 17–27. Retrieved from: [https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/33815/1/%D0%A2\\_%D0%9C%D1%96yer\\_Bondarenko\\_H\\_PETFTIEUCSTFUE.pdf](https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/33815/1/%D0%A2_%D0%9C%D1%96yer_Bondarenko_H_PETFTIEUCSTFUE.pdf)).
10. Моторіна, В. Г. (2012). Технологія підготовки вчителя математики до уроку: навчальний посібник для студентів фізико-математичних факультетів педагогічних навчальних закладів. Харківський національний педагогічний університет ім. Г. С. Сковороди. Харків: Вид-во Іванченка І. С. (Motorina, V. G. (2012). The technology of preparing a mathematics teacher for a lesson: a study guide for students of physical and mathematical faculties of pedagogical educational institutions. Kharkiv National Pedagogical University named after H. S. Skovorody. Kharkiv: I. S. Ivanchenko Publishing House).
11. Тарасенкова, Н. А., Оладенко, Ю. С. (2020). Особливості застосування інтерактивних технологій на уроках математики базової школи. Актуальні питання природничо-математичної освіти. Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 1(15), 150–158. DOI: 10.5281/zenodo.4450343. (Tarasenkova, N. A., Oladenko, Yu. S. (2020). Peculiarities of using interactive technologies in elementary school mathematics lessons. Current issues of science and mathematics education. Sumy: A.S. Makarenko SumDPU, 1(15), 150–158. DOI: 10.5281/zenodo.4450343).
12. Федорчук, В. (2011). Особливості навчання вчителів на курсах підвищення кваліфікації. Освіта дорослих: теорія, досвід, перспективи, 3(II частина), 211. (Fedorchuk, V. (2011). Peculiarities of teacher training in professional development courses. Adult education: theory, experience, perspectives, 3(II part), 211).
13. Чашечникова, О. С., Колесник, Є. А. (2014). Інноваційні підходи до підготовки майбутнього вчителя математики. навчання елементарної математики. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології, 8, 262–269. (Chashechnikova, O. S., Kolesnyk, E. A. (2014). Innovative approaches to the training of future mathematics teachers. teaching elementary mathematics. Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies, 8, 262–269).
14. Шолохова, Н. С. (2006). Формування когнітивних умінь учнів 7–8 класів у процесі вивчення фізики за інтерактивними технологіями (авторефер. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02). Київ. (Sholokhova, N. S. (2006). Formation of cognitive skills of students of grades 7–8 in the process of studying physics using interactive technologies (PhD thesis abstract). Kyiv).

**Miyer T. I., Holodiuk L. S., Savosh V. O., Bondarenko H. L. Organization of the learning process in institutions of higher pedagogical education and adult education with an emphasis on the fields of self-realization with interactive interaction of education seekers.**

**Summary.** The article highlights the results of the research, which were obtained in accordance with the goal of scientific research: 1. To study the organization of the learning process in institutions of higher pedagogical education and adult education, which was carried out with an emphasis on the fields of self-realization with interactive interaction of education seekers. 2. To reveal the essence of the fields of self-realization of a student / teacher who is studying at advanced training courses, based on the correlation of their actions with the functioning of formal, informal and informal education. 3. Determine actions that cause effective self-realization of participants in the learning process in interactive interaction using the content of mathematical and natural educational fields defined in current state standards.

The research was implemented using a set of methods: theoretical (analysis, synthesis, comparison, comparison, systematization, generalization) and empirical (organization of the learning process, observation, conversations, questionnaires).

The results of the study are formulated in relation to the learning process of students of institutions of higher pedagogical education and teachers undergoing professional development courses. Three fields of self-realization of education seekers are distinguished, and they are correlated with formal, informal and non-formal education. A table-matrix of the organization of the learning process in institutions of higher pedagogic education and adult education was developed with an emphasis on the fields of self-realization of students of education. The practical significance of the study is to determine the effective actions of students of education based on self-realization with interactive interaction. This is a discussion of current problems, solving professionally oriented tasks, discussions, analysis of various professional situations. The article provides examples of solving professionally oriented tasks during the training of students and teachers who are taking advanced courses in mathematics and physics.

**Key words:** fields of self-realization, self-realization with interactive interaction, students of the "Primary Education" specialty, teachers who take advanced courses in mathematics and physics.

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                                                                      |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ НАВЧАННЯ</b>                                                                                                                        |            |
| <b>ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ В ШКОЛІ ТА ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ РІЗНИХ РІВНІВ АКРЕДИТАЦІЇ.....</b>                                                                      | <b>5</b>   |
| BOYKINA D. V. THE GAME IN MATHEMATICS EDUCATION .....                                                                                                                                | 5          |
| SALTYKOVA A., SALTYKOV D., KALENYUK M., SHKURDODA YU. TESTING AS A METHOD OF MONITORING EDUCATIONAL ACHIEVEMENTS OF PHYSICS STUDENTS .....                                           | 12         |
| БАЗУРІН В. М. РОЗРОБЛЕННЯ УЧНЯМИ МОДЕЛЕЙ ФІЗИЧНИХ ЯВИЩ ЯК ОДИН З ШЛЯХІВ РЕАЛІЗАЦІЇ STEAM-ПІДХОДУ В ОСВІТІ .....                                                                      | 22         |
| ДАНИЛЬЧЕНКО О. С., КОРНУС А. О., КОРНУС О. Г., КОРОЛЬ О. М., КАРНАУШЕНКО Д. П. ГЕОЛОГІЧНИЙ МУЗЕЙ – ЯК ОСЕРЕДОК ЗБЕРЕЖЕННЯ УНІКАЛЬНИХ ЗРАЗКІВ НЕЖИВОЇ ПРИРОДИ .....                   | 29         |
| КОНДРАШОВА К. Г. ОНОВЛЕННЯ ЗМІСТУ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ ПОЧАТКОВИХ КЛАСІВ ВІДПОВІДНО ДО КОНЦЕПЦІЇ «НОВА УКРАЇНСЬКА ШКОЛА» .....                                             | 38         |
| КОРОЛЬСЬКИЙ В. В., ТУРАЄВА О. В. ГЕНЕРАЦІЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЧИСЛОВИХ РЯДІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕОМЕТРИЧНОЇ МОДЕЛІ ТА КОМБІНАЦІЇ РЯДІВ $n = 1 \infty 1n \text{ I } n = 1 \infty nn + 1$ ..... | 46         |
| МОСКАЛЕНКО М. П., МІРОНЕЦЬ Л. П., ТОРЯНИК В. М. ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ БІОЛОГІЇ У 6 КЛАСАХ ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ .....                 | 54         |
| НЕСТЕРЕНКО А. М. ОРГАНІЗАЦІЯ САМОПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ .....                                                                                      | 61         |
| РИМАР А. І., КОРОЛЬСЬКИЙ В. В. ГЕОМЕТРИЧНА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ЧИСЛОВИХ РЯДІВ, ПОВ'ЯЗАНИХ РОСЛИНАМИ-СИМВОЛАМИ УКРАЇНИ .....                                                                | 70         |
| СЕРДЮК З. О., ТКАЧЕНКО А. В. ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ ДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ .....                                                                         | 77         |
| <b>РОЗДІЛ 2. СПРЯМОВАНІСТЬ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ НА РОЗВИТОК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ УМІНЬ ТА ТВОРЧИХ ЗДІБНОСТЕЙ УЧНІВ ТА СТУДЕНТІВ.....</b>                     | <b>86</b>  |
| БОТУЗОВА Ю. В. МОЖЛИВОСТІ РОЗВИТКУ НАВИЧОК КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ .....                                                                                      | 86         |
| ОСТАПЧУК М. В. ДИДАКТИЧНА СИСТЕМА ПРОБЛЕМНОГО НАВЧАННЯ ШКІЛЬНОГО КУРСУ ФІЗИКИ .....                                                                                                  | 94         |
| СВЕРЧЕВСЬКА І. А. УЗАГАЛЬНЕННЯ ІСТОРИЧНОЇ ТОТОЖНОСТІ ДЮФАНТА ЯК ЗАСІБ РОЗВИТКУ ТВОРЧОГО МИСЛЕННЯ У ПРОЦЕСІ ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ.....                               | 100        |
| ХОМ'ЮК І. В., САЧАНЮК-КАВЕЦЬКА Н. В., ХОМ'ЮК В. В., БІЛЕЦЬКИЙ Б. С. ВИКОРИСТАННЯ МАТЕМАТИЧНОГО ІНСТРУМЕНТАРІЮ СТУДЕНТАМИ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ У ВОЛОНТЕРСЬКІЙ ДІЯЛЬНОСТІ.....    | 105        |
| ЧАШЕЧНИКОВА О. С. МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ НАВЧАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ УЧНІВ З РІЗНИМИ СТИЛЯМИ МИСЛЕННЯ .....                                                                     | 113        |
| <b>РОЗДІЛ 3. ПРОБЛЕМА УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ ПРЕДМЕТІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ .....</b>                                                                           | <b>120</b> |
| БАБЕНКО О. М., ХАРЧЕНКО Ю. В., ОСЬМУК Н. Г. РОЗВИТОК МЕДІАГРАМОТНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН.....                                                                  | 120        |
| ДАНИЛЬЧУК О. М. ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ ПРИ НАВЧАННІ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ .....                                                          | 125        |
| КАРУПУ О. В., ОЛЕСЬКО Т. А., ПАХНЕНКО В. В. ДЕЯКІ АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВИКЛАДАННЯ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ АНГЛІЙСЬКОЮ МОВОЮ ІНОЗЕМНИМ ТА УКРАЇНСЬКИМ СТУДЕНТАМ В НАЦІОНАЛЬНОМУ                |            |

|                                                                                                                                                                                                                                             |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| АВІАЦІЙНОМУ УНІВЕРСИТЕТУ.....                                                                                                                                                                                                               | 133        |
| КЛЕСОПА І. А. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДНО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ПЕРЕВІРКИ ЕФЕКТИВНОСТІ<br>ОРГАНІЗАЦІЙНО-ПЕДАГОГІЧНИХ УМОВ ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ<br>КОМПЕТЕНТНОСТІ В МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГАЛУЗІ<br>В УМОВАХ ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ .....     | 140        |
| <b>РОЗДІЛ 4. ОПТИМІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-<br/>МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ ЗАСОБАМИ ІНФОРМАЦІЙНИХ<br/>ТЕХНОЛОГІЙ .....</b>                                                                                                             | <b>149</b> |
| KALENYUK M. DIDACTIC FUNDAMENTALS OF USING MIND MAPS IN THE PROCESS OF<br>TEACHING PHYSICS AT SCHOOL .....                                                                                                                                  | 149        |
| БОНДАРЕНКО З. В., КИРИЛАЩУК С. А., ПРОЗОР О. П. ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ<br>ІНФОРМАЦІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ СТУДЕНТІВ ЕКОНОМІЧНИХ<br>СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ЗВО.....                                                                                          | 159        |
| КОШОВА О. П., ОЛЬХОВСЬКА О. В., ОЛЬХОВСЬКИЙ Д. М., ОЛЕКСІЙЧУК Ю. Ф.<br>ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ»<br>ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ» .....                                                 | 168        |
| ПОЛІЩУК Т. В., ВОЗНОСИМЕНКО Д. А. МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ ЗАСІБ<br>КОМПЛЕКСНОГО РОЗВИТКУ МАТЕМАТИЧНОЇ ТА ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ<br>У МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ В УМОВАХ ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ В НУШ .....                                        | 177        |
| ШАБАНОВА Л. М. ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ДОШОК ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ФУНКЦІЙ<br>У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ МАТЕМАТИКИ.....                                                                                                                                 | 183        |
| <b>РОЗДІЛ 5. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИЙ СУПРОВІД РОЗВИТКУ ТВОРЧОЇ<br/>ОСОБИСТОСТІ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-<br/>МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ .....</b>                                                                                    | <b>190</b> |
| КОНДРАТЮК С. М., ПАВЛУЩЕНКО Н. М. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗДОРОВ'ЯЗБЕРЕЖУВАЛЬНОГО<br>ВИХОВАННЯ ДІТЕЙ СТАРШОГО ДОШКІЛЬНОГО ВІКУ У СПІВПРАЦІ ЗАКЛАДУ<br>ДОШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ І РОДИНИ.....                                                                   | 190        |
| МАТЯШ О. І., ЯЩУК К. І. ПРОБЛЕМА ВИХОВНОЇ РОБОТИ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ:<br>ІСТОРИЧНИЙ РАКУРС.....                                                                                                                                            | 198        |
| МИХАЙЛЕНКО Л. Ф. СОЦІАЛЬНО-ЕМОЦІЙНЕ НАВЧАННЯ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ:<br>СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ .....                                                                                                                                               | 206        |
| МІЄР Т. І., ГОЛОДЮК Л. С., САВОШ В. О., БОНДАРЕНКО Г. Л. ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ<br>НАВЧАННЯ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ ТА ОСВІТИ ДОРΟΣЛИХ<br>З АКЦЕНТОМ НА ПОЛЯХ САМОРЕАЛІЗАЦІЇ З ІНТЕРАКТИВНОЮ ВЗАЄМОДІЄЮ<br>ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ..... | 214        |

## CONTENTS

|                                                                                                                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>SECTION 1. CURRENT ISSUES ENHANCE LEARNING DISCIPLINES NATURAL MATHEMATICAL CYCLE IN SCHOOLS AND VOCATIONAL EDUCATION ....5</b>                                                         |     |
| БОЙКІНА Д. В. ГРА У НАВЧАННІ МАТЕМАТИКИ .....                                                                                                                                              | 5   |
| САЛТИКОВА А. І., САЛТИКОВ Д. І., КАЛЕНИК М. В., ШКУРДОДА Ю. О. ТЕСТУВАННЯ ЯК МЕТОД КОНТРОЛЮ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ СТУДЕНТІВ З ФІЗИКИ .....                                                  | 12  |
| BAZURIN V. M. DEVELOPMENT OF MODELS OF PHYSICAL PHENOMENA BY STUDENTS AS ONE OF THE WAYS OF IMPLEMENTING THE STEAM APPROACH IN EDUCATION ..                                                | 22  |
| DANYLCHENKO O. S., KORNUS A. O., KORNUS O. G., KOROL O. M., KARNAUSHENKO D. P. GEOLOGICAL MUSEUM – AS A CENTER FOR THE STORAGE OF UNIQUE SPECIMENS OF NON-LIVING NATURE .....              | 29  |
| KONDRASHOVA K. G. UPDATING THE CONTENT OF THE TRAINING OF FUTURE PRIMARY SCHOOL TEACHERS IN ACCORDANCE WITH THE "NEW UKRAINIAN SCHOOL" CONCEPT .....                                       | 38  |
| KOROLSKIY V. V., TURAIEVA O. V. GENERATION AND STUDY OF NUMERICAL SERIES WITH THE HELP OF GEOMETRIC MODEL AND COMBINATION OF SERIES .....                                                  | 476 |
| MOSKALENKO M. P., MIRONETS L. P., TORIANYK V. M. FORMATION OF ENVIRONMENTAL COMPETENCE WHILE STUDYING BIOLOGY IN THE 6TH GRADE OF GENERAL SECONDARY EDUCATION INSTITUTIONS .....           | 54  |
| NESTERENKO A. N. ORGANIZATION OF SELF-TRAINING OF STUDENTS IN THE PROCESS OF STUDYING HIGHER MATHEMATICS .....                                                                             | 61  |
| RYMAR A. I., KOROLSKIY V. V. GEOMETRIC INTERPRETATION OF NUMERICAL SERIES ASSOCIATED WITH PLANTS-SYMBOLS OF UKRAINE .....                                                                  | 70  |
| SERDIUK Z., TKACHENKO A. APPLICATION OF MATHEMATICAL TOOLS FOR SOLVING PHYSICS TASKS.....                                                                                                  | 77  |
| <b>SECTION 2. ORIENTATION TRAINING DISCIPLINES OF NATURAL AND MATHEMATICAL CYCLE ON DEVELOPMENT OF INTELLECTUAL SKILLS AND CREATIVE ABILITIES STUDENTS .....86</b>                         |     |
| BOTUZOVA YU. POSSIBILITIES OF DEVELOPING STUDENTS' CRITICAL THINKING SKILLS IN MATHEMATICS LESSONS .....                                                                                   | 86  |
| OSTAPCHUK M. V. DIDACTIC SYSTEM OF PROBLEM-BASED LEARNING IN A SCHOOL PHYSICS COURSE.....                                                                                                  | 94  |
| SVERCHEVSKA I. A. THE GENERALIZATION OF DIOPHANTUS'ES IDENTITY AS A MEANS OF CREATIVE THINKING DEVELOPMENT DURING THE FORMATION OF MATHEMATICAL COMPETENCE .....                           | 100 |
| KHOMYUK I. V., SACHANIUK-KAVETS'KA N. V., KHOMYUK V. V., BILETSKYI B. S. USE OF MATHEMATICAL TOOLS BY STUDENTS OF TECHNICAL SPECIALTIES IN VOLUNTEER ACTIVITIES.....                       | 105 |
| CHASHECHNIKOVA O. METHODOLOGICAL FEATURES OF TEACHING GEOMETRIC TRANSFORMATIONS OF STUDENTS WITH DIFFERENT STYLES OF THINKING .....                                                        | 113 |
| <b>SECTION 3. PROBLEMS OF IMPROVING THE PREPARATION OF TEACHERS AN OBJECT OF MATHEMATICAL CYCLE.....120</b>                                                                                |     |
| BABENKO O. M., KHARCHENKO YU. V., OSMUK N. G. DEVELOPMENT OF MEDIA LITERACY OF FUTURE TEACHERS OF NATURAL DISCIPLINES.....                                                                 | 120 |
| DANYLCHUK O. M. ORGANIZATION OF INDEPENDENT WORK OF APPLICANTS IN TEACHING MATHEMATICAL DISCIPLINES IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS .....                                                 | 125 |
| KARUPU O. W., OLESHKO T. A., PAKHNENKO V. V. ON SOME ACTUAL PROBLEMS OF TEACHING HIGHER MATHEMATICS IN ENGLISH TO FOREIGN AND UKRAINIAN STUDENTS AT THE NATIONAL AVIATION UNIVERSITY ..... | 133 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| KLIEOPA I. THE RESULTS OF EXPERIMENTAL AND EXPERIMENTAL VERIFICATION OF THE EFFECTIVENESS OF ORGANIZATIONAL AND PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR THE FORMATION OF MATHEMATICAL COMPETENCE IN FUTURE BACHELORS IN THE COMPUTER FIELD IN THE CONDITIONS OF MIXED EDUCATION.....         | 140 |
| <b>SECTION 4. OPTIMIZATION TRAINING DISCIPLINES NATURAL</b>                                                                                                                                                                                                                     |     |
| MATHEMATICAL CYCLE OF INFORMATION TECHNOLOGY .....                                                                                                                                                                                                                              | 149 |
| КАЛЕНИК М. В. ДИДАКТИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕЛЕКТ-КАРТ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ У ШКОЛІ .....                                                                                                                                                                              | 149 |
| BONDARENKO Z. V., KIRILASHCHYK S. A., PROZOR O. P. ASSESSMENT OF THE QUALITY OF INFORMATION COMPETENCE OF STUDENTS OF ECONOMIC SPECIALTIES OF THE UNIVERSITY .....                                                                                                              | 159 |
| KOSHOVA O., OLKHOVSKA O., OLKHOVSKY D., OLEKSIICHUK YU. PEDAGOGICAL CONDITIONS OF TEACHING THE DISCIPLINE ANALYSIS OF ALGORITHMS FOR THE STUDENTS MAJORING IN COMPUTER SCIENCES.....                                                                                            | 168 |
| POLISCHCHUK T., VOZDOSYMENKO D. THE MODELING AS AN EFFECTIVE MEANS OF COMPREHENSIVE DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL AND DIGITAL COMPETENCE OF FUTURE TEACHERS IN THE CONDITIONS OF PREPARATION FOR WORK IN NUSH.....                                                                | 177 |
| SHABANOVA L. M. USE OF VIRTUAL BOARDS DURING THE STUDY OF FUNCTIONS IN A SCHOOL MATHEMATICS COURSE .....                                                                                                                                                                        | 183 |
| <b>SECTION 5. PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL SUPPORT</b>                                                                                                                                                                                                                         |     |
| OF PERSONALITY DEVELOPMENT IN THE PROCESS OF TEACHING THE DISCIPLINES OF THE NATURAL-MATHEMATICAL CYCLE.....                                                                                                                                                                    | 190 |
| KONDRATIUK S. M., PAVLUSHCHENKO N. M. RESEARCH OF HEALTH-PRESERVING EDUCATION OF OLDER PRESCHOOL CHILDREN IN COLLABORATION WITH PRESCHOOL EDUCATION INSTITUTIONS AND THE FAMILY.....                                                                                            | 190 |
| MATIASH O. I., YASHCHUK K. I. THE PROBLEM OF EDUCATIONAL WORK IN MATHEMATICS LESSONS: A HISTORICAL PERSPECTIVE.....                                                                                                                                                             | 198 |
| MYKHAILENKO L. F. SOCIAL-EMOTIONAL LEARNING IN MATHEMATICS LESSONS: CURRENT TRENDS.....                                                                                                                                                                                         | 206 |
| MIYER T. I., HOLODIUK L. S., SAVOSH V. O., BONDARENKO H. L. ORGANIZATION OF THE LEARNING PROCESS IN INSTITUTIONS OF HIGHER PEDAGOGICAL EDUCATION AND ADULT EDUCATION WITH AN EMPHASIS ON THE FIELDS OF SELF-REALIZATION WITH INTERACTIVE INTERACTION OF EDUCATION SEEKERS ..... | 214 |

## АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

|                         |         |                             |     |
|-------------------------|---------|-----------------------------|-----|
| <b>Б</b>                |         | <b>О</b>                    |     |
| Бабенко О. М. ....      | 120     | Олексійчук Ю. Ф. ....       | 168 |
| Базурін В. М. ....      | 22      | Олешко Т. А. ....           | 133 |
| Білецький Б. С. ....    | 105     | Ольховська О. В. ....       | 168 |
| Бойкіна Д. В. ....      | 5       | Ольховський Д. М. ....      | 168 |
| Бондаренко Г. Л. ....   | 214     | Остапчук М. В. ....         | 94  |
| Бондаренко З. В. ....   | 159     | Осьмук Н. Г. ....           | 120 |
| Ботузова Ю. В. ....     | 86      |                             |     |
| <b>В</b>                |         | <b>П</b>                    |     |
| Возносименко Д. А. .... | 177     | Павлушенко Н. М. ....       | 190 |
| <b>Г</b>                |         | Пахненко В. В. ....         | 133 |
| Голодюк Л. С. ....      | 214     | Поліщук Т. В. ....          | 177 |
| <b>Д</b>                |         | Прозор О. П. ....           | 159 |
| Данильченко О. С. ....  | 29      |                             |     |
| Данильчук О. М. ....    | 125     | <b>Р</b>                    |     |
| <b>К</b>                |         | Римар А. І. ....            | 70  |
| Каленик М. В. ....      | 12, 149 | <b>С</b>                    |     |
| Карнаушенко Д. П. ....  | 29      | Савош В. О. ....            | 214 |
| Карупу О. В. ....       | 133     | Салтиков Д. І. ....         | 12  |
| Кирилашук С. А. ....    | 159     | Салтикова А. І. ....        | 12  |
| Клеопа І. А. ....       | 140     | Сачанюк-Кавецька Н. В. .... | 105 |
| Кондратюк С. М. ....    | 190     | Сверчевська І. А. ....      | 100 |
| Кондрашова К. Г. ....   | 38      | Сердюк З. О. ....           | 77  |
| Корнус А. О. ....       | 29      | <b>Т</b>                    |     |
| Корнус О. Г. ....       | 29      | Ткаченко А. В. ....         | 77  |
| Король О. М. ....       | 29      | Торяник В. М. ....          | 54  |
| Корольський В. В. ....  | 46, 70  | Тураєва О. В. ....          | 46  |
| Кошова О. П. ....       | 168     | <b>Х</b>                    |     |
| <b>М</b>                |         | Харченко Ю. В. ....         | 120 |
| Матяш О. І. ....        | 198     | Хом'юк В. В. ....           | 105 |
| Михайленко Л. Ф. ....   | 206     | Хом'юк І. В. ....           | 105 |
| Мієр Т. І. ....         | 214     | <b>Ч</b>                    |     |
| Міронєць Л. П. ....     | 54      | Чашечникова О. С. ....      | 113 |
| Москаленко М. П. ....   | 54      | <b>Ш</b>                    |     |
| <b>Н</b>                |         | Шабанова Л. М. ....         | 183 |
| Нестеренко А. М. ....   | 61      | Шкурдода Ю. О. ....         | 12  |
|                         |         | <b>Я</b>                    |     |
|                         |         | Ящук К. І. ....             | 198 |

**Наукове видання**

**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ  
ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

Виходить двічі на рік

Заснований у жовтні 2012 року

Випуск 1(21), 2023

*Матеріали подаються в авторській редакції*

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ №19538-9338Р від 25.10.2012

Відповідальний за випуск: *О. С. Чашечникова*

Комп'ютерна верстка: *Н. С. Цьома*

**Підп. до друку**

Формат 60x84/8. Гарнітура Times New Roman.  
Папір офсетний. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 21,27.  
Ум. фарб.-відб. 21,27. Обл.-вид. арк. 17,51.  
Тираж 50 пр. Вид. № 39.

СумДПУ імені А. С. Макаренка  
40002, м.Суми, вул.Роменська, 87 Свідоцтво ДК №  
231 від 02.11.2000 р.

Виготовлювач:  
ФОП Цьома С.П. 40002, м. Суми, вул. Роменська, 100.  
Тел.: 066-293-34-29.  
Зам. №22.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
серія ДК, № 5050 від 23.02.2016.

<https://fizmat.sspu.edu.ua/aktualni-pytannia-pryrodnycho-matematychnoi-osvity>