

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

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

ФІЗИКО- МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА

Науковий журнал

ВИПУСК 4(30)

Суми – 2021

**Рекомендовано до видання вченою радою
Сумського державного педагогічного університету імені А.С. Макаренка
(протокол №13 від 22.06.2021 р.)**

Редакційна колегія

М.П. Вовк	доктор педагогічних наук, старший науковий співробітник (Україна)
М.Гр. Воскоглу	доктор філософії, почесний професор математичних наук (Греція)
Т.Г. Дерєка	доктор педагогічних наук, професор (Україна)
Р.А. Зіатдінов	доктор педагогічних наук, професор (Південна Корея)
А.П. Кудін	доктор фізико-математичних наук, професор (Україна)
О.Ю. Кудріна	доктор економічних наук, професор (Україна)
Т.Ю. Осипова	доктор педагогічних наук, професор (Україна)
М.В. Працьовитий	доктор фізико-математичних наук, професор (Україна)
Д.О. Сарфо	доктор педагогічних наук, професор (Гана)
О.В. Семеніхіна	доктор педагогічних наук, професор (Україна)
О.М. Семенов	доктор педагогічних наук, професор (Україна)
М.М. Солдатенко	доктор педагогічних наук, професор (Україна)
В.І. Статівка	доктор педагогічних наук, професор (Китай)
І.Я. Субботін	доктор фізико-математичних наук, професор (США)
О.С. Чашечникова	доктор педагогічних наук, професор (Україна)
М.Г. Друшляк	доктор педагогічних наук, доцент (Україна)
О.О. Лаврентєва	доктор педагогічних наук, доцент (Україна)
В.О. Швець	кандидат педагогічних наук, професор (Україна)
А.М. Добровольська	кандидат фізико-математичних наук, доцент (Україна)
Т.Д. Лукашова	кандидат фізико-математичних наук, доцент (Україна)

Ф45 Фізико-математична освіта : науковий журнал. Вип. 4 (30). Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Фізико-математичний факультет ; редкол.: О.В. Семеніхіна (гол.ред.) [та ін.]. Суми : [СумДПУ ім. А.С. Макаренка], 2021. 89 с.

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

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

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

Висловлені авторами думки можуть не співпадати з точкою зору редакції.

УДК 53+51]:37(051)

© СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2021

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

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

PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION

Scientific Journal

ISSUE 4(30)

Sumy – 2021

**Recommended for publication of the Academic Council
of Makarenko Sumy State Pedagogical University
(protocol №13 from 22.06.2021)**

Editorial Board

M.P. Vovk	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Ukraine)
M.Gr. Voskoglou	Doctor of Philosophy, Professor Emeritus of Mathematical Sciences (Greece)
T.H. Dereka	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Ukraine)
R.A. Ziatdinov	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (South Korea)
A.P. Kudin	Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Professor (Ukraine)
O.Yu. Kudrina	Doctor of Economic Sciences, Professor (Ukraine)
T.Yu. Osyova	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Ukraine)
M.V. Pratsiovytyi	Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Professor (Ukraine)
J.O. Sarfo	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Ghana)
O.V. Semenikhina	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Ukraine)
O.M. Semenog	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Ukraine)
M.M. Soldatenko	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Ukraine)
V. I. Stativka	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (China)
I.Ya. Subbotin	Doctor of Physics and Mathematics Sciences, Professor (USA)
O.S. Chashechnykova	Doctor of Pedagogical Sciences, Professor (Ukraine)
M.G. Drushlyak	Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Ukraine)
O.O. Lavrentjeva	Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor (Ukraine)
V.O. Shvets	PhD (Physics and Mathematics Sciences), Professor (Ukraine)
A.M. Dobrovol'ska	PhD (Physics and Mathematics Sciences), Associate Professor (Ukraine)
T.D. Lukashova	PhD (Physics and Mathematics Sciences), Associate Professor (Ukraine)

- F 45 Physical and Mathematical Education : Scientific Journal. Issue 4 (30). Makarenko Sumy State Pedagogical University, Physics and Mathematics Faculty ; O.V. Semenikhina (chief editor). Sumy : [Makarenko Sumy State Pedagogical University], 2021. 89 p.

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

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

UDC 53+51]:37(051)

© Makarenko Sumy State Pedagogical University, 2021

Chernenko V.	6
THE FORMATION OF INFORMATICS COMPETENCY FOR FUTURE COMPUTER SCIENCE TEACHERS IN THE PROCESS OF STUDYING COMPUTER MATHEMATICS	6
Shkolnyi O., Tykhonenko Yu.	13
USING OF ICT DURING PREPARATION FOR EIA: WAYS TO SEARCH FOR THE OPTIMAL MODEL	13
Баришок М.В., Терменжи Д.Є.	20
ЕТАПИ ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ НАВЧАЛЬНИХ ВІДЕОМАТЕРІАЛІВ З МАТЕМАТИКИ: МОДЕЛЬ ADDIE...20	
Герасимова К.В., Ткаченко Г.І.	29
ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ З ФІЗИКИ ІЗ ЗАЛУЧЕННЯМ ДЕМОНСТРАЦІЙ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ	29
Грабова У.З., Товкач Р.В., Харкевич Ю.І.	34
ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОЄКТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ПРОЦЕСІ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ЗАДАЧ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕМЕНТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО АНАЛІЗУ	34
Грицюк О.С., Черненко В.П., Максимова Л.П.	40
ЕДЬЮТЕЙНМЕНТ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ: ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ У ЗЗСО КРЕМЕНЧУКА	40
Деордіца Т.Ю., Вороніна М.В., Литвинова Н.В.	46
СПЕЦИФІКА ОЦІНЮВАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА «КОНЦЕПТУАЛЬНА РАМКА ВИКЛАДАННЯ» Ш. ДАНІЕЛСОН (з досвіду США)	46
Друшляк М.Г.	54
ФОРМУВАННЯ ВІЗУАЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ: РЕФЛЕКСИВНО-ОЦІНЮВАЛЬНИЙ КРИТЕРІЙ	54
Кудін А.П.	61
ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ НА БАЗІ СИМУЛЯЦІЙНОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ З ОСНОВ ЦИФРОВОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ	61
Кузьмінська О.Г., Мазорчук М.С., Мокрієв М.В., Барна О.В.	68
ПРИЙНЯТТЯ СИНХРОННОЇ Й АСИНХРОННОЇ ОСВІТНЬОЇ КОМУНІКАЦІЇ ДО І ПІД ЧАС ПАНДЕМІЇ COVID-19: ЕМПІРИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ	68
Лукашова Т.Д., Страх О.П.	76
ІНТЕГРОВАНІЙ ПІДХІД ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ПОХІДНОЇ ФУНКЦІЙ, ЗАДАНИХ НА НЕПЕРЕРВНИХ ТА ДИСКРЕТНИХ МНОЖИНАХ	76
Скоролітня А.І., Житарюк І.В.	82
ЗАСТОСУВАННЯ ПРОБЛЕМНОГО ПІДХОДУ ПРИ ВИВЧЕННІ ІРРАЦІОНАЛЬНИХ РІВНЯНЬ У СТАРШІЙ ШКОЛІ	82
АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК	88

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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



Черненко В.П. Формування інформатичної компетентності майбутніх вчителів інформатики в процесі вивчення комп'ютерної математики. *Фізико-математична освіта*. 2021. Випуск 4(30). С. 6-12.

Chernenko V. The formation of informatics competency for future computer science teachers in the process of studying computer mathematics. *Physical and Mathematical Education*. 2021. Issue 4(30). P. 6-12.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-030-4-001
 UDC 378.047

V. Chernenko
 Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Ukraine
 varvara.chernenko@ukr.net
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2728-6876>

THE FORMATION OF INFORMATICS COMPETENCY FOR FUTURE COMPUTER SCIENCE TEACHERS IN THE PROCESS OF STUDYING COMPUTER MATHEMATICS

ABSTRACT

Relevance and expediency of introduction of a training course of computer mathematics for students of "Secondary Education (Computer Science)" is caused by necessity of use of computer equipment with the corresponding software almost in all areas of human activity; the fact that computer mathematics is one of priority directions of research work both in the field of mathematical sciences, and in the field of computer science. Computer mathematics is a field of applied computer science in which problems of development, implementation and use of information technologies for solving mathematical problems are studied. The purpose of teaching computer mathematics is to study and use computer mathematics systems by students to solve applied problems; to master the conceptual and terminological base of modern computer science as a fundamental science; to master theoretical fundamentals of computer science related to formal systems, knowledge bases and models of their representation, models and algorithms of decision making.

Formulation of the problem. *The study of computer mathematics by future computer science teachers and the use of modern systems of computer mathematics to solve applied problems, creates their system of professional competencies, in particular, informatics competencies in computer mathematics, informatics and mathematical competencies and skills to use modern information technology to analyze mathematical models of processes and phenomena from a variety of fields of knowledge and human activities.*

Materials and methods. *To achieve this goal, the following research methods were used: analysis of scientific and pedagogical literature on the research topic; analysis of curricula, work programs and manuals on the subject "Computer Mathematics"; empirical methods (questionnaire, conversation, pedagogical observation, modeling).*

Results. *This paper has built the model of building informatics competence within the professional competence of the future computer science teacher at the expense of integration of mathematical and information knowledge on the basis of mathematical modeling in environments of systems of computer mathematics, as these systems are an effective means of realization of inter-subject connections of computer science with other subjects of a natural-mathematical cycle.*

Conclusions. *The study of "Computer Mathematics" courses by future computer science teachers, using computer mathematics systems, contributes to the formation of components of the information competence system in the field of information, mathematical and computer modeling.*

KEY WORDS: *professional competence, informatics competence, computer science teacher, computer mathematics, systems of computer mathematics.*

INTRODUCTION

Transition to a new generation of industry-specific standards of higher education through a competence-based approach is a necessary step on the way to reforming the education system in Ukraine, in particular, reforming the teaching of mathematics and computer science. Person-oriented education, introduction of innovations and communication technologies, creation of modern means of education is a priority in the educational process. Application of computer mathematics systems as a means of education through a competence-based approach creates conditions for bringing education closer to the needs and requirements of the labor market, further development of educational technologies and the education system as a whole. General regularities and theoretical bases for the application of computer mathematics systems in the educational process of training future computer science teachers are based on the implementation of interdisciplinary relations and the development of professional competencies of students studying mathematics and computer science.

The purpose of the article. Development of methodical aspects of building informatics competencies of future computer science teachers in the process of studying computer mathematics.

An important trend of modern pedagogical education is the integration of traditional methodical systems of teaching various subjects with modern information and communication technologies through a competency-based approach to learning.

A. V. Khutorskoi, the developer of the theory and methods of competence-based education, has noted that the competence-based approach assumes that students do not master separate knowledge from each other, but master it in a complex way, and in its turn, allows applying the knowledge, skills and abilities gained in specific life situations (Khutorskoi, 2005). He defines competence as a set of interrelated qualities of a person (knowledge, skills, abilities, ways of activity), defined in relation to a certain range of subjects and processes and necessary to act in a qualitative and productive way in relation to them.

V. I. Baidenko proposes to understand the competence-based approach as a method of forming the results as signs of readiness of a student/graduate to demonstrate appropriate competence (Baidenko, 2006). Competence-based approach brings to the first position not awareness, but the ability to solve problems arising in the course of learning and understanding of natural and social phenomena, mastering modern techniques and technologies, relationships with other people, in everyday life during the performance of social roles, etc. The purpose of the competence-based approach is to organize the educational process aimed at acquisition of key competences.

O. M. Spirin believes that the competence-based approach becomes important in the design of professional training systems for computer science teachers, which should be used as a basis for the development of educational standards characteristics that reflect the qualitative results of the educational process in terms of professional competence (Spirin, 2007).

Thus, A. K. Markova believes that the content of the professional competence of a teacher is characterized by procedural and effective indicators and is defined as his or her ability and willingness to carry out personal professional activities (Markova, 1996). Possession of relevant competences allows acting independently and responsibly; the basis for conclusions on competence is the assessment of the final results of its activity; it is also a characteristic of an individual and is manifested in the results of its activity.

Professional competence is an integrative personal formation, formed on the basis of theoretical knowledge, practical skills, significant personal qualities and life experience (Evstegneyev & Torbunov, 2003). All this determines the readiness of a computer science specialist to perform specific activities and ensures a high level of self-organization.

The main practical skills of a future computer science teacher include the following: algorithmization of various applied problems; programming of developed and typical algorithms; construction and study of mathematical models of various objects with the help of applied computer systems. Achieving these skills helps to fulfill one of the most important tasks for the computer science teacher – to promote the interest of students to study at the lessons of computer science.

METHODS OF THE RESEARCH

Theoretical methods have been applied for the purpose of analysis of academic literature on the subject; curricula, working programs and methodical manuals on Computer Mathematics. Empirical methods (questionnaires, conversations, lesson observation) have been used to determine the role of computer mathematics in the development of informatics competencies of future computer science teachers. Modeling was used to build a model for the formation of information competence of future teachers of computer science in the process of studying the discipline "Computer Mathematics".

RESULTS OF RESEARCH

The general structure of the system of professional competences of computer science specialists and their approximate classification is carried out in the paper (Zhaldak, Ramskyi & Rafalska, 2009). Formation of a system of general professional and information competence of future computer science teachers is carried out during the following stages.

1. Basic stage (1–2 years). Formation of general professional competences in the course of studying the cycle of general training disciplines: algebra and geometry, mathematical analysis, mathematical logic, discrete mathematics, differential equations, probability theory and mathematical statistics.

2. Integration stage (1–3 years). Formation of informatics competencies in the course of studying the disciplines of professional training: basic programming, computer mathematics, algorithms and data structure, basic pedagogy, psychology.

3. Main stage (3–4 years). Formation of didactic and methodical competences in the course of studying the cycle of professional training disciplines: methods of teaching computer science, information technologies in education, coursework, pedagogical practice.

Informatics competence is an integrative education of a person, which integrates knowledge about the basic methods of computer science and information technologies, the ability to use available knowledge to solve applied problems, skills necessary to effectively use modern means of information and computer technologies to solve problems in professional activity and everyday life (Holovan, 2007).

Informatics competence can be characterized through the effectiveness of activities using modern information and communication technologies, which means the effective application of knowledge and skills to solve existing or human problems. (Baranovska, 2014).

The study of computer mathematics and the use of modern systems of computer mathematics (CMSs) contribute to the formation in future computer science teachers of general skills of setting and solving problems with the help of a computer, the use of it as a tool for organizing search and research activities, opens up new opportunities for educational interaction between students and teachers, and gives each student the opportunity to maximize their intellectual potential.

From the point of view of competence-based approach, the purpose of studying the Computer Mathematics is the formation in future computer science teachers of a high level of competence in the field of computer science, that is, informatics competence – the ability to meet their own individual needs and social requirements for the building of professionally specialized competencies in the field of computer science.

The model of building informatics competencies of future computer science teachers in the course of studying computer mathematics is presented in Fig. 1.

In the course of studying computer mathematics, future computer science teachers explore the possibilities of using modern information and communication technologies to study various processes and phenomena based on mathematical modeling and the application of theories and methods of studying such models.

In the course of our research, a system of applied problems from computer mathematics has been created, aimed at the formation of informatics competencies of future computer science teachers.

To support the study of algebra, geometry and mathematical analysis within the Computer Mathematics discipline, specialists of the Department of Computer Science and Higher Mathematics of the Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University propose to use a universal mathematical software Maple, which contains a fairly wide range of functions and computational tools. Maple can perform complex operations: symbolic computations (finding derivatives, integrals, boundaries, transformation of expressions, etc.); multiple operations (solving equations, inequalities, equation systems, interpolation tasks, optimization, etc.). Graphical tools for processing the results of calculations in Maple are among the best among other CMSs.

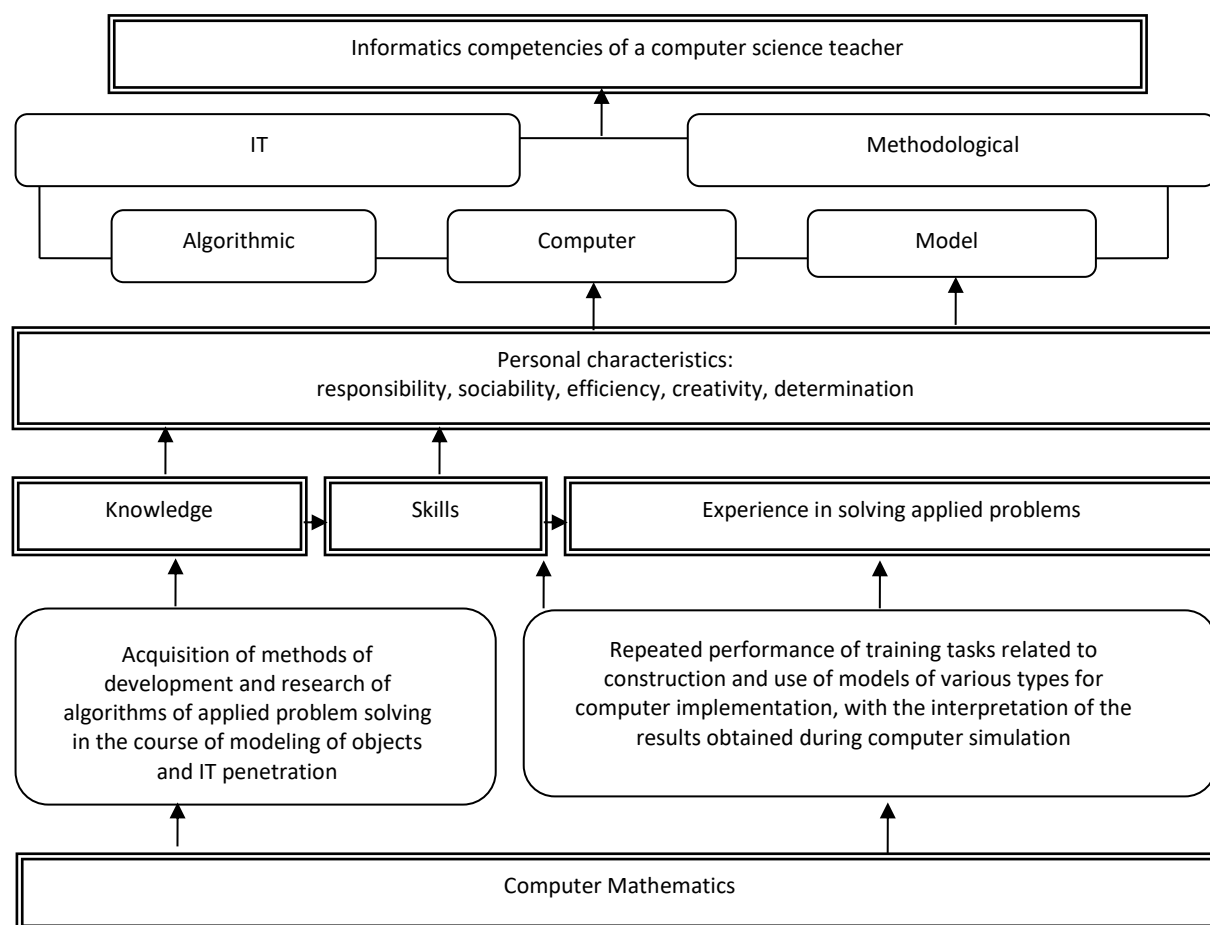


Fig. 1. Model of informatics competence building for computer science teachers

For example, in laboratory classes in Computer Mathematics, informatics competencies can be built in three stages (Kobylnyk, 2009).

1. Preparatory stage: formation of generalized subject skills. Students are offered theoretical assignments, execution of which will allow them to acquire knowledge, skills and abilities that will make it possible for them to solve problems of the highest level at the next stages.

2. Main stage: development of research and project skills. At this stage, students are offered practical problems.

3. Reinforcement stage: development of skills of using CMS for solving applied problems.

Let us give a fragment of a laboratory lesson in Computer Mathematics on the topic 'Solution of linear equation systems by Gauss method'.

In the course of studying the systems of linear algebraic equations (SLAE), two aspects can be distinguished: theoretical (the concept of SLAE, their compatibility, decoupling, methods of solution, study of the number of solutions, checking solutions, etc.) and applied (development of SLAE as a mathematical model of text problems and solution of such models by CMS methods).

At the preparatory stage, students are offered tasks and theoretical questions: what is a SLAE; what is a SLAE called a consistent/inconsistent, defined/undefined SLAE; which SLAE can be solved by the Gauss method; describe the algorithm of the Gauss method; build a block diagram of the Gauss method algorithm.

At the main stage, students are offered practical problems and exercises, and after familiarizing themselves with the main functions of the Maple system for SLAE solution, they are offered to solve the same system with the help of the Maple system.

Example 1. Solve SLAE using the Gauss method.

$$\begin{cases} 5x - 3y + z = 14, \\ x + y + z = 2, \\ -x - 2y + 2z = 2. \end{cases}$$

Solution. First of all, it is necessary to solve this system in a notebook by performing the steps of the Gaussian method algorithm. Next, it is necessary to solve the system using Maple in two ways: the first way is to check the manual method directly, and the second way is to use the built-in Maple functions. Figures 2 and 3 show screenshots of the SLAE solution in the Maple system in various ways.

```
> restart; # I way
> l1 := 5*x - 3*y + z = 14; # introduce the first equation of the system
> l2 := x + y + z = 2; # introduce the second equation of the system
> l3 := -x - 2*y + 2*z = 2; # introduce the third equation of the system
> l2 := l2 + l3; l3 := l3 + l1; l2 := l3 * (-5/13) + l2;
# perform the forward course of the Gauss method
l2 := -y + 3*z = 4
l3 := -13/5*y + 11/5*z = 24/5
l2 := 28/13*z = 28/13
> z := solve(l2); y := solve(l3); x := solve(l1);
# perform the backward course of the Gauss method
z := 1
y := -1
x := 2
```

Fig. 2. Checking the manual way of solving SLAE in the Maple system

```
> restart; # II way
> with(LinearAlgebra); # connect Linear Algebra package
> A := <<5, 1, -1><-3, 1, -2><1, 1, 2><14, 2, 2>>; # create an extended matrix of coefficients
A :=
5 -3 1 14
1 1 1 2
-1 -2 2 2
> Ag := GaussianElimination(A); # forward course: reducing the system to a triangular view
Ag :=
5 -3 1 14
0 8/5 4/5 -4/5
0 0 7/2 7/2
> z := Ag[3, 4]/Ag[3, 3]; # backward course: search for unknowns
z := 1
> y := (Ag[2, 4] - Ag[2, 3]*z)/Ag[2, 2];
y := -1
> x := (Ag[1, 4] - Ag[1, 3]*z - Ag[1, 2]*y)/Ag[1, 1];
x := 2
```

Fig.3. Using Maple's built-in features to solve SLAE

Example 2. Two plants supply cars for two auto farms, the needs of which are 200 and 300 cars, respectively. The first plant has produced 350 cars, the second one – 150 cars. Table 1 shows the costs of transporting cars to each of the farms. The total minimum cost of transportation is 7,950 monetary units. Find a transportation plan for the vehicles.

Table 1

Plant	Costs of transportation to auto farms	
	1	2
1	15	20
2	8	25

Solution.

1. Let x_{ij} be the number of cars supplied from the i th plant to the j th auto farm. Let us build a mathematical model of this problem.

$$\begin{cases} x_{11} + x_{12} = 350, \\ x_{21} + x_{22} = 150, \\ x_{11} + x_{21} = 200, \\ x_{12} + x_{22} = 300, \\ 15x_{11} + 20x_{12} + 8x_{21} + 25x_{22} = 7950. \end{cases}$$

2. We solve this problem using the Gaussian method in the Maple system in the second way (Fig. 5).

```

> restart :
> with(LinearAlgebra) :
> A := (<(1, 0, 1, 0, 15)>|<(1, 0, 0, 1, 20)>|<(0, 1, 1, 0, 8)>|<(0, 1, 0, 1, 25)>|<(350, 150, 200, 300, 7950)>);

```

$$A := \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 15 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 20 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 8 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 25 \\ 350 & 150 & 200 & 300 & 7950 \end{bmatrix}$$

```

> Ag := GaussianElimination(A);

```

$$Ag := \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 & 15 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & -150 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 150 \\ 0 & 0 & 0 & 12 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

```

> x[2, 2] := Ag[4, 5]/Ag[4, 4];

```

$$x_{2,2} := 0$$

```

> x[2, 1] := (Ag[3, 5]-Ag[3, 4]·x[2, 2])/Ag[3, 3];

```

$$x_{2,1} := 150$$

```

> x[1, 2] := (Ag[2, 5]-Ag[2, 4]·x[2, 2]-Ag[2, 3]·x[2, 1])/Ag[2, 2];

```

$$x_{1,2} := 300$$

```

> x[1, 1] := (Ag[1, 5]-Ag[1, 4]·x[2, 2]-Ag[1, 3]·x[2, 1]-Ag[1, 2]·x[1, 2])/Ag[1, 1];

```

$$x_{1,1} := 50$$

Fig. 4. Solution of an applied problem in the Maple system

Consequently, computer mathematics builds integrative knowledge of mathematics and computer science as knowledge of a higher order in comparison with the knowledge of isolated subjects, creates more opportunities for individualization of tasks and independent activity of students. CMSs can be used as information and communication technologies for teaching computer science and mathematics in both higher and secondary schools.

The use of CMSs, in particular Maple and MathCAD, to solve applied problems in the course of studying Computer Mathematics contributes to the intensification of learning and cognitive activities of students and increases the mathematical and information culture of future computer science teachers.

DISCUSSION

In the process of teaching the discipline "Computer Mathematics", which is studied by students majoring in "Secondary Education (Computer Science)", the theoretical and applied aspects of the use of SCM are combined. In the process of teaching this course, it is necessary to develop students' ability to effectively use SCM in their future activities, as well as to promote the development of skills to master new software, which corresponds to the ideas of the competence approach in education. These findings correlate with the study (Shyshkina&Kogut, 2014), in which the authors argue that with the use of SCM, as well as ICT tools based on cloud, technologies can be created and modernized in a modern high-tech learning environment, which will increase the level of fundamentalization of ICT learning, improve the quality of information education and information literacy of students. The information competence of a future computer science teacher should be understood as a dynamic system of cognitive, activity, motivational, value-reflexive, emotional-volitional and heuristic personality qualities formed at the appropriate level of higher education, necessary for effective professional activity in information and educational space. (Matsekha, 2018). If you consider a model for the formation of informatics competence of future computer science teachers in the process of training, which includes implementation of sequentially structured components: target, normative, theoreticalmethodological, technological, methodological, organizational and functional, evaluative and effective blocks, (Petrenko&Petrenko, 2020), then the model built in the work refers to the methodological unit of formation of information competence of future teachers of computer science.

One of the ways to improve the quality of professional training of future teachers of computer science, is the introduction into the educational process of computer-oriented methodological systems for teaching computer mathematics, combining theoretical and applied aspects of computer science, which strengthens the fundamentals of computer science education. activities of students, the disclosure of their creative potential, increasing the role of independent work in educational activities, the formation of scientific worldview, the system of professional and cultural competencies, intellectual development, the formation of young people as highly qualified and highly educated professionals (Efymenko, 2004).

CONCLUSIONS AND PERSPECTIVES FOR A FURTHER RESEARCH

Based on the analysis of academic and methodical literature on the subject of research, the structure of informatics competence as a component of the professional competence of future computer science teachers has been revealed, which includes the methodological, informational-technology, model, algorithmic, computer components. A model for the formation of informatics competence in future computer science teachers in the process of studying computer mathematics has been built and is shown on the example of the Maple computer mathematics system, how its use in the educational process helps to increase the level of informatics education of future computer science teachers.

It has been substantiated that each of the stages of the formation of informatics competencies involves the assimilation of a certain level of knowledge, the formation of skills and experience and work with computer mathematics systems, subject to the introduction of computer-oriented forms of organization of the educational process, traditional and innovative teaching methods and tools. It has been proved that a high level of formation of informatics competence can be achieved in the process of an individual and productive process of solving problems using computer mathematics systems. Based on this, a system of applied problems for the Computer Mathematics has been developed in order to form the components of informatics competence.

The study does not purport to be the complete solution to the difficulties involved in developing informatics competences for future computer science teachers. Further research, in our opinion, requires such issues as the improvement of computer-

oriented methodological systems for teaching computer mathematics to future computer science teachers and the creation of an educational-methodical complex for Computer Mathematics for the successful mastery of related academic disciplines.

References

1. Baidenko, V. I. (2006). Vyyavleniye sostava kompetentsiy vypusknikov vuzov kak neobkhodimyy etap proyektirovaniya GOS VPO novogo pokoleniya: metod. posobiye [Identification of the composition of competencies of university graduates as a necessary stage in the design of State Educational Standard of higher vocational education of a new generation: a methodological guide], Moscow, Research Center for problems of quality training, 54 p. [in Russian].
2. Baranovska, V.M. (2014). Sutnist' poniattia «systema informatychnykh kompetentnostei» [The essence of the notion of «system of informational competencies»]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M.P. Dragomanova. Seriya № 2. Komp'uterno-orientovani systemy navchannia – Scientific journal of NPU named after M. P. Dragomanov. Series No 2. Computer-oriented learning systems*, 14(21), 48–59. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_2_2014_14_9 [in Ukrainian].
3. Evstegneyev, V.V. & Torbunov, S.S. (2003). Integratsiya fundamental'nogo i spetsial'nogo znaniy v podgotovke inzhenernykh kadrov [Integration of Fundamental and Special Knowledge in Training of Engineering Personnel]. *Alma Mater*, 11, 14–16. [in Russian].
4. Efymenko, V.V. (2014). Osoblyvosti navchannia komp'uternoi matematyky maybutnikh uchyteliv informatyky [Features of teaching computer mathematics to future computer science teachers]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M.P. Dragomanova. Seriya № 2. Komp'uterno-orientovani systemy navchannia – Scientific journal of NPU named after M. P. Dragomanov. Series No 2. Computer-oriented learning systems*, 21(14), 130–137. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_2_2014_14_23 [in Ukrainian].
5. Holovan, M.S. (2007). Informatychna kompetentnist': sutnist', struktura ta stanovlennia [Informatics Competence: Essence, Structure and Formation]. *Informatyka ta informatsiini tekhnolohii v navchal'nykh zakladakh – Computer science and information technology in schools*, 4, 62–69. Retrieved from <http://dspace.uabs.edu.ua/jspui/handle/123456789/112>. [in Ukrainian].
6. Khutorskoy, A.V. (2005). Tekhnologiya proyektirovaniya klyuchevykh i predmetnykh kompetentsiy [Technology of Designing Key and Subject Competences]. *Internet-zhurnal «Eydos» - Internet magazine Eidos*, 12. Retrieved from <http://eidos.ru/journal/2005/1212.htm>. [in Russian].
7. Kobyl'nyk, T. P. (2009). Metodychna systema navchannia matematychnoi informatyky u pedahohichnomu universyteti: dys. ... kand. ped. nauk: 13.00.02 [Methodical system of teaching mathematical informatics at the pedagogical university: dis. ... cand. ped. science: 13.00.02], Kyiv, *NPU named after M.P. Dragomanov*, 256 p.
8. Markova, A.K. (1996). Psikhologiyi professionalizma [Psychology of Professionalism], Moscow, Znaniye, 308 p. [in Russian].
9. Matsekha, V. (2018). Struktura i zmist informatychnoyi kompetentnosti pedahoha profesiynoho navchannia komp'yuternoho profilii [The structure and content of the informational competence of the teacher of professional training of computer profile]. *Obrii – Horizons*, 1(46), 62–65. [in Ukrainian].
10. Petrenko, S. & Petrenko, L. (2020). Model' formuvannia informatychnoi kompetentnosti maibutnikh uchyteliv informatyky v protsesi fakhovoi pidhotovky [A model for the formation of ICT competence of future computer science teachers in the process of vocational training]. *Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnolohii – Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies*, 2(96), 154–164. [in Ukrainian].
11. Shyshkina, M.P. & Kogut U.P. (2014). Metodychni aspekty vykorystannya systemy Maxima iak zasobu fundamentalizatsii navchannia bakalavriv informatyky [The methodical aspects of maxima using as a tool for fundamental training of bachelors of computer science]. *Informatsiini tekhnolohii v osviti – Information Technologies in Education*, 20, 74–83. DOI:10.14308/ITE000498. [in Ukrainian].
12. Spirin, O.M. (2007). Kompetentnisnyy pidkhid u proektuvanni profesiinoi pidhotovky vchytelia informatyky [Competence-based approach in the design of computer science teacher training]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M.P. Dragomanova. Seriya 5. Pedahohichni nauky: realii i perspektyvy – Scientific journal of NPU named after M. P. Dragomanov. Series No 5. Pedagogical sciences: realities and prospects*, Issue 7, 150–156. [in Ukrainian].
13. Spirin, O.M. (2007). Teoretychni ta metodychni zasady profesiinoi pidhotovky maibutnikh uchyteliv informatyky za kredytno-modul'noiu systemoiu : monohrafiia / za nauk. red. akad. M.I. Zhaldaka [Theoretical and methodological foundations of professional training of future computer science teachers on the credit-modular system: monograph / Under the scientific editorship of academician M.I. Zhaldak], Zhytomyr, Zhytomyr State University named after I. Franko, 300 p. [in Ukrainian].
14. Zhaldak, M.I., Ramskyi, Iu.S., Rafalska, M.V. (2009). Model' systemy sotsial'no-profesiynykh kompetentnosti vchytelia informatyky [Model of the system of social and professional competencies of a computer science Teacher]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M.P. Dragomanova. Seriya № 2. Komp'uterno-orientovani systemy navchannia – Scientific journal of NPU named after M. P. Dragomanov. Series No 2. Computer-oriented learning systems*, 7(14), 3–18. [in Ukrainian].

ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ В ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МАТЕМАТИКИ

В.П. Черненко

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Україна

Анотація. Актуальність і доцільність впровадження навчального курсу комп'ютерної математики для студентів спеціальності «Середня освіта (інформатика)» обумовлена необхідністю використання комп'ютерної техніки з відповідним програмним забезпеченням практично у всі сфери діяльності людей; тим, що комп'ютерна математика є одним з пріоритетних напрямів науково-дослідної роботи як у галузях математичних наук, так і в галузях інформатики. Комп'ютерна математика – це напрям прикладної інформатики, в якій вивчають проблеми розробки, впровадження та використання інформаційних технологій для розв'язання математичних задач. Мета навчання комп'ютерній математиці – вивчення та використання студентами систем комп'ютерної математики для розв'язання прикладних задач; оволодіння студентами

понятійно-термінологічною базою сучасної інформатики як фундаментальної науки; засвоєння студентами теоретичних основ інформатики, пов'язаних з формальними системами, базами знань та моделями їх подання, моделями та алгоритмами прийняття рішень.

Формулювання проблеми. Вивчення комп'ютерної математики майбутніми вчителями інформатики та використанням сучасних систем комп'ютерної математики для розв'язування прикладних задач формує у них систему професійних компетентностей, зокрема інформаційних компетентностей, інформаційно-математичні знання та вміння використовувати сучасні інформаційні технології для аналізу математичних моделей процесів і явищ з найрізноманітніших галузей знань і діяльності людей.

Матеріали і методи. Для реалізації поставленої мети було використано такі методи дослідження: аналіз науково-педагогічної літератури з теми дослідження; аналіз навчальних планів, робочих програм і методичних посібників з навчальної дисципліни «Комп'ютерна математика»; емпіричні методи (анкетування, бесіда, педагогічне спостереження, моделювання).

Результати. У даній роботі побудована модель формування інформаційної компетентності як складової професійної компетентності майбутнього вчителя інформатики за рахунок інтеграції математичних та інформаційних знань на основі математичного моделювання у середовищах систем комп'ютерної математики, так як ці системи є ефективним засобом реалізації міжпредметних зв'язків інформатики з іншими предметами природничо-математичного циклу.

Висновки. Вивчення навчального курсу "Комп'ютерна математика" майбутніми вчителями інформатики з використання систем комп'ютерної математики сприяє формуванню компонентів системи інформаційної компетентності у галузі інформаційного, математичного і комп'ютерного моделювання.

Ключові слова: професійна компетентність, інформаційна компетентність, вчитель інформатики, комп'ютерна математика, системи комп'ютерної математики.



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



Школьні О.В., Тихоненко Ю.В. Застосування ІКТ під час підготовки до ЗНО: шляхи пошуку оптимальної моделі. *Фізико-математична освіта*. 2021. Випуск 4(30). С. 13-19.

Shkolnyi O., Tykhonenko Yu. Using of ICT during preparation for EIA: ways to search for the optimal model. *Physical and Mathematical Education*. 2021. Issue 4(30). P. 13-19.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-030-4-002
 UDC 372.851

O. Shkolnyi

National Dragomanov Pedagogical University, Ukraine
 shkolnyi@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3131-1915>

Yu. Tykhonenko

National Dragomanov Pedagogical University, Ukraine
 jt.yulia@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7003-6266>

USING OF ICT DURING PREPARATION FOR EIA: WAYS TO SEARCH FOR THE OPTIMAL MODEL

ABSTRACT

Formulation of the problem. The urgency of improving the methodology of preparation for the external examination in mathematics is currently beyond doubt. Earlier we found that electronic tools in preparation for EIA in mathematics are unpopular among entrants, but positive trends in the development of ICT to prepare for testing in mathematics are also present. The current motivation for the use of technology in mathematics teaching is the current pandemic situation, when the introduction of quarantines and long periods of online learning are beginning to be perceived by students and teachers as normal learning situations. Under these circumstances, mathematics teachers are forced to use ICT, create and develop new forms of organization of the educational process, improve and adapt teaching methods and technologies. The purpose of this article is to establish the feasibility of using ICT, their place and role in preparing for external evaluation in mathematics from the standpoint of teachers and tutors, as well as to determine how modern technology helps or hinders the search for optimal methods of preparation for this type of assessment.

Materials and methods. To achieve the goals of the article, we use empirical methods: our own survey using an electronic tool (Google form), monitoring the learning process of students, as well as analysis of their achievements results. In the paper we use the set of scientific cognition methods: comparative analysis to clarify different views on the problem; systematization and generalization to formulate conclusions and methodological advices; generalization of the author's pedagogical experience and observations.

Results. According to our survey of mathematics teachers, two thirds of them believe that the most optimal way to prepare for EIA is a combination of classroom classes and online format. 98% of respondents consider that using of ICT appropriate in preparation for external examination, and the leader among these technologies are online test platforms (NaUrok, osvita.ua, Vseosvita, Quizlet, Classtime). 97% of respondents find the use of electronic tools in preparation for the EIA in mathematics useful, and 28% are completely satisfied with both the quantity and quality of available electronic resources. At the same time, 72% of teachers believe that the number of e-learning tools should be increased and their quality should be improved, which indicates the need to develop and improve this area.

Conclusions. There is no universal methodology of preparation for the external examination in mathematics, as it significantly depends on both the student audience and the individual characteristics of the teacher or tutor who carries it out. EIA is only a tool for adequate evaluation of the student's achievement level and cannot be the goal of schooling. Instead, the main purpose of schooling is the development of the child, the disclosure of his abilities, as well as the formation of those competencies that will allow him to find his place in life, to be realized as a person. Therefore, in preparation for the external examination in mathematics, the main goal for the teacher, we consider the repetition and systematization of the school course of mathematics, rather than formal training of students to solve specific classes of test tasks. The use of ICT is perceived by us as a natural complement to the educational process, and not just as a forced step due to training in quarantine conditions. We believe that the use of electronic tools in preparation for the EIA in mathematics is useful, but it is important to ensure the proper quality of the tests offered to teachers and students on a variety of online platforms.

KEY WORDS: EIA and SFA in mathematics, information and communication technologies, e-learning aids.

INTRODUCTION

Problem formulation and analysis of current research. There is no doubt about the urgency of improving the methodology of preparation for External Independent Assessment (EIA) of academic achievements of Ukrainian graduates. This type of national standardized assessment in Ukraine is constantly in the focus of attention of both fundamental research (see (Dvoretzka, 2015)), (Liashenko & Rakov, 2008), (Ilyakoveleva & Kaplun, 2019), etc.) and publications in the media (see (Rating Group Ukraine, 2018), (NaUrok, 2021), (Shvadchak, 2021), etc). At the same time, the attitude to EIA in general and to EIA in mathematics in particular in Ukrainian society as a whole is positive.

For example, a survey of more than 700 users (students, their parents and math teachers) of the GIOS educational platform (GIOS, 2021) show that the average score for the quality of external evaluation in mathematics in Ukraine on a 10-point scale (1 - the lowest level of satisfaction, 10 - the highest) is 7, and the most popular value of this quality is 8. Among the biggest advantages of independent assessment are often called: the reducing corruption during entering to universities (42% of respondents), the ability to objectively assess the level of academic achievement of students in mathematics (28%), the possibility of a wider choice of educational institutions during the admission campaign (26%) and increase the prestige of studying mathematics at school (18%).

However, according to the same poll, 39% of respondents said that the EIA in mathematics has no advantages, and among the disadvantages most often pointed out that the EIA in mathematics: can force students to study a subject they do not like (59% of respondents), does psychological pressure on students (36%), increases the number of homework (34%), does not allow to enter the dream university (26%), distorts the real situation during assessing the level of student achievement (14% of respondents). It should also be noted that 13% of respondents indicated that the EIA in mathematics has no shortcomings. We will return to other data of this survey later in this article.

In our previous work (Shkolnyi & Tykhonenko, 2021) we focused in detail on the place and role of EIA in mathematics in the Ukrainian education system, as well as on the basis of our own statistical survey of Ukrainian graduates and first-year students clarified the feasibility and possibility of using information and communication technologies (ICT) in preparation for the external examination in mathematics. In particular, we found that electronic tools in preparation for the EIA in mathematics are still unpopular among graduates. The main reasons for this are the general weak level of technology dissemination in our country, and the list of electronic resources used by students in preparation for independent assessment in mathematics is quite limited. In general, the market of e-support for mathematical education in Ukraine is, in fact, empty, because the software currently available in this market does not satisfy the needs of potential users. That is why offline courses and tutors are now the most common choice of entrants in preparation for the external testing in mathematics (Shkolnyi & Tykhonenko, 2021).

However, in our opinion, positive trends in the development of ICT for teaching mathematics in general and preparation for EIA in particular are still present, because, as the same survey of students shows, more than 80% of them are positive about the use of electronic tools in preparation for EIA in mathematics, and only about 5% have a negative perception of such resources (Shkolnyi & Tykhonenko, 2021). A strong motivation for the development of ICT in mathematics education has also been the current pandemic situation, when the introduction of quarantine and long periods of online learning are already perceived by both students and teachers as quite normal learning situations. Under these circumstances, mathematics teachers and tutors are often simply forced to use ICT, to create and develop new forms of organization of the educational process, to improve and adapt teaching methods and technologies accordingly.

Lately, we have heard many teachers' voices (see (Osvitoria, 2021a), (Osvitoria, 2021b)) that online learning *is at least as good as classroom learning*. In order to confirm or refute this hypothesis, we conducted a survey of mathematics teachers regarding their attitudes to the use of ICT in preparation for independent assessment and ways to use these technologies in their practice. We were also interested in the place and role of ICT in the process of finding the optimal model of preparation for the external examination in mathematics.

The aim of the article. In this article, we plan to: find out the feasibility of using ICT, as well as the place and role of technology in preparation for the EIA in mathematics from the standpoint of those who carry out this training (teachers, tutors, etc.); determine how modern technologies facilitate or hinder the search for optimal methods of preparation for independent testing in mathematics; outline ways to develop guidelines for the use of ICT in preparation for the EIA in mathematics.

MATERIALS AND METHODS

To achieve these aims we use the theoretical method of analysis of methodological literature on the research question. We also exploit some empirical methods: our own poll with help of Google form electronic tool, observation of the educational process in secondary schools and on the special exam preparation courses, as well as analysis of students' achievements. In this article we also use a set of methods of scientific knowledge: comparative analysis to clarify different views on the problem and determine areas of research; systematization and generalization in order to make conclusions and formulate recommendations to preparing for national standardized assessments of academic achievement in mathematics; generalization of the author's pedagogical experience and observations.

RESULTS

It is clear that there is no universal methodology of preparation for the external examination in mathematics, which would guarantee a high score for each test participant. Indeed, it significantly depends on the student audience and the individual characteristics of the teacher or tutor who accomplishes it. First of all, we should talk about a set of methods that will allow a modern mathematics teacher to achieve *the desired result*, which, in turn, depends on the *purpose of preparation* for the EIA. Let's dwell on this issue in more detail.

In our opinion, *independent assessment is only a tool* for adequate assessment of the level of student achievement, a kind of "ruler", which is designed only to "measure" and nothing more. It is also obvious to us that EIA in mathematics or any other subject *should not be the goal of schooling*. The main purpose of schooling is the development of the child, identifying and

disclosing his abilities, as well as the formation of those life competencies that will allow him in the future to find the place in life, to be realized as individuals. And independent testing, although is a classic "high-stakes testing" (more on this type of testing see in (Shkolnyi & Tykhonenko, 2021)), can not in itself become the ultimate goal or the teaching of each discipline, or even a guideline for creating a methodology for teaching.

Therefore, we believe that the main goal for the teacher in preparation for the external examination in mathematics is the repetition and systematization of data from the school course of mathematics, rather than formal training students to very specific classes of test tasks. Of course, it is necessary to adapt graduates to the peculiarities of solving test tasks of various forms (with alternatives, with a short answer, on matching, with a full explanation), but this goal is secondary and cannot displace or replace the main one. Methods of adaptation of students to specific test tasks can be found in the monograph (Shkolnyi, 2015), as well as, for example, in articles (Shkolnyi & Zakhariichenko, 2019), (Shkolnyi & Zakhariichenko, 2020a), (Shkolnyi & Zakhariichenko, 2020b) and others.

Also important in preparation for the EIA in mathematics is the goal set by the future participant of this test. At first glance, it is obvious that the student wants to score as many points as possible. However, such approach could have serious negative consequences in the future. In our opinion, it is more natural for students in preparation for external evaluation try to get not the maximum, but "their own" score, i.e. a score that will adequately reflect the real level of preparation and allow them to take "their own" place on the chosen specialty in the university. This goal setting will allow the graduate to avoid significant psychological problems in preparation for testing, as well as eventually find the specialty and the university that will allow him to become a realized and happy person (more about this see in the article (Shkolnyi, 2021)).

After agreeing on the goals of preparation for the EIA for the student and the teacher, the natural next step is to choose the appropriate methodology of systematization and repetition of the school mathematics. As already mentioned, this choice depends on many factors, but today, after more than 15 years of history, a set of such techniques has already been formed and reflected in various manuals for preparation for independent evaluation ((Bevz & Bukovska, 2020), (Halperina, 2020), (Kapinosov, 2020), (Nelin, 2016), (Rohanin, 2020), (Zakhariichenko et. al., 2020), (Zakhariichenko et. al., 2021)). Each of these books has its own internal logic, sequence of study of topics, its advantages and disadvantages. The critical analysis of these and other manuals will certainly be reflected in our subsequent publications.

The next step after choosing the appropriate methodology is the selection of teaching tools, as well as the choice of convenient for the student and teacher organizational forms of this training. Until 2020, traditionally the most popular tool in preparation for the external examination in mathematics is a printed textbook, and the most popular organizational forms is the group or individual lessons in the classroom. Various handouts were used as additional teaching aids, in particular, training thematic and combined tests containing tasks of various forms. Online training tests were also popular, in particular, tests of EIA of previous years.

However, due to the pandemic situation and the introduction of quarantine, after 2020 the situation has changed significantly, as classes in the classroom became impossible. Students and teachers had to, in fact, urgently master the means of distance communication (Google Meet, Skype, Zoom, etc.) and platforms for distance and blended learning (Google Classroom, MS Teams, MOODLE, NaUrok, etc.), with help of which, in particular, were carried out and control measures in the form of computer testing.

The described situation has led to significant changes in the perception of ICT by both students and teachers and tutors. This is confirmed by the results of the above-mentioned survey of the GIOS educational platform users (GIOS, 2021), among which 49% of respondents chose as the most optimal way to prepare for EIA in mathematics the way of training with tutor using printed manuals *and online platforms*. However, this survey did not delve into the details and features of the use of the latest technologies by teachers and tutors in preparation for the external examination in mathematics. Therefore, we conducted *our own survey of mathematics teachers* regarding their use of ICT in preparing students for independent assessment.

The survey was conducted anonymously and online using Google forms. The list of questions was as follows:

1. Do you prepare students for EIA in mathematics?
2. What format, on your opinion, is the most natural in training for EIA in mathematics?
3. Do you consider it appropriate to use e-learning tools in preparing students for EIA in mathematics?
4. What electronic tools should be used in classes with students in preparation for the external examination in mathematics?
5. Please share with us the names of electronic resources (or links to them) that you use in your classes in preparation for the EIA.
6. How useful do you find the use of electronic tools in preparation for the external examination in mathematics?
7. Do the available electronic resources and teaching aids satisfy your needs for organizing the preparation of students for the EIA in mathematics?

Here are *the results of this survey*. Among the respondents, more than 80% are directly involved in preparing students for the external examination in mathematics, the rest are indirectly involved in this process. Two thirds of respondents believe that the best way to prepare for the EIA today is *a combination of classroom classes and online format*. At the same time, almost a third believe that such training should be carried out exclusively in the classroom. Exclusively online format of preparation for testing is not popular from the standpoint of its effectiveness and efficiency. It can be assumed that the advantage in favor of the combined approach (classroom format & online classes) is a consequence of forced active development and practical application of blended learning during the last year. Accordingly, if under such conditions of work and study students will show no lower results than in the classical forms of work, then most likely, we will see an even higher percentage of supporters of the combined approach. However, the opposite situation is also possible, when the transition from classroom work to online will not justify its effectiveness in the eyes of its current supporters.

Note that 98% of respondents consider the use of ICT appropriate in preparation for the EIA in mathematics. The so-called "leader of using" of the latest technologies are online test platforms (about 80% of respondents). Moreover, this indicator

is approximately the same both among those who consider a more effective combined approach in training, and among those who believe more effective only classroom learning (see Figure 1 below). That is, online testing is actively used also during working in the classroom. Also, 45% of supporters of the classroom training format and 54% of those who choose a combined approach, consider it appropriate to use ICT in preparation for lessons.

It is interesting to note that the percentage of those who use ICT to communicate with students is more than three times higher among those who use a combined approach than among those who prefer purely classroom work. At the same time, the percentage of those who do not have the technical ability to use properly ICT opportunities is also three times higher among those who consider training in the classroom format is more effective. Thus, the commitment to the inclusion of the online format in the process of preparation for the EIA in mathematics is greatly influenced by the technical support of the teacher, in particular, in the context of the ability to communicate with the student without live meetings.

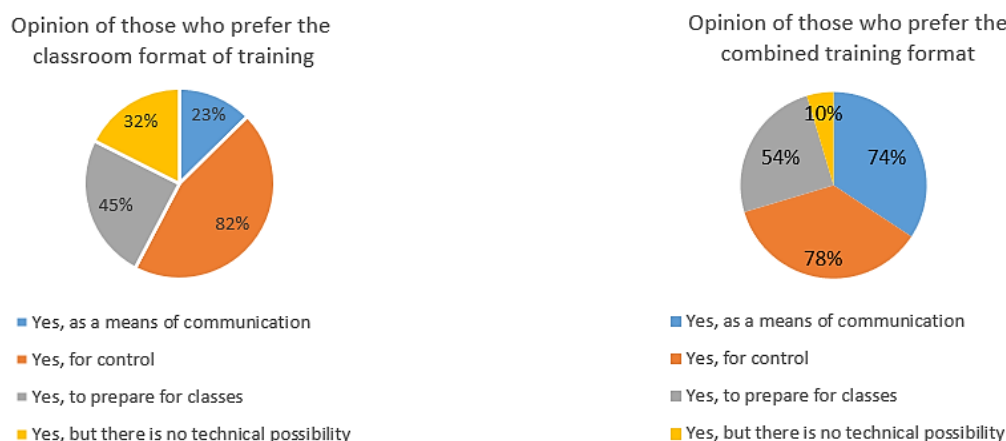


Fig. 1. Is it advisable to use ICT in preparation for the EIA in mathematics?

As Figure 2 below shows, among all the modern technologies used by mathematics teachers in preparation for EIA in mathematics, online test platforms are in the lead (they are used by almost 80% of respondents). However, the biggest problem with these platforms is the low level of peer-review and verification of their materials, as the vast majority of tests on these platforms are written by the teachers themselves. We do not discuss here their professional qualifications, but writing a qualitative test is not an easy task that requires special training. Therefore, we forced to state that, unfortunately, not all materials presented on popular Ukrainian online test platforms have a proper quality, and therefore, teachers should use of each such platform critically and with pedagogical balance.

After test platforms, electronic textbooks and video tutorials (more than 60% of respondents), as well as various application software (slightly less than 50% of respondents) are also very popular. It is interesting to note that math software in the classroom is used mainly by those who choose a combined approach or work online (64% of those who chose this item). Therefore, we can assume that using of this type of software is more convenient in online classes.

Among the specific electronic resources used in the work of survey participants, we note test platforms NaUrok (www.naurok.ua/student/tests), Osvita.ua (www.osvita.ua), Vseosvita (www.vseosvita.ua), Quizlet (www.quizlet.com) and Classtime (www.classtime.com), as well as sites with EIA tests of previous years (www.zno.osvita.ua/mathematics/). GeoGebra (www.geogebra.org), DG (www.dynamicgeometry.com) and GRAN (GRAN1, GRAN 2d and GRAN 3d, www.ktoi.fi.npu.edu.ua/zavantazhyty/category/1-gran1) dominate among the mathematical software. Among the answers there were also mentions of electronic boards for graphics tablets Idroo (www.idroo.com) and Awwap (www.awwap.com/home/).

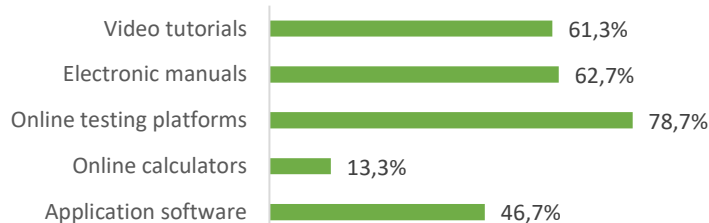


Fig. 2. E-tools in preparation for EIA in mathematics.

97% of respondents find the use of electronic tools in preparation for the EIA in mathematics useful, while the remaining 3% found it difficult to answer this question and assess the benefits of such resources. Thus, none of the respondents indicated that electronic resources can be harmful in preparing for an independent evaluation.

Regarding satisfaction with the availability and quality of electronic resources and teaching aids, the answers were distributed as follows (Figure 3):

Do the available electronic resources satisfy your needs in organizing the preparation for the EIA?

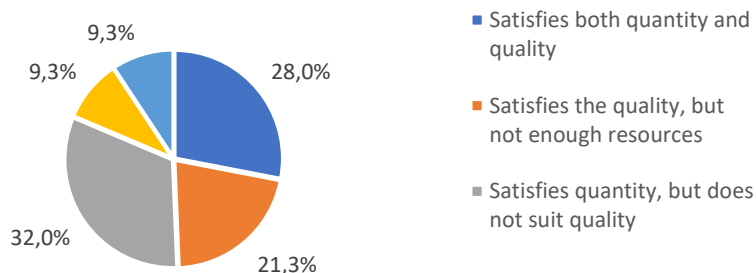


Fig. 3. Satisfaction with electronic resources.

As we can see, almost 30% of respondents are completely satisfied with the currently available electronic resources to prepare for the EIA in mathematics. This may indicate both a fairly good state of this area in our country (given the needs of users) and that the users of e-learning tools (in particular, to organize preparation for testing) have nothing to compare these tools and do not see possible ways to improve them.

More unexpected is the fact that almost half of the respondents (49%) are satisfied with the quality of available resources. Given the popularity of online test platforms on the one hand and the uncontrollability of their content on the other, this is controversial. Of course, we can assume that our respondents either use these platforms to create their own qualitative tests, or are experienced in choosing the tests with proper quality from those offered. However, the availability of freely available tests of questionable quality, which teachers can use in their practice, or even students can find in self-study, is of great concern.

Note that there are no categorically dissatisfied with the current state of available electronic resources among survey participants. This leads to the conclusion that this market is quite full, including quality products, among which everyone can find something useful and convenient for their activities. At the same time, 72% of respondents are not completely satisfied with the current state of the electronic resources market, which indicates the need to develop and improve this area.

CONCLUSIONS AND PROSPECTS FOR FURTHER RESEARCH

In our opinion, the most important thing for both the teacher and the student in preparation for the EIA in mathematics is to ensure the proper quality of systematization of the school mathematics course, rather than formal training for solving of specific classes of test tasks. It is extremely important for teachers and students to understand the need not to get the maximum possible score in any way during testing, but to determine their real level of mathematical preparation. This will contribute to the further successful education of the graduate at the university and his (her) future implementation both as a specialist and as a person.

Of course, this does not mean that the level of mathematical preparation of a student cannot increase during the training for the external evaluation. On the contrary, any method of preparation for testing aims to mobilize all possible internal resources of the graduate to successfully pass this test. However, the main emphasis should be on the development of thinking and broadening horizons, not on the formal memorization of definitions, statements and typical methods of solving exercises and problems.

It is desirable that a mathematics teacher has not one defined methodology of systematization and repetition of school mathematics during preparation for EIA, but a set of methodologies that would allow him to respond flexibly to the peculiarities of the student audience and meet his (her) own professional aptitudes and preferences. The appropriate use of ICT in this set of methodologies of preparation for EIA is natural in itself and in the context of the pandemic and quarantine situation of recent months. In this regard, it is important to properly train teachers to use the latest technologies both during their studies at the Pedagogical University and in the system of their continuing education.

According to our survey of mathematics teachers who prepare students for independent assessment, the most optimal ways of such training they consider either special training with a tutor using printed manuals and online platforms, or systematic proper schooling, which does not require additional training. In both cases, according to the respondents, it is better to conduct classes either only in the classroom, or to combine classroom classes with online classes. Only distance training, according to respondents, does not provide the desired result. This opinion of teachers is natural, because they have almost no experience of online classes in preparation for external evaluation. It would be interesting to conduct a similar poll of the same teachers in a few years, when the use of distance and blended learning technologies will become commonplace. We are convinced that this sector of Ukrainian mathematical education has great prospects for development.

It is also natural for most teachers surveyed to think that ICT is best used to prepare for classes and realization of control. At the same time, the dominance of online test platforms among e-learning tools is due to both accessibility to the general public and ease of mastering them. In the process of teaching mathematics and in preparation for EIA, the latest technologies are used much less often, because their use requires fundamentally new teaching methods, which are still under development and formation. Based on the data of teachers' surveys, we believe that the use of electronic tools in preparation for the external examination in mathematics is useful, but the quantity or quality of currently available resources does not fully satisfy the majority of users. Given the popularity and demand for online test platforms, it is important to ensure the proper quality of the tests offered to all users.

We emphasize that in order for math teachers to be able to distinguish qualitative electronic tools from mediocre ones, as well as to select or create appropriate content for online test platforms, it is necessary to carry out their systematic training. Masters of educational programs in the specialty "Secondary education (mathematics)" in National Dragomanov Pedagogical University studies specialized courses dedicated to this problem, such as "Computer-oriented systems of teaching mathematics", "Monitoring of academic achievements in mathematics of pupils and students", "Methods of test tasks creating". These courses allow students to be at least competent users of the latest teaching aids in mathematics, and in some cases to develop or improve these tools.

We are already partially implementing the content of these courses to the entire Ukrainian audience of mathematics teachers. One of the authors of this article systematically conducts training seminars for mathematics teachers in different regions of Ukraine, dedicated to the methods of preparation for external examination. However, in our opinion, these efforts are not enough. A systematic educational program is needed to create publicly available methodological materials on various methods of preparation for EIA in mathematics, including the use of ICT. This program, in particular, can be implemented through a network of centers and training platforms such as Osvitoria, Osvita.ua, Vseosvita, NaUrok, GIOS and others, as well as through a network of in-service teacher training centers, including online platforms such as Prometheus (www.prometheus.org.ua), Edera (www.ed-era.com), Coursera (www.coursera.org), Khan Academy (www.khanacademy.org), EdX (www.edx.org), etc. In the future, we plan to develop such training materials and place them on these resources.

References

1. Bevz, V. H., Bukovska, O. I. (2020). Matematyka: Testovi zavdannia u formati ZNO. [Mathematics: Test tasks in the format of the EIA]. Kyiv. Osvita [in Ukrainian].
2. Dvoretzka, L.P. (2015). Zovnishnye nezalezhne otsynuvannya z matematyky v ukrayini cherez pryzmu svitovoho dosvidu [External independent assessment in mathematics in Ukraine through the prism of world experience]. *Naukovi zapysky CSPU*, 8 (III). P. 15-25. Retrieved from <https://core.ac.uk/reader/228637440> [in Ukrainian].
3. GIOS. (2021). Interactive math courses online. Official web-site. Retrieved from <https://gioschool.com>.
4. Halperina, A. R. (2020). Matematyka - typovi testovi zavdannia ZNO + DPA 2021 roku [Mathematics - typical test tasks of the EIA + SFA in 2021]. Kyiv. Litera [in Ukrainian].
5. Iyakovlieva, O., Kaplun, V. (2019). Analiz zavdan practychnoho zmistu ZNO z matematyky 2017-2019 rokiv [Analysis of practical content tasks of ZNO in mathematics 2017-2019]. *Physical and Mathematical Education*, Issue 4(22). P. 142-149 [in Ukrainian].
6. Kapinosov, A. M. (2020). Matematyka - Kompleksne vydannia ZNO + DPA 2021 [Mathematics - Complex edition of EIA + SFA 2021]. Ternopil. Pidruchnyky i posibnyky [in Ukrainian].
7. NaUrok. (2021). Shcho take ZNO [What is the EIA]. Retrieved from naurok.ua/student/blog/scho-take-zno [in Ukrainian].
8. Nelin, Ye. P. (2016). Matematyka ZNO. Ekspres-pidhotovka [Mathematics EIA. Express preparation]. Kyiv. Litera [in Ukrainian].
9. Liashenko, O.I., Rakov, S.A. (2008). Testovi tekhnolohiyi i monitorynh v systemi osviti Ukrayiny: stan i perspektyvy rozvytku [Test technologies and monitoring in the education system of Ukraine: state and prospects of development]. *Visnyk TIMO*, 11-12. P. 67-70 [in Ukrainian].
10. Osvitoria. (2021). Yak karantyn zminiuye nashyh ditei: rozpovidayut vchyteli [How the quarantine changes our children: teacher's talks]. Retrieved from <https://osvitoria.media/experience/yak-karantyn-zminyuye-nashyh-ditej-rozpovidayut-vchyteli/>. [in Ukrainian].
11. Osvitoria. (2021). Naibilshe dity vidstayut v matematyky: yak zakryttia shkil vplynulo na uchniv? [Most children lag behind in math: how have school closures affected students?] Retrieved from <https://osvitoria.media/experience/doslidzhennya-yak-pandemiya-vplynula-na-shkolyariv/>. [in Ukrainian].
12. Rating Group Ukraine. (2018). Dynamika stavlennia ukraiintsiv do ZNO [Dynamics of Ukrainians' attitude to the EIA]. Retrieved from http://ratinggroup.ua/research/ukraine/dynamika_otnosheniya_ukraincev_k_vno_zno.html [in Ukrainian].
13. Rohanin, O. M. (2020). ZNO 2021. Matematyka. Zbirnyk testovykh zavdan [EIA 2021. Mathematics. Collection of test tasks]. In Nelin Ye. P. (Ed.). Kharkiv. Vesna [in Ukrainian].
14. Shkolnyi, O. V. (2015). *Osnovy teorii ta metodyky otsynuvannya navchalnykh dosiahnen z matematyky uchniv starshoi shkoly v Ukraini* [Basis of the theory and methodology of educational achievements assessing of senior school students]. Monograph. Kyiv. NDPU Publishing. [in Ukrainian].
15. Shkolnyi, O. V. (2021). Shcho take ZNO in z chym yoho "yidiat"? [What is the EIA and how "to eat" it?]. Retrieved from <https://www.blog.gioschool.com/zno2> [in Ukrainian].
16. Shkolnyi O., Tykhonenko Yu. (2021). Advisability and possibility of using ICT during preparation for the EIA in mathematics. *Physical and Mathematical Education*. Issue 2(28). P. 11-16.
17. Shkolnyi, O.V., Zakhariichenko, Yu. O. (2019). Modern thematic preparation for EIA in mathematics in Ukraine: numbers and expressions, functions. *Topical issues of natural science and mathematics education*. Volume 1 (13). P.5-11.
18. Shkolnyi, O.V., Zakhariichenko, Yu. O. (2020). Modern thematic preparation for EIA in mathematics in Ukraine: coordinates and vectors, elements of combinatorics and stochastics. *Physical and mathematical education*. Issue 1 (23). P.171-176.
19. Shkolnyi, O.V., Zakhariichenko, Yu. O. (2020). Methodological advices on preparation for EIA in mathematics in modern conditions. *Physical and mathematical education*. Issue 3 (25). P. 6-10.

20. Shvadchak, Nadiia. (2021). Yak pidhotuvatsia do ZNO z matematyky bez repetytoriv i hanby [How to prepare for the EIA in mathematics without tutors and shame]. Retrieved from nus.org.ua/articles/yak-pidgotuvatsiya-do-zno-z-matematyky-bez-repetytoriv-i-ganby/ [in Ukrainian]
21. Zakhariichenko, Yu. O. et al. (2020). *Suchasna pighotovka do ZNO z matematyky* [Modern preparation for EIA in mathematics]. Kamianets-Podilskyi. Aksioma [in Ukrainian].
22. Zakhariichenko, Yu. O. et al. (2021). *Povnyi kurs matematyky v testakh. Entsyklopediia testovykh zavdan* [Full course of mathematics in tests. Encyclopedia of test tasks]. 11-th edition. Kharkiv. Ranok [in Ukrainian].

ЗАТОСУВАННЯ ІКТ ПІД ЧАС ПІДГОТОВКИ ДО ЗНО: ШЛЯХИ ПОШУКУ ОПТИМАЛЬНОЇ МОДЕЛІ

О.В. Школьній, Ю.В. Тихоненко

Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, Україна

Анотація.

Формулювання проблеми. Актуальність вдосконалення методики підготовки до ЗНО з математики наразі сумнівів не викликає. Раніше нами було встановлено, що електронні засоби при підготовці до ЗНО з математики є малопопулярними серед абітурієнтів, але позитивні тенденції в розвитку ІКТ для підготовки до ЗНО з математики також присутні. Потужною мотивацією до використання технологій під час навчання математики стала нинішня пандемічна ситуація, коли введення карантинів і тривалі періоди навчання онлайн починають сприйматися учнями і вчителями як звичайні навчальні ситуації. За цих обставин вчителі математики вимушені використовувати ІКТ, створювати і розробляти нові форми організації навчального процесу, вдосконалювати та адаптувати методику і технології навчання. Метою даної статті є встановлення доцільності використання ІКТ, їх місця і ролі під час підготовки до ЗНО з математики з позиції вчителів та репетиторів, а також визначення, яким чином сучасні технології сприяють чи заважають пошуку оптимальної методики підготовки до цього виду оцінювання.

Матеріали і методи. Для досягнення цілей статті ми застосовуємо емпіричні методи: власне опитування за допомогою електронного засобу (Google forms), спостереження за навчальним процесом учнів, а також аналіз результатів їхніх досягнень. У дослідженні використано комплекс методів наукового пізнання: порівняльний аналіз для з'ясування різних поглядів на проблему; систематизація та узагальнення для формулювання висновків і методичних порад; узагальнення авторського педагогічного досвіду і спостережень.

Результати. Як показало наше опитування вчителів математики, дві третини з них вважають, що найбільш оптимальним способом здійснення підготовки до ЗНО є поєднання аудиторних занять і онлайн-формату. 98% опитаних вважає використання ІКТ доцільним при підготовці до ЗНО, причому лідером серед цих технологій є тестові онлайн-платформи (НаУрок, osvita.ua, Всеосвіта, Quizlet, Classtime). 97% респондентів вважають використання електронних засобів при підготовці до ЗНО з математики корисним, а 28% повністю задоволені і кількістю, і якістю наявних електронних ресурсів. Водночас, 72% вчителів вважають, що кількість електронних засобів навчання слід збільшити, а їх якість слід покращити, що говорить про необхідність розвитку та вдосконалення даної сфери.

Висновки. Універсальної методики підготовки до ЗНО з математики не існує, оскільки вона суттєво залежить як від учнівської аудиторії, так і від індивідуальних особливостей вчителя чи репетитора, котрий її здійснює. Незалежне оцінювання є лише інструментом для адекватного оцінювання рівня навчальних досягнень учня і не може бути метою навчання в школі. Натомість головною метою навчання є розвиток дитини, розкриття її здібностей, а також формування тих компетентностей, які дозволять їй знайти своє місце в житті, реалізуватися як особистості. Тому при підготовці до ЗНО з математики головною метою для вчителя ми вважаємо повторення і систематизацію шкільного курсу математики, а не формальне тренування учнів розв'язувати конкретні класи тестових завдань. Використання ІКТ при цьому сприймається нами як природне доповнення навчального процесу, а не лише як вимушений крок внаслідок навчання в умовах карантину. Ми вважаємо, що використання електронних засобів при підготовці до ЗНО з математики є корисним, але при цьому важливим є забезпечення належної якості тестів, що пропонуються до загального доступу вчителям і учням на різноманітних онлайн платформах.

Ключові слова. ЗНО і ДПА з математики, інформаційно-комунікаційні технології, електронні засоби навчання.



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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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

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



Баришок М.В., Терменжи Д.Є. Етапи проєктування системи навчальних відеоматеріалів з математики: модель ADDIE. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 4(30). С. 20-28.

Baryshok M., Termenzy D. Stages of designing a system of mathematics videolessons: the ADDIE model. Physical and Mathematical Education. 2021. Issue 4(30). P. 20-28.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-030-4-003

УДК 372.851:512.1:004.55

М.В. Баришок

Гімназія №153 ім. О.С. Пушкіна, м. Київ, Україна

baryshok.m@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2988-0331>

Д.Є. Терменжи

Донецький національний університет імені Василя Стуса, Україна

d.termenzy@donnu.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0539-5545>

ЕТАПИ ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ НАВЧАЛЬНИХ ВІДЕОМАТЕРІАЛІВ З МАТЕМАТИКИ: МОДЕЛЬ ADDIE

АНОТАЦІЯ

У статті висвітлено авторський досвід проєктування відеоуроків з математики згідно до моделі ADDIE теорії педагогічного дизайну. Детально описано усі п'ять етапів створення навчальних матеріалів: аналіз, проєктування, розробка, упровадження та оцінювання. Виділено основні завдання, які має розв'язати розробник на кожному з цих етапів. На основі аналізу наявних розробок запропоновано основні формати запису відеозанять.

Формулювання проблеми. У сучасних реаліях одним із актуальних шляхів використання мультимедійних технологій є розробка і застосування відеоуроків. Використання навчальних відеоматеріалів надає учневі можливість навчатися за власним графіком та у власному темпі, опановувати матеріал, орієнтуючись на власне розуміння, а не на темп більшості групи.

Матеріали і методи. У процесі дослідження використовувались теоретичні та емпіричні методи. Зокрема, здійснено аналіз літератури для виявлення стану розробленості проблеми створення та використання навчальних відеоматеріалів, моделювання педагогічних процесів для оцінки можливості використання відеоуроків у навчанні математики; виявлення критеріїв оцінювання ефективності розробленої системи відеоуроків; анкетування з метою виявлення недоліків при використанні розроблених відеоуроків.

Результати. За п'ять років дослідження проблеми створення навчальних відеоматеріалів було розроблено та упроваджено у навчальний процес систему відеоуроків. Система складається з 25 відеороликів для учнів 7-11 класів зі змістової лінії «Функції». Деякі фрагменти розроблених відеоуроків наводяться у статті.

Висновки. Апробація розроблених відеоматеріалів проводилась на базі факультету математики та інформаційних технологій (зараз факультету інформаційних і прикладних технологій) Донецького національного університету імені Василя Стуса та гімназії №153 ім. О.С. Пушкіна. Було встановлено, що виконання описаних вимог розробки та упровадження відеоуроків для навчання учнів загальноосвітньої школи забезпечує підвищення якості математичної підготовки учнів з алгебри, а також суттєво впливає на особистісний розвиток, зокрема, на мотивацію до навчання.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: мультимедійна підтримка заняття, навчальні відеоматеріали, модель ADDIE, STEAM-освіта, навчання математики, функціональна змістова лінія.

ВСТУП

Постановка проблеми. Виклики сучасного суспільства, карантин та вимушений дистанційний формат навчання показали, що система освіти потребує змін, адже застарілі методи та засоби навчання, неактуальні навчальні матеріали, неготовність учителів працювати у цифровому середовищі призвели до багатьох складнощів у організації процесу навчання. Разом з цим, сьогоденні учні та студенти належать до так званого покоління Z (Generation Z), яке виросло і сформувалося у цифровому середовищі. Те, що попередні покоління називали «новими технологіями» або «технологіями майбутнього», для сучасних дітей уже сьогодення. Учні і студенти нового інформаційного суспільства характеризуються своєю багатозадачністю (multitasking), тобто здатністю робити декілька справ одночасно. Їх мова складається з текстових

повідомлень в месенжерах, публікацій у блогах, онлайн-трансляцій та IGTV, відео у Youtube каналах, аудіопідкастів, дискусій у різних соціальних спільнотах тощо (Termenzhy, 2016). Вони активно використовують віртуальну реальність (VR) та 3D-реальність, по-іншому сприймають інформацію, надаючи перевагу мультимедіа формату.

Зрозуміло, що головним завданням сучасного педагога є завдання «спілкуватися» з таким учнем однією мовою, залучаючи його до більш активного, насиченого та мотивуючого для нього навчального процесу. Тут на допомогу вчителю приходять технологія мультимедіа і відеоуроки.

Донедавна відеоуроки використовували лише як допоміжний засіб у навчальному процесі, наприклад, у тих випадках, коли навчальний матеріал важкий для сприйняття у звичайних умовах (Барішок&Терменжи, 2021). У сучасних реаліях відеоуроки стали одним із засобів асинхронного режиму навчання, що дозволяє навчатися за власним графіком та у власному темпі, опановувати матеріал, орієнтуючись на власне розуміння, а не на темп більшості групи.

Аналіз актуальних досліджень. В Україні проблема створення і використання навчальних відеоматеріалів не нова. Основні психолого-педагогічні вимоги щодо застосування мультимедійних технологій у навчальному процесі різних навчальних закладів проаналізовані у кандидатських дисертаціях М.Ю. Борисенко, Н.Ю. Ішук, О.Л. Коношевського, О.А. Чайковської, І.Ю. Шахіної, Л.С. Шевченко та інших. Дослідження О.Л. Коношевського та І.Ю. Шахіної присвячені особливостям використання засобів мультимедіа у професійній підготовці майбутніх учителів математики. Педагогом М.Ю. Борисенко було створено й реалізовано методику опанування арифметичного матеріалу учнями початкової школи з використанням мультимедійних технологій на різних етапах навчання. Проте подальшого дослідження потребує питання використання мультимедіа технологій у навчанні математики учнів основної і старшої школи, зокрема розробка навчальних відеоматеріалів з певної змістової лінії.

Мета статті. Метою статті є висвітлення авторського досвіду створення системи навчальних відеоматеріалів з математики згідно до моделі ADDIE теорії педагогічного дизайну.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У процесі дослідження використовувались теоретичні та емпіричні методи. Зокрема, було здійснено аналіз психолого-педагогічної і науково-методичної літератури для виявлення стану розробленості проблеми створення та використання навчальних відеоматеріалів; моделювання педагогічних процесів для оцінки можливості використання відеоуроків у навчанні математики; виявлення критеріїв оцінювання ефективності розробленої системи відеоуроків; спостереження; бесіди зі студентами, учителями та викладачами закладів вищої освіти, аналіз письмових робіт учнів і студентів; анкетування і тестування з метою виявлення недоліків при використанні розроблених відеоуроків.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У фокусі нашого дослідження знаходиться проблема проектування системи навчальних відеоматеріалів з математики для учнів і студентів. За п'ять років роботи нами було створено та впроваджено у навчальний процес систему відеоуроків зі змістової лінії «Функції», що складається з 25 відеороликів для учнів 7-11 класів. Цю тематику було обрано не випадково, адже саме вона є дуже важливою для формування математичної компетентності школяра та найбільш складною для його розуміння.

Розглянемо створені матеріали більш детально. Починаючи розробляти систему відеоуроків, необхідно, перш за все, ознайомитися з існуючими теоріями проектування або педагогічного дизайну (instructional design), серед яких найбільш часто використовують модель ADDIE (Kurt, 2017). Вона складається з п'яти основних етапів (Рис. 1), перші літери яких утворюють аббревіатуру ADDIE.

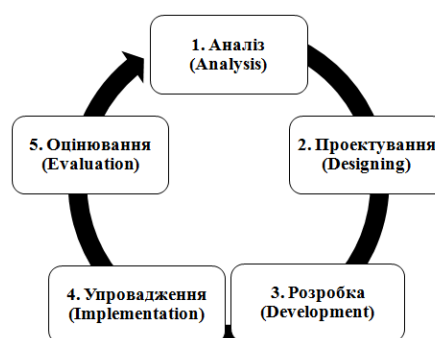


Рис. 1. П'ять етапів моделі ADDIE

Кожний етап моделі проектування системи навчальних відеоматеріалів ADDIE пояснено у таблиці 1. Зупинимося на кожному з етапів окремо.

Аналіз (Analysis). Розробка навчальних матеріалів майже ніколи не розпочинається з нуля. Починаючи підготовку до створення системи навчальних матеріалів, слід ознайомитися із досвідом провідних закладів освіти, відомих педагогів та наукових шкіл. Сьогодні у вільному доступі знаходиться величезна кількість так званих відкритих освітніх ресурсів. Великі ІТ компанії реалізують масштабні проекти, що пов'язані зі створенням, пошуком та розповсюдженням відкритих освітніх ресурсів, серед них Intel (проект Літописи.ру), Microsoft (власний освітній портал), Google (проект «Академія Google») та інші. Ми підтримуємо думку Н. Лосевої, що викладачеві будь-якої дисципліни буде корисно ознайомитися із проектом «Академія Хана» (Khan Academy), що містить велику кількість безкоштовних мікролекцій з різних дисциплін (Лосева&Ігнатова, 2016).

Таблиця 1

Етапи проєктування системи навчальних відеоматеріалів

Аналіз	Проектування	Розробка	Впровадження	Оцінювання
Попереднє планування, аналіз та ідентифікація нинішньої ситуації і можливостей	Проектування системи відеоматеріалів і деталізація	Розробка навчальних матеріалів, інтеграція розроблених матеріалів у відеоформат	Початок навчання з використанням системи відеоматеріалів	Оцінювання системи відеоматеріалів (продукту та процесу)
<ul style="list-style-type: none"> аналіз наявних ресурсів аналіз контингенту слухачів та пред'явлення вимог до учнів вибір технологічних засобів створення відео 	<ul style="list-style-type: none"> вибір тематики та обсягу системи відеоматеріалів структура системи відеоуроків визначення очікуваних результатів навчання вибір методів навчання та контролю 	<ul style="list-style-type: none"> структурування змісту відеоуроків розробка навчальних матеріалів створення відеоматеріалів підготовка матеріалів для здійснення контролю 	<ul style="list-style-type: none"> використання відеоуроків в аудиторії та за її межами реалізація взаємодії 	<ul style="list-style-type: none"> реалізація стратегії оцінювання якості системи відеоматеріалів удосконалення розробленої системи

Підкреслимо, що навіть швидке ознайомлення з наявними розробками відомих колег очима студента дозволить отримати безцінний у подальшій роботі досвід та джерела натхнення.

Відзначимо, що з метою успішного навчання від слухачів може вимагатися наявність певних конкретних знань та компетентностей, залежно від тематики відеоматеріалів. Необхідно обов'язково сформулювати ці вимоги до слухачів і включити їх до опису кожного відеоуроку.

На основі аналізу наявних відеоматеріалів можна зробити висновок, що існують три основні формати запису відеозанять: запис у спеціально обладнаній студії; запис безпосередньо в аудиторії, де учитель проводить заняття з учнями; самостійний запис педагогом заняття за допомогою комп'ютера, мікрофона та веб-камери (Баришок, Терменжи & Лосева, 2016).

Перший та другий формати запису передбачають наявність у розпорядженні вчителя технічної апаратури та відповідних спеціалістів (оператор, відеоінженер), тому технічні нюанси реалізації запису не стосуються педагога. Для самостійного запису вчителю знадобиться заздалегідь підготовлений наочний матеріал (слайди, відео, навчальні матеріали), а також комп'ютер зі встановленою програмою запису відео (наприклад, CamStudio, UVScreenCamera, Screencast-O-Matic, Free Studio тощо) і мікрофон. Розроблені відеоуроки записувалися автором самостійно, використовуючи третій формат запису. Формат відео може програватися на будь-яких пристроях. Підкреслимо, що уроки розраховані приблизно на 6-11 хвилин, що забезпечує оптимальну концентрацію уваги учня.

Проектування (Designing). Тематика та обсяг навчальних матеріалів задаються нормативними документами (шкільною програмою, державним стандартом напряму підготовки тощо) або визначаються авторами через опис системи компетентностей.

Так, згідно з навчальною шкільною програмою для учнів 7 класу нами розроблено 4 відеоуроки за темами «Функція», «Лінійна функція», «Графік функції», «Способи задання функції»; для 8 класу – 4 відеоуроки за темами «Обернена пропорційність», «Квадратична функція»; для 9 класу – 4 відеоуроки (Рис. 2); для 10 класу – 10 відеоуроків у двох частинах за темами «Повторення та розширення відомостей про функцію», «Функція $y = \sqrt[n]{x}$ та її графік», «Степенева функція, її властивості та графік», «Графіки тригонометричних функцій та їх властивості», «Обернені тригонометричні функції»; для 11 класу – 3 відеоуроки за темами «Показникова функція, її властивості та графік», «Логарифмічна функція, її властивості та графік», «Криві, задані в полярній системі координат».



Рис. 2. Фрагмент структури системи розроблених відеоуроків

Підкреслимо, що успішність навчальних матеріалів залежить від того, наскільки ретельно перед його створенням було продумано і враховано мету, аудиторію (особливості конкретної групи) і зміст (Губар, 2011).

Наш досвід дозволяє стверджувати, що при виборі методів навчання за розробленими матеріалами треба віддавати перевагу інтерактивним методам (проблемне навчання, метод проєктів, майстер-класи, ігрові методи тощо). Оскільки вони дозволяють створити комфортні умови, за яких кожен учень відчуває свою успішність, інтелектуальну спроможність. Інтерактивна взаємодія виключає як домінування одного учасника навчального процесу над іншими, так і однієї думки над іншою (Губар&Непомняща, 2011).

Розробка (Development). Одним з найважливіших і найскладніших завдань учителя при підготовці навчальної інформації для відеоуроків є її переструктурування з метою успішного формування нових знань та їх засвоєння у суб'єкта навчання.

Педагоги (Лосєва&Ігнатова, 2016) підкреслюють, що після того, як буде здійснено структурування змісту та визначено послідовність його подання, перший варіант електронних матеріалів слід проаналізувати на *правильність змісту* (повторне проглядання відеоматеріалів та рецензування їх колегами); *повноту* (наявність у відеоуроках усіх необхідних елементів та достатній рівень методичних пояснень); *послідовність та зв'язність* (у протилежному випадку слухач матиме враження, що зміст складено з відокремлених фрагментів інформації); *функціональність*, що реалізує взаємозв'язки між окремими розділами; *обсяг змісту*.

Імпонує думка Н. Лосєвої, що створення навчальних матеріалів – це циклічний процес, а тому недоречно намагатися зробити все одразу, адже цікаві нові ідеї зазвичай виникають саме у процесі розробки (Лосєва&Луковська, 2009).

Максимально використовуючи можливості сучасних інформаційних технологій, доцільно враховувати, у першу чергу, загальнодидактичні принципи створення навчальних курсів, психологічні особливості сприйняття інформації з екрана та ергономічні вимоги. Сучасним психологом і педагогом Г.П. Лаврентьевою було проведено ґрунтовне дослідження здоров'язбережувальних вимог до застосування електронних засобів навчального призначення, на яке ми спирались у своїй розробці (Лаврентьева, 2011).

У статті (Семеніхіна&Безуглий, 2017) педагогами окреслено перелік законів зорового сприйняття, які обумовлюють упровадження в навчальний процес наочних моделей знань, і описано педагогічні аспекти когнітивної візуалізації у контексті підвищення інформаційної ємності навчального процесу.

Для ефективного зорового сприйняття навчального матеріалу у розроблених відеоуроках був підібраний відповідний інтерфейс; візуальне представлення даних просте і лаконічне; рисунок передає сутність правила чи задачі. При конструюванні задачі або теоретичного матеріалу використані всі три мови представлення навчальних знань (текст-малюнок-формула); іншим кольором виділені головні моменти для запам'ятовування.

При розробці відеоуроків теоретичний матеріал був підібраний з декількох підручників, викладений стисло, з максимальною інформативністю. Використані змістовні та короткі заголовки, марковані та нумеровані списки. Для кращого запам'ятовування у правому верхньому куті знаходяться формули. Кожному положенню (ідеї) відведений новий абзац. З метою подання інформації компактно і наочно були використані схеми та таблиці. Для кращого розуміння формул у відеоуроках наводяться розв'язання опорних задач. Для формування практичних знань розглядали різні види задач.

Як підкреслюють сучасні педагоги, сценарій (скріпт) для навчального відео допоможе розробнику зробити лаконічним його контент. Перед записом відео доцільно потренуватися читати сценарій розмовним тоном вголос. Треба звертати увагу на темп мови, націлюючись приблизно на 130 слів на хвилину (Guo, Kim & Rubin, 2014).

Розглянемо більш докладно розроблені відеоматеріали на прикладі фрагментів відеоуроку «Логарифмічна функція, її властивості та графік» для учнів 11 класу (рис. 3). Усі відеоуроки розробляються у такому стильовому рішенні і мають таку структуру: 1) тема; 2) основні поняття уроку; 3) історичні відомості з теми; 4) теоретичний матеріал; 5) розв'язання завдань; 6) рубрика «Функції навколо нас»; 7) висновки уроку; 8) рубрика «Гортаємо сторінки підручників»; 9) рубрика «Удосконалюю свої компетентності» 10) «На наступному уроці нас чекає».

Підкреслимо, що матеріал відеоуроків має діалоговий і проблемний характер і відповідає принципам STEAM-освіти (Баришок&Терменжи, 2021), зокрема належну увагу у відеоуроках приділено прикладним задачам, що вимагають використання отриманих знань і вмінь для побудови й дослідження математичних моделей, подання реальних залежностей у вигляді функцій, інтерпретації графіків у різних системах координат, практичних розрахунків за формулами з використанням таблиць, довідкових матеріалів, комп'ютера, програмних засобів тощо.

Зауважимо, що, окрім використання набутих знань для розв'язання прикладних задач, учню важливо уміти правильно обирати оптимальний шлях розв'язання задач, розглядаючи різні варіанти, оцінюючи багато параметрів (Губар, 2011). Саме тому у відеоуроках ми пропонуємо учням завдання, що передбачають різні методи розв'язання. Такі завдання не лише не дозволяють йому мислити стереотипно, а й розвивають критичне і логічне мислення, що є основою для формування важливих ключових компетентностей.

Хочеться відмітити, що, окрім основних тем з функціональної лінії, у відеоуроках пропонується розв'язування функціональних рівнянь. Як підкреслює О.С. Чашечникова, така діяльність дозволяє школярам проявити і розвинути оперативність, гнучкість, оригінальність, інтегративність мислення, уяву (Чашечникова&Панченко, 2013). Специфіка роботи над такими завданнями полягає в тому, що представлені вони незвично, хоча, з одного боку, начебто, для розв'язування лише необхідно знати основні поняття так званої «шкільної математики», але з іншого, – необхідно застосовувати їх обмірковано, нестандартно (Чашечникова, 2005).

Безумовно, ефективним засобом формування математичних компетентностей є проєктна діяльність. Виконання STEAM-проєктів передбачає інтегровану дослідницьку, творчу діяльність учнів, спрямовану на отримання самостійних результатів під керівництвом учителя-ментора.

Так, у якості самостійної роботи для опрацювання відеоуроку учню пропонується виконання творчого завдання у формі проєкту (індивідуально або у групі). Такі завдання пропонуються нами з метою створення можливостей для

самореалізації кожного учня (рис. 4). Під час планування проєктів з математики нами активно використовувався посібник, створений вітчизняними педагогами (Лосева, Непомняща&Панова, 2012).



Рис. 3. Скріншоти розробленого відеоуроку «Логарифмічна функція, її властивості та графік»

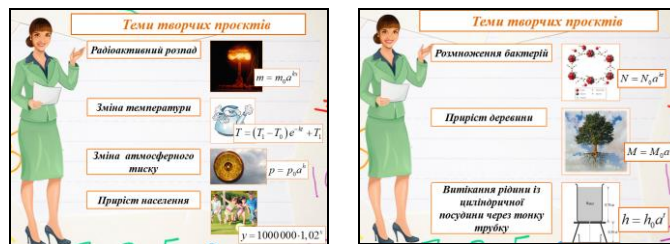


Рис. 4. Скріншоти розробленого відеоуроку з теми «Показникова функція»

Психологами (Лаврентьева, 2011) доведено, що під час роботи з відеоматеріалами стомлюваність слухачів настає швидше, ніж в очному навчанні, й тому рекомендується створювати розвантажувальні частини: експрес-контроль, цікаві факти, цитати учених, історичні довідки (рис. 5).

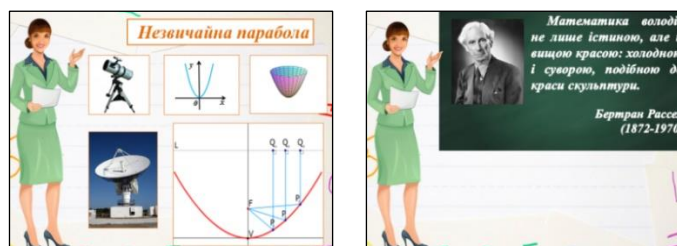


Рис. 5. Приклади розвантажувальних слайдів

Після перегляду відеоуроку учням пропонується пройти комп'ютерне тестування в синхронному або асинхронному режимі. Більш детально про використання програмних засобів для створення тестів описано у статті (Лосева&Губар, 2010).

Ще одним способом уникнути зайвого напруження під час перегляду відеоуроку є введення у нього ігрових елементів. У дослідженні Н. Лосєвої доведено (Losyeva, 2009), що це помітно підвищує зацікавленість учнів як до окремих питань теми, так і до всієї дисципліни в цілому, створює ситуації, що наповнені емоційними переживаннями.

Наголосимо, що у якості домашнього завдання до відеоуроку ми також пропонуємо учням проведення експериментів вдома з батьками (Losyeva&Gubar, 2011). Адже саме експерименти дозволяють значно глибше усвідомити математичні залежності між величинами; ознайомитися з вимірювальними й обчислювальними інструментами, комп'ютерними програмами й способами їхнього застосування на практиці; установити більш тісні зв'язки між різними сферами знань, надають можливості учням висувати, підтверджувати чи спростовувати власні наукові гіпотези.

Мультимедіа технології дають змогу наочно представити об'єкти та процеси у різних ракурсах та деталях, продемонструвати внутрішні взаємозв'язки їх компонентів не тільки у статичному вигляді, але й у часовому та просторовому русі. У галузі навчання математики вітчизняними педагогами (О. Семеніхіною та М. Друшляк) було виділено клас програм динамічної математики, під якими розуміють засоби комп'ютерної візуалізації математичних знань, що передбачають можливість динамічного оперування різними математичними об'єктами і можливість оперативного одержання відомостей про їх властивості (Семеніхіна&Друшляк, 2016).

Упровадження (Implementation) та Оцінювання (Evaluation). Упровадження і оцінювання є ключовим елементом створення навчальних матеріалів. Стратегія оцінювання має першорядне педагогічне значення, оскільки значною мірою визначає шляхи удосконалення розроблених матеріалів. Вона включає: досягнення очікуваних результатів навчання; враження слухачів від матеріалів; технологічну, методичну та інтерактивну складову застосування матеріалів.

Основні результати проведеного дослідження оприлюднені на міжнародних науково-методичних конференціях: «Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу», Суми, 2017; «Сучасна освіта та інтеграційні процеси» (Краматорськ, 2017), «Сучасні інформаційні технології та системи в управлінні», Київ, 2018; «Теоретико-практичні проблеми використання математичних методів і комп'ютерно-орієнтованих технологій в освіті та науці», Київ, 2018; «Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу», Суми, 2018; «Проблеми оптимального функціонування особистості у сучасних умовах», Харків, 2018; «Innovation in Science and Technology», Бостон, 2021; всеукраїнських науково-методичних конференцій: «Наукова діяльність як шлях формування професійних компетентностей майбутнього фахівця», Суми, 2016; «Україна в гуманітарних соціально-економічних вимірах», Дніпро, 2017.

ОБГОВОРЕННЯ

Апробація розроблених матеріалів фактично тривала п'ять років. Протягом цього періоду аналізувались отримані результати, здійснювалися корективи.

Пілотна апробація створених відеоматеріалів проводилась на засіданнях проблемної групи «Інтерактивне навчання математики», що діяла на базі факультету математики та інформаційних технологій Донецького національного університету імені Василя Стуса (2016 – 2018 рр.). До складу проблемної групи входили студенти старших курсів напряму підготовки «Математика», які зацікавлені у майбутній педагогічній діяльності, викладачі факультету математики та інформаційних технологій (зараз факультету інформаційних і прикладних технологій) і науковий консультант – професор, доктор педагогічних наук Лосєва Н.М. Поради учасників проблемної групи дозволили дещо змінити дизайн відеоуроків (розроблено індивідуалізований стиль) і покращити їх якість (були усунені деякі невідповідності у змісті, друкарські та орфографічні помилки, додано задачі проблемного характеру, покращено наочність подання інформації) (Баришок, Терменжи&Лосєва, 2017).

На другому етапі відеоматеріали використовувалися на заняттях студентів-першокурсників з дисципліни «Практикум з розв'язування математичних задач» у 2017/2018 навчальному році (Вибірка – 30 осіб). Цей курс покликаний усунути прогалини у знаннях студентів зі шкільного курсу математики і включає змістовний модуль «Функції, їх властивості й графіки» в обсязі 40 годин (загальна кількість годин курсу – 180). З метою оцінювання якості розроблених матеріалів та їх удосконалення серед студентів було проведено анонімне опитування.

Враження слухачів від розроблених матеріалів є дуже важливим, оскільки є оцінкою «з середини». Вимірником може слугувати анкета, що проводиться наприкінці курсу, після виставлення підсумкових балів. Анкета має включати питання щодо позитивних та негативних моментів використання навчальних матеріалів, зрозумілості навчального контенту, психологічного комфорту навчального середовища тощо.

Нами було проведено анкетування в аудиторії та онлайн опитування, використовуючи можливості сервісу Google Forms. Результати цього опитування показали, що переважна більшість студентів (74%) зацікавилася відеоуроками, і вони хотіли б мати такі відеоуроки з інших дисциплін. До позитивних аспектів відеоуроків студенти віднесли: доступність (у будь-який час, знаходячись удома або в університеті, можна отримати усю необхідну інформацію), зручність (привабливий інтерфейс і проста система навігації), наочність, сучасність і новизна, що також є додатковим мотивуючим фактором. Серед додаткових позитивних аспектів застосування відеоуроків студенти відмітили те, що вони дізналися багато нової навчальної інформації, наприклад, застосування тригонометричних функцій у роботі різних приладів (36% студентів), а також те, що зрозуміли складні для себе моменти (24% студентів). Проте 20% студентів підкреслили, що тривалість деяких відеоуроків треба зменшити, розбивши їх на декілька невеликих роликів по 5-6 хвилин. Майже третина студентів, які брали участь у опитуванні, відмітила, що опорні задачі мають бути більш складними. Результати анкетування були враховані при подальшому удосконаленні системи відеоуроків.

Оцінювання методичної складової системи відеоуроків здійснювалось педагогом, який розуміється на організації навчання математики, зокрема створенні навчальних матеріалів з використанням сучасних технологій. Експерт оцінив контент відеороликів, врахувавши специфіку навчання, доцільність запропонованих методик навчання, форм взаємодії тощо. У якості експерта нами було обрано вчителя вищої категорії, кандидата педагогічних наук Борисенко М.Ю. У дисертаційному дослідженні педагога було уточнено поняття мультимедійного супроводу навчання математики, застосування якого під час уроків уможливило подання школярам навчального матеріалу в демонстраційній формі із залученням локальних пристроїв відтворення цифрової інформації (Борисенко, 2016). Оцінка та рекомендації експерта були враховані при вдосконаленні розробленої системи відеоуроків.

З 2019 року автор використовує розроблені матеріали у власній професійній діяльності у гімназії №153 ім. О.С. Пушкіна (м. Київ), працюючи учителем математики й інформатики.

Підкреслимо, що будь-який навчальний матеріал вимагає регулярного перегляду, оскільки може змінюватися зміст, цілі навчання, контингент учнів, технології і просто є необхідність виправити помилки. Для того, щоб провести якісний повторний аналіз, проектування і розробку, необхідна додаткова інформація, яку можна отримати при регулярному оцінюванні матеріалів. Саме у процесі реалізації стратегії оцінювання якості системи відеоматеріалів будуть виявлені основні напрямки її вдосконалення.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Розроблена система відеоуроків може використовуватися як учнями загальноосвітніх навчальних закладів, так і студентами закладів вищої освіти для повторення шкільного курсу математики, а також студентами-магістрантами, які у майбутньому планують займатися педагогічною діяльністю. До подальших напрямів наших досліджень належить розробка та упровадження системи відеоуроків з інших тем шкільного курсу математики, особливу увагу приділивши геометрії; розроблення методики використання створених відеоматеріалів у навчальному процесі; проведення повноцінного математичного експерименту та математичної інтерпретації його результатів; запуск власного навчального Youtube каналу для учнів і студентів.

Список використаних джерел

1. Termenzhy D. Some ways for implementation the blended learning of mathematics: The author's experience *7th European Congress of Mathematics (7ECM-2016): Conference Scientific Program*. July 18-22, 2016. Technische Universität Berlin, Berlin, Germany. P. 76.
2. Баришок М.В., Терменжи Д.Є. Розробка і упровадження відеоуроків з математики з елементами STEAM-освіти. Тези доповідей The 14st International scientific and practical conference «Innovation in Science and Technology» (Boston, 25-26 January 2021). Primedia E-launch LLC, 2021. С. 10-14.
3. Kurt S. ADDIE Model: Instructional Design in Educational Technology, 2017. URL: <http://educationaltechnology.net/the-addie-model-instructional-design/>
4. Лосєва Н.М., Ігнатова Л.Б. *Розробка і використання дистанційних курсів у навчальному процесі: методичні рекомендації*. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2016. 88 с.
5. Баришок М.В., Терменжи Д.Є., Лосєва Н.Н. Особливості створення відео-уроків з математики (на прикладі теми „Функції”). Наукова діяльність як шлях формування професійних компетентностей майбутнього фахівця. Тези доповідей IV Всеукраїнської науковопрактичної конференції з міжнародною участю (Суми, 1-2 грудня 2016 року). ФОП Цьома С.П., 2016. С. 12-14.
6. Губар Д. Є. Методика створення і застосування динамічних слайд-лекцій з аналітичної геометрії. *Міжнародний збірник наукових робіт «Дидактика математики: проблеми і дослідження»*. Донецьк: Вид-во ДонНУ, 2011. Вип. 36. С. 119-123.
7. Губар Д. Є., Непомняща Т. В. Інтерактивне навчання як основа підготовки майбутнього фахівця до ефективної професійної діяльності. *Науковий вісник Донбасу*, 2011 №4 (16). URL: http://almater.luguniv.edu.ua/magazines/elect_v/NN16/11gdeepd.pdf.
8. Лосєва Н. , Луковська К. Виховання прагнення учнів до саморозвитку при вивченні теми „Правильні многогранники” (Розробка уроку для 11 класу). *Математика в школі*, 2009. № 6. С. 25-30.
9. Лаврентьєва Г.П. Здоров'язбережувальні вимоги до застосування електронних засобів навчального призначення. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2011 №2(22). URL: <http://www.journal.iitta.gov.ua/>.
10. Семеніхіна О. В., Безуглий Д. Необхідність формування у вчителів умінь візуалізувати предметні знання як провідна стратегія розвитку освіти в Україні. *Гірська школа українських Карпат*, 2017 №16. URL: <http://www.nbu.gov.ua/UJRN/gsk 2017 16 17>.
11. Guo P., Kim J. & Rubin R. How Video Production Affects Student Engagement: An Empirical Study of MOOC Videos 2014. *Conference: Proceedings of the first ACM conference on Learning*. URL: https://www.researchgate.net/publication/262393281_How_video_production_affects_student_engagement_An_empirical_study_of_MOOC_videos
12. Губар Д.Є. Роль прикладних задач з математики у процесі активізації пізнавальної діяльності учнів. *Педагогічні науки*, 2011. Вип. 201. С. 15-20.
13. Чашечникова О., Панченко Т. Розвиток нестандартного мислення школярів через розв'язування функціональних рівнянь. *Педагогіка вищої та середньої школи*, 2013. Вип. 38. С. 163.
14. Чашечникова О.С. Розвиток творчого мислення учнів у процесі розв'язування нестандартних завдань з математики. *Педагогічні науки*, 2005. Вип. 70. С. 56-60.
15. Лосєва Н. М., Непомняща Т. В., Панова А. Ю. *Інтерактивні технології навчання математики: навчально-методичний посібник для студентів*. К.: Кафедра, 2012. 228 с.

16. Лосева Н. М., Губар Д. Є. Використання програми ASSISTENT у процесі навчання дисципліні «Аналітична геометрія». Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції «Освітні вимірювання в інформаційному суспільстві» (Київ, 2010 року). К.: НПУ, 2010. С. 67.
17. Losyeva N. Game Frame of Reference as a Precondition for Students' and Teachers' Self-Realization *La Jolla, CA USA: Journal of Research in Innovative Teaching*. Vol. 2, Issue 1, 2009. P. 208-217.
18. Losyeva N., Gubar D., Puzyrov V. Helping child to learn mathematics FAMA – Family Math for Adult Learners. *Family and communities in and out of classroom: Ways to improve mathematics' achievement*. Barcelona, 2011. pp. 98-105.
19. Семеніхіна О. В., Друшляк М. Г. Візуалізація знань як актуальний запит інформаційного суспільства до сфери освіти. *Фізико-математична освіта. Науковий журнал*. Суми: СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2016. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/28252/Семеніхіна.pdf>
20. Баришок М. В., Терменжи Д. Є., Лосева Н.Н. Мультимедійна підтримка уроку з математики: особливості розробки. Тези доповідей міжнародної науково-методичної конференції «Сучасна освіта та інтеграційні процеси» (Краматорськ, 22-23 листопада 2017 року). Краматорськ: ДГМА, 2017. С. 8-9.
21. Борисенко М.Ю. Методика навчання арифметичного матеріалу учнів початкової школи з використанням мультимедійних технологій: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: 13.00.02 / нац. ун-т ім. Богдана Хмельницького. Черкаси, 2016. 20 с.

References

1. Termenzhy D. (2016) Some ways for implementation the blended learning of mathematics: The author's experience *7th European Congress of Mathematics (7ECM-2016): Conference Scientific Program*. July 18-22, 2016. Technische Universität Berlin, Berlin, Germany. P. 76. [in English].
2. Baryshok, M.V. & Termenzhy, D.Ye. (2021). Rozrobka i uprovadzhenia videourokiv z matematyky z elementamy STEAM-osvity [Development and implementation of mathematics video lessons with elements of STEAM-education]. *Proceedings from the 14st International scientific and practical conference «Innovation in Science and Technology» Boston: Primedia E-launch LLC*. (pp. 10-14) [in Ukrainian].
3. Kurt S. (2017) ADDIE Model: Instructional Design in Educational Technology. Retrieved from <http://educationaltechnology.net/the-addie-model-instructional-design/>
4. Losyeva, N.M. & Ignatova, L.B. (2016). Rozrobka i vykorystannia dystantsiinykh kursiv u navchalnomu protsesi: metodychni rekomendatsii [Development and using of distance courses in the educational process: guidelines]. Vinnytsia: Vasyl Stus Donetsk National University [in Ukrainian].
5. Baryshok, M.V., Termenzhy, D. Ye. & Losyeva, N. M. (2016). Osoblyvosti stvorennia video-urokiv z matematyky (na prykladi temy «Funktsii») [Features of creating videolessons in mathematics (on the example of the topic "Functions")]. *Proceedings from IV Vseukrainska naukovo praktychna konferentsiia z mizhnarodnoiu uchastiu "Naukova diialnist yak shliakh formuvannia profesiinykh kompetentnostei maibutnoho fakhivtsia" – IV All-Ukrainian scientific-practical conference with international participation "Scientific activity as a way of forming professional competencies of the future specialist"*, Vol (1), (pp. 12-14) Sumy: NPK-2016 [in Ukrainian].
6. Gubar, D.Ye. (2011). Metodyka stvorennia i zastosuvannia dynamichnykh slaid-lektsii z analitychnoi heometrii [Methodology of designing and applying of dynamic slide lectures on analytical geometry]. *Mizhnarodnyi zbirnyk naukovykh robot "Didaktyka matematyky: problemy i doslidzhennia" – International collection of scientific works "Didactics of Mathematics: Problems and Investigations"*, (36), pp. 119-123 [in Ukrainian].
7. Gubar, D.Ye. & Nepomnyashcha, T.V. (2011). Interaktyvne navchannia yak osnova pidhotovky maibutnoho fakhivtsia do efektyvnoi profesiinoi diialnosti [Interactive learning as a basis for preparing future professionals for effective professional activity]. *Naukovyi visnyk Donbasu - Scientific Bulletin of Donbass*. Retrieved from, 4(16). Retrieved from http://almamater.luguniv.edu.ua/magazines/elect_v/NN16/11gdeepd.pdf [in Ukrainian].
8. Losyeva, N. M. & Lukovska, K. (2009). Vychovannia prahnennia uchniv do samorozvytku pry vyvchenni temy „Pravylni mnohohrannyky” (Rozrobka uroku dlia 11 klasu) [Educating students' desire for self-development while studying the topic "Regular polyhedrons" (Lesson development for 11th grade)]. *Matematyka v shkoli – Mathematics at school*, 6, pp. 25-30 [in Ukrainian].
9. Lavrentyeva, G. P. (2011). Zdoroviazberezhuvalni vymohy do zastosuvannia elektronnykh zasobiv navchalnoho pryznachennia [Health-preserving requirements for the using of electronic educational tools]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia – Information technologies and teaching tools*, 2(22) Retrieved from <http://www.journal.iitta.gov.ua> [in Ukrainian].
10. Semenikhina, O. V. & Bezuhlyi, D. (2017). Neobkhdnist formuvannia u vchyteliv umin vizualizuvaty predmetni znannia yak providna stratehiia rozvytku osvity v Ukraini [The need to forming teachers' skills to visualize subject knowledge as a leading strategy for the development of education [in Ukraine]. Ivano-Frankivsk: *Mountain school of the Ukrainian Carpathians*, 16. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/gasuk_2017_16_17_ [in Ukraine].
11. Guo P., Kim J. & Rubin R. (2014). How Video Production Affects Student Engagement: An Empirical Study of MOOC Videos. *Conference: Proceedings of the first ACM conference on Learning*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/262393281_How_video_production_affects_student_engagement_An_empirical_study_of_MOOC_videos [in English].
12. Gubar, D.Ye. (2011). Rol' prykladnykh zadach z matematyky u protsesi aktyvizatsii piznavalnoi diialnosti uchniv [The role of applied problems in mathematics in the process of activating the cognitive activity of students]. *Visnyk Cherkaskoho universytetu – Bulletin of Cherkasy University*, 201, pp. 15-20 [in Ukraine].

13. Chashechnykova, O. & Panchenko, T. (2013). Rozvytok tvorchoho myslennia uchniv u protsesi rozviazuvannia nestandardnykh zavdan z matematyky [Development of creative thinking of schoolchildren through solving functional equations]. *Pedahohika vyshchoi ta serednoi shkoly - Higher and secondary school pedagogy*, 38, P. 163 [in Ukraine].
14. Chashechnykova, O. S. (2005). Rozvytok tvorchoho myslennia uchniv u protsesi rozviazuvannia nestandardnykh zavdan z matematyky [Development of creative thinking of students in the process of solving non-standard problems in mathematics]. *Visnyk Cherkaskoho universytetu – Bulletin of Cherkasy University*, 70, 56-60 [in Ukraine].
15. Losyeva, N. M., Nepomniashcha, T.V. & Panova, A. Yu. (2012). Interaktyvni tekhnolohii navchannia matematyky [Interactive technologies of teaching mathematics]. Kyiv.: Kafedra. 228 p. [in Ukrainian].
16. Losyeva, N. M. & Gubar, D.E. (2010). Vykorystannia prohramy ASSISTENT u protsesi navchannia dystsyplini «Analychna heometriia» [Using the ASSISTENT program in the process of teaching the discipline "Analytical Geometry"]. *Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Osvitni vymiryuvannia v informatsiinomu suspilstvi» - Proceedings of the international scientific-practical conference "Educational measurements in the information society"*. (pp. 67). Kiev: NPU, P.67 [in Ukrainian].
17. Losyeva N. (2009). Game Frame of Reference as a Precondition for Students' and Teachers' Self-Realization. La Jolla, CA USA: *Journal of Research in Innovative Teaching*. Vol. 2, Issue 1, pp. 208-217. [in English].
18. Losyeva N., Gubar D. & Puzyrov V. (2011). Helping child to learn mathematics. FAMA – Family Math for Adult Learners. *Family and communities in and out of classroom: Ways to improve mathematics' achievement*. Barcelona, pp. 98-105.
19. Semenikhina, O.V. & Drushliak, M.G. (2016). Vizualizatsiia znan' yak aktualnyi zapyt informatsiinoho suspilstva do sfery osvity [Visualization of knowledge as an urgent request of the information society to the field of education]. *Fizyko-matematychna osvita. Naukovyi zhurnal*. Sumy: SumDPU im. A.S.Makarenko, 2016. - *Physical and mathematical education. Scientific journal*. Sumy: Sumy State Pedagogical University named after AS Makarenko, 2016. Retrieved from <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/28252/Cemenixina.pdf> [in Ukrainian].
20. Baryshok, M. V., Termenzy, D. E. & Losyeva, N. M. (2017). Multymediina pidtrymka uroku z matematyky: osoblyvosti rozrobky [Multimedia support for a math lesson: features of development]. *Zbirnyk materialiv naukovykh prats mizhnarodnoi naukovo-metodychnoi konferentsii "Suchasna osvita ta intehratsiini protsesy" – Collection of materials of scientific works of the international scientific-methodical conference "Modern education and integration processes"*. (pp. 8-9). Kramatorsk: DGMA [in Ukrainian].
21. Borisenko, M.Yu. (2016). Metodyka navchannia aryfmetychnoho materialu uchniv pochatkovoi shkoly z vykorystanniam multymediiynykh tekhnolohii [Methods of teaching arithmetic material to primary school students using multimedia technologies]. *Extended abstract of candidate's thesis*: Cherkasy: nat. Univ. Bohdan Khmelnytsky [in Ukrainian].

STAGES OF DESIGNING A SYSTEM OF MATHEMATICS VIDEOLESSONS: THE ADDIE MODEL

Maryna Baryshok

Oleksandr Pushkin Gymnasium №153, Ukraine

Daria Termenzy

Vasyl Stus Donetsk National University, Ukraine

Abstract. The authors' experience of designing mathematics videolessons according to the ADDIE model of the instructional design theory is given in the paper. All five stages of designing process are described in detail: analysis, designing, development, implementation and evaluation. The main tasks to be solved by the developer at each of these stages are pointed out. The feasible formats of video recording are proposed by authors (on basis of analysis of existing videolessons).

Formulation of the problem. In modern reality, one of the appropriate ways of implementation of multimedia technologies is using of videolessons in teaching practice. The applying of educational videos would provide students the opportunity of self-paced study in their own time and schedule, mastering their knowledge and skills, focusing on their own understanding, rather than the pace of the majority of the group.

Materials and methods. Both theoretical and empirical methods were used in this research. These methods are: the analysis of existing research papers for choosing the model theory of creating and using educational videos; modeling of pedagogical processes to assess the possibility of using video lessons in teaching mathematics; identification of criteria for evaluating the effectiveness of the designed system of videolessons; survey to identify some ways for improving of developed video materials.

Results. After five years long study of designing educational videos, a system of videolessons has been created and introduced into the educational process. The system consists of 25 videos of the "Functions" content line for students of 7-11 grades. Some samples of the authors' videolessons are given in the article.

Conclusions. Implementation of the developed videos into teaching practice was carried out on the basis of the Faculty of Mathematics and Information Technologies (now the Faculty of Information and Applied Technologies) of Vasyl Stus Donetsk National University and Oleksandr Pushkin gymnasium №153. It was found that the implementation of the described requirements for the development and using of video lessons for secondary school students would improve the quality of mathematical competence of students in algebra, and also would impact personal development, in particular, motivation.

Key words: multimedia lessons, educational videos, ADDIE model, STEAM-education, teaching mathematics, content line "Functions".



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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



Герасимова К.В., Ткаченко Г.І. Практичні заняття з фізики із залученням демонстрацій у закладах вищої освіти. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 4(30). С. 29-33.

Herasymova C., Tkachenko G. Practical training in physics with demonstrations in institutions of higher education. Physical and Mathematical Education. 2021. Issue 4(30). P. 29-33.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-030-4-004

УДК 53:378.147

К.В. Герасимова

Криворізький національний університет, Україна
gerasimovaekaterina1961@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8714-1006>

Г.І. Ткаченко

Криворізький національний університет, Україна
4011598galina@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2537-9195>

ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ З ФІЗИКИ ІЗ ЗАЛУЧЕННЯМ ДЕМОНСТРАЦІЙ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. У статті розглядаються особливості організації і проведення практичних занять з фізики із залученням демонстрацій. Практичні заняття є складовою навчального процесу, під час яких здобувач вищої освіти застосовує теорію на практиці, тим самим формує вміння і навички рішення задач. Однак навчальними планами багатьох технічних спеціальностей університетів на практичні заняття з фізики відводиться менше третини від загальної кількості аудиторних годин. В навчальних планах деяких спеціальностей, особливо прискореної форми навчання, години на проведення практичних занять з фізики взагалі відсутні. Ми вважаємо такий підхід до розподілу навчального навантаження методично не виправданим, оскільки він виключає важливу форму занять, де якнайбільше виявляється здатність студента оперативно діяти і вирішувати поставлені завдання. Зважаючи на це, викладач постає перед проблемою, як в умовах обмеженого часу домогтися найбільшого ефекту від проведення практичного заняття і яку методику для цього треба обрати.

Матеріали і методи. Вирішенню поставленої проблеми сприяли аналіз науково-методичних джерел; узагальнення власного педагогічного досвіду викладання фізики в Криворізькому національному університеті; використання теоретичних і емпіричних методів педагогічного дослідження, таких як експеримент, моделювання, порівняння і узагальнення.

Результати. Проведено аналіз традиційної і нестандартної методик практичних занять у вищій школі, вивчено їх особливості та визначено їх ефективність. Запропоновано методичне рішення щодо залучення демонстрацій на практичних заняттях, з огляду на їх високу ефективність. Наведено конкретні приклади застосування демонстрацій на практичних заняттях.

Висновки. Практичні заняття із застосуванням демонстрацій підвищують інтерес студентів, оскільки найбільш наочно відтворюють явища, що вивчаються. В результаті матеріал засвоюється краще і легше, ніж за традиційною методикою навчання.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: фізика, практичні заняття, демонстрації, методики, ефективність.

ВСТУП

Постановка проблеми. Фізика у технічних університетах викладається у вигляді лекцій, практичних і лабораторних занять. Практичні заняття є невід'ємною складовою навчального процесу. На цих заняттях студент закріплює теоретичний матеріал, застосовує теорію на практиці, формує вміння і навички розв'язання задач, якими він, у подальшому, може скористатись при вивченні професійно-орієнтованих дисциплін і на виробництві. Однак, незважаючи на важливість цієї форми навчання, навчальними планами переважної більшості технічних спеціальностей на проведення практичних занять з фізики виділяється менше третини часу від загального аудиторного навантаження. Так, наприклад, навчальним планом спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня освіти денної форми навчання на вивчення дисципліни «Фізика» відводиться 90 аудиторних годин, з них: 36 годин – лекцій, 36 годин – лабораторних занять і всього лише 18 годин – практичних занять. Більш того, в навчальних планах деяких спеціальностей,

особливо прискореної форми навчання, з дисципліни «Фізика» взагалі відсутні години на проведення практичних занять. Ми вважаємо, що такий крайній підхід до розподілу навчального навантаження студентів методично не виправданий, оскільки він виключає важливу форму занять, де якнайбільше виявляється здатність студента оперативно діяти і успішно вирішувати поставлені практичні завдання. Тому викладач постає перед проблемою, яку методику для треба обрати, щоб в умовах обмеженого часу домогтися найбільшої ефективності практичного заняття. Вихід із цієї ситуації, на нашу думку, полягає у застосуванні нових методичних форм проведення практичних занять. Однією з таких форм є залучення демонстрацій під час практичних занять. Ця форма успішно використовується на кафедрі фізики Криворізького національного університету протягом останніх років. Ми вважаємо за корисне поділитися своїм досвідом.

Актуальність дослідження. В сучасних умовах викладання фізики в університеті, зокрема за скороченою програмою навчання, викликає багато суттєвих труднощів, оскільки великий і складний матеріал треба розглянути за порівняно короткий час. Академічні години, що відведені на вивчення фізики розподіляються між лекціями, практичними і лабораторними заняттями, тому на проведення практичних занять, як правило, відводиться третина аудиторного часу. Як відомо, практичне заняття (лат. – діяльний) – форма навчального заняття, під час якої викладач організовує для здобувачів аналіз окремих теоретичних положень навчальної дисципліни та формує навички і вміння їх практичного застосування через індивідуальне виконання відповідно сформульованих завдань. Практичні заняття є дуже важливою формою навчання. Як показує досвід, на практичних заняттях переважно виносяться ті теми, що складно сприймаються і засвоюються студентами. До практичних занять належать різні за формою організації заняття, що відображають різні види діяльності та передбачають застосування різних вправ. Методика проведення практичного заняття – найскладніший етап діяльності викладача, від якого значною мірою залежить якість підготовки студента. Ефективність практичного заняття визначається не тільки змістом інформації, отриманої студентами, але і характером взаємодії викладача й студента. Найкращий результат приносить активна діяльність студентів. Необхідно, щоб кожен із них працював з повним навантаженням і отримував хороший результат від своєї роботи. Тільки у такому випадку можна прищепити у студентів вміння і навички рішення практичних задач. Тактика проведення практичного заняття залежить від теми і поставленої мети, технічного оснащення аудиторії, де проводиться заняття, рівня теоретичної підготовки здобувачів тощо. Практичне заняття може проводитися у вигляді розрахункової роботи, ділової гри, самостійної роботи студентів під керівництвом викладача тощо. На практичних заняттях можуть використовуватись засоби наочності, проводиться демонстрації. (Головенкін, 2019; Мачинська & Стельмах, 2012).

Аналіз літературних джерел показує, що в сучасній педагогіці існують різні погляди щодо моделі практичного заняття з фізики. Про доцільність використання наочностей і демонстрацій на практичних заняттях йдеться в роботах провідних вітчизняних та закордонних науковців та методистів, серед яких: І.Г. Антипін, П.С. Атаманчук, Л.Ю. Благодаренко, Ф.З. Босенко, С.П. Величко, В.П. Головенкін, С.У. Гончаренко, В.Ф. Заболотний, В.А. Ільїн, С.Є. Каменецький, Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.В. Мендерецький, О.Ф. Новак, В.П. Орехов, А.І. Павленко, В.Г. Розумовський, В.Ф. Савченко, П.І. Самойленко, В.П. Сергієнко, В.Д. Сиротюк, Б.А. Сусь, А.В. Усова, В.Д. Шарко, М.І. Шут та ін.

Таким чином, пошук оптимальної моделі проведення практичного заняття з фізики в технічних університетах, особливо в умовах скороченого навчання, є **актуальним**.

Мета статті. З огляду на вищесказане, метою нашої роботи є висвітлення особливостей проведення практичного заняття з використанням демонстрацій і обґрунтування доцільності їх проведення в умовах скороченого вивчення курсу фізики в технічних університетах.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для розв'язання поставленої проблеми нами були використані такі методи дослідження: аналіз та систематизація навчально-методичної літератури з обраної теми; наукове моделювання фізичних явищ (Несмашний, Ткаченко & Герасимова, 2019); емпіричне дослідження: експеримент; спостереження і порівняння; узагальнення власного педагогічного досвіду викладання фізики у вищих закладах освіти.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Проаналізовано зміст, методи і засоби різних методик проведення практичних занять, зокрема: традиційної, з елементами проблемного навчання, з використанням комп'ютерних технологій, із залученням демонстрацій. Визначено їх переваги і недоліки.

1. Традиційна методика. Студенти вдома розв'язують задачі на вивчений на попередньому практичному занятті матеріал і готуються до наступного заняття, тему якого оголошено заздалегідь. В навчальній аудиторії, після перевірки виконання домашнього завдання і контролю підготовки до заняття, проводиться рішення задач під контролем викладача. Студентам дозволяється користуватися будь-якою літературою чи інтернет-джерелами. Такий методичний підхід дозволяє активізувати роботу студентів. При цьому у викладача вивільнюється час і з'являється можливість індивідуальної роботи зі студентами. Добре встигаючих студентів можна завантажити удвічі чи, навіть, утричі більше, дати їм складніші задачі або приклади. Для цього необхідно мати заготовлені раніше програми і задачі. У процесі проведення заняття викладач оцінює підготовленість і активність кожного студента, виявляє слабкі місця в їхній підготовці. Слабо встигаючі чи недостатньо підготовлені студенти отримують індивідуальні домашні завдання і викликаються на консультації. Традиційна методика не виключає і роботи студентів біля дошки. Потреба у ній виникає у тих випадках, коли проводиться перше заняття з того чи іншого розділу. Викладачу необхідно поглибити деякі поняття, акцентувати увагу студентів на фізичній сутності явища, звернути увагу на типові помилки або коли у більшості студентів групи з'являються труднощі у розв'язанні певної задачі. Наприкінці заняття підводяться підсумки з оцінкою роботи кожного студента і дається домашнє завдання.

Розглянута методика вирішує ще цілу низку важливих задач: накопичення оцінок знань студентів, їх об'єктивність і ефективність контролю знань студентів (Іщенко, 2017).

2. Методика з елементами проблемного навчання. Вона базується на самостійній підготовці студентів до розв'язання задач з нового матеріалу. Для цього на поточному занятті дається тема наступного заняття і задачі до неї. Попередньо, на лекційному занятті, студентам викладається теоретичний матеріал наступного практичного заняття. Студенти самостійно розв'язують запропоновані задачі вдома. Оскільки не має готового алгоритму, студент повинен творчо підійти до такого домашнього завдання. Таким чином, в процес навчання вноситься елементи творчості. Аудиторне практичне заняття присвячується аналізу виконання домашнього завдання і перевірці засвоєння нового матеріалу. При цьому виявляються труднощі, коригуються отримані помилки, демонструються найбільш раціональні способи розв'язання однієї і тієї ж задачі, що підвищує інтерес студентів до заняття. Далі розв'язуються складніші задачі під контролем викладача, як і за першою методикою.

Кінець заняття присвячується узагальненню досвіду самостійної роботи студентів і підготовці їх до правильного вирішення проблемних питань, з якими вони стикнуться при виконанні наступного домашнього завдання. Для цього даються вказівки, який матеріал необхідно вивчити для розв'язання тих чи інших задач. Розглянута методика активізує пошукову самостійну роботу студентів.

3. Методика з використанням комп'ютерних технологій. Ця методика організації і проведення практичного заняття широко використовувалась авторами статті при дистанційному навчанні під час карантину (Несмашний, Ткаченко & Герасимова, 2021). Студенти мають заздалегідь зареєструватись у Google Класі. На початку практичного заняття викладач проводить актуалізацію опорних знань: студенти усно відповідають на теоретичні тестові запитання. Потім під керівництвом викладача, студенти розв'язують типові задачі. Викладач фіксує активність студентів і правильність їх відповідей. Як і при першій методиці, дозволяється користуватись будь-якою літературою. Наприкінці заняття, після розгляду всіх питань, викладач відкриває студентам завдання для самостійного виконання – Google форми, що містять як і задачі, так і тестові питання. Це і є домашнє завдання студента. Термін виконання регламентується викладачем. Перевірка проводиться у позаурочний час, після надсилання роботи студента. Така організація заняття дозволяє викладачеві коментувати відповіді студентів, вказувати на їх помилки. Однак, на відміну від попередніх методик, досвід показує, що дистанційна форма навчання не дає змоги надійно автентифікувати роботу і перевірити самостійність її виконання тим чи іншим здобувачем. Крім цього, дистанційне навчання потребує значної методичної і організаційної підготовки, а також наявності у студентів та викладачів смартфонів, комп'ютерів чи інших девайсів.

4. Методика із залученням демонстрацій. Ця методика використовується авторами в умовах скороченого часу на вивчення дисципліни. Викладач на занятті демонструє студентам деякий фізичний експеримент. Після цього перед студентами ставиться не остаточне, а проміжне запитання, відповідь на яке доволі проста. Після відповіді на перше запитання ставиться друге запитання, що поглиблює розуміння явища, потім третє і т.д., доки не буде сформульований повний опис експерименту і не вирішена деяка практична задача. Головною метою подібних занять є формування у здобувачів вищої освіти здатності давати кількісні, а в окремих випадках, і якісні пояснення тих експериментальних фактів, які їм демонструються. Крім цього, на таких заняттях обговорюються і питання адекватності обраної теорії і реального експерименту. Є також можливість звернути увагу студентів на чинники, які для спрощення рішення задачі можна відкинути. Наприклад, знехтувати силою тертя при вивченні оберально-поступального руху тіла по похилій площині, або відкинути поправки Ван-дер-Ваальса при визначенні газової сталої повітря і вважати повітря ідеальним газом.

Досвід показує, що практичні заняття з фізики з використанням експерименту розширюють можливості викладача, збільшують ефективність його роботи. Явища, що самостійно демонструються студентами сприяють на них враження і добре запам'ятовуються. Участь студентів у постановці демонстраційного експерименту та в його кількісній і якісній оцінках сприяють більш ґрунтовному засвоєнню матеріалу.

ОБГОВОРЕННЯ

Наведемо декілька прикладів організації і проведення практичних занять з фізики із залученням демонстрацій.

В якості першого прикладу розглянемо практичне заняття на тему «Механіка твердого тіла». Студентам демонструють загальновідомий дослід зі скочування візка з похилої площини, що переходить у мертву петлю. Ставиться задача: оцінити теоретично мінімальну висоту підйому візка, необхідну для того, щоб він міг здійснити повний оберт, і порівняти отримане значення із експериментальним. Спочатку вимірюється мінімальна початкова висота підйому візка, достатня для того, щоб візок не відірвався від петлі у верхній її точці і здійснив повний оберт. Потім пропонується розв'язати цю задачу на спрощеній моделі ковзання без тертя. Далі на дошці виконується рішення задачі і обчислюється мінімальна висота підйому візка. Потім виконується порівняння цієї теоретичної висоти з експериментальною. Виявляється, що є суттєва розбіжність між експериментом і теорією. Студентам пропонується назвати причини, які, на їх погляд, приводять до цієї розбіжності, і які не були враховані при рішенні задачі. Це дає можливість викладачу загострити увагу студентів на питанні про адекватність реальної моделі її теоретичному опису. Потім задача розв'язується ще раз, але вже з урахуванням обертання коліс важка. Наголошується, що в цьому випадку результат буде залежати від маси важка і що чим більшою буде маса важка порівняно з масою коліс, тим меншим буде їх вплив, тим ближче буде теоретичний результат до експериментального, хоча як і раніше не співпадає з ним. Знову задається питання про чинники, які не були враховані у більш складній моделі. Весь процес рішення цієї задачі займає приблизно 30 хв. За цей час викладач має можливість звернути увагу студентів на закон збереження енергії, закони оберального руху, кінетичну енергію тіла, що обертається, роль моменту інерції в оберальному русі тіла тощо. Іншими словами, на одному прикладі розглядаються різні питання, на які не звертають особливої уваги студенти при лекційному викладі.

Як другий приклад розглянемо практичне заняття на тему «Дифракція світла». У цьому випадку важливою є демонстрація світла на одній і двох щілинах. Мала світлосила оптичної схеми, що зазвичай використовується для такої демонстрації, утруднює спостереження цих явищ, навіть якщо в якості джерела світла використовується лазер. В малій

незатемненій аудиторії ми показуємо це явище за допомогою двох звичайних гоніометрів, закритих легкими світлонепроникними кожухами. Заздалегідь, на очах у студентів, викладач прорізає вузьку щілину на шматку чорного паперу і, закріпивши цей папір у тримачі на станині гоніометра, пропонує студентам спостерігати дифракційну картину. У полі оглядової труби достатньо чітко видно картину дифузних дифракційних зображень вхідної щілини гоніометра. На станині перед другим таким самим сусіднім гоніометром викладач розміщує такий же папір з двома прорізними щілинами. Після невеликого тренування неважко отримати паралельні прорізи однакової товщини. Студенти по черзі спостерігають, як змінилася дифракційна картина в результаті появи додаткових дифракційних мінімумів. В якості додаткової демонстрації студентам пропонують поглянути, як виглядає картина дифракції від двох щілин в рефрактометрі, що працює за схемою Юнга. У цьому випадку можна спостерігати чітку картину інтерференційних смуг від двох щілин і зміщення цієї картини в результаті зміни показника заломлення в одному із плечей інтерферометра, наприклад, в результаті малої зміни тиску в одній із трубок газової кювети. Після показу дослідів студентам пропонується, використовуючи відповідні формули, обчислити кутову відстань між максимумами і порівняти її з результатами експерименту. Далі провести аналіз отриманих результатів.

Ще один приклад пов'яжемо з темою «Поляризація світла». На практичному занятті студентам демонструється дослід Малюса. Студенти вчаться аналізувати світло, що проходить через поляризатор (поляроїд чи призму Ніколя), повертаючи аналізатор. Потім викладач демонструє поляризацію світла, відбитого від діелектричних дзеркальних поверхонь, і студенти по черзі можуть її бачити. Цю демонстрацію погано видно у великій лекційній залі, а при індивідуальному спостереженні студент швидко пересвідчується в тому, наприклад, що відображення від скла лабораторної шафи можна повністю загасити, якщо спостерігати його під деяким кутом через вдало повернутий аналізатор. Потім за допомогою закону Малюса теоретично визначають кут найбільшої поляризації і порівнюють з кутом, що отримано за результатами спостереження.

При вивченні теми «Електромагнітна індукція» на практичних заняттях демонструється дослід Фарадея і теоретично перевіряється закон Фарадея; демонструється дія магнітних полів на провідник зі струмом і перевіряється закон Ампера, виконується замикання чи розмикання кіл з індуктивністю і обчислюється значення струму за допомогою відповідних формул. Всі ці експерименти студенти мають якісно пояснити.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Ми навели приклади, які підтверджують, що практичні заняття з використанням демонстрацій сприяють кращому засвоєнню матеріалу і є ефективною формою занять у вищій школі. На основі наших досліджень, можна зробити висновок про те, що нетрадиційні методики проведення практичних занять стимулюють роботу студентів; дозволяють їм контролювати на кожному занятті; збільшують об'єм керованої самостійної роботи вдома; виховують у здобувачів ділову якість і створюють атмосферу здорового змагання в колективі. Проведення практичних занять із залученням демонстрацій значно підвищує інтерес студентів, оскільки відтворює явища, що розглядаються більш наочно, ніж просто теоретичний опис їх крейдою на дошці чи на екрані за допомогою проектора. А головне, на нашу думку, показує, що фізичні явища можна демонструвати і пояснювати за допомогою отриманих знань. Це створює у здобувачів мотивацію на вивчення фізики задля аналізу реальних явищ, з якими вони будуть стикатися у своїй подальшій професійній діяльності і у повсякденному житті. Звичайно, така нестандартна форма проведення занять вимагає від викладача і допоміжного персоналу кафедри попередньої підготовки аудиторії, де мають проводитися практичні заняття із використанням демонстрацій. Також перед викладачем постають підвищені вимоги до проведення опитування. Викладач повинен охопити своєю бесідою якомога більше коло студентів, викликати їх інтерес, постійно підтримувати контакт з усією групою; так продумати питання, щоб з однієї сторони, відповідь на кожне з них не була б елементарною, очевидною і змушувала їх думати, а з іншого боку, не вимагала би складних розмірковувань, які здатні викликати бажання уникнути своєї відповіді і дочекатись відповіді самого викладача на поставлене запитання. При правильному підході до побудови практичних занять такої ситуації, як правило, не виникає. Вважаємо, що на сучасному етапі пошук і втілення в навчальний процес нових нестандартних методик практичних занять з метою поліпшення їх ефективності необхідно і далі продовжувати.

Список використаних джерел

1. Педагогіка вищої школи : підручник / В. П. Головенкін; КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2-ге вид., переробл. і доповн. Електронні текстові дані (1 файл: 3,6 Мбайт). Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 290 с.
2. Гончаренко С. Актуальні проблеми методики фізики. *Наукові записки [Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]. Сер. : Педагогічні науки.* 2010. Вип. 90. С. 76-81. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nz_p_2010_90_23.
3. Гончаренко С.У., Олійник П. М., Федорченко В.К. [та ін.]. *Методика навчання і наукових досліджень у вищій школі:* навч. посіб. Київ: Вища шк., 2003. 323 с.
4. Ерофеева Г.В., Складорова Е.А., Лидер А.М. Физика – проблемы обучения. *Фундаментальные исследования.* 2013. №6–4. С. 982-984. URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=31676>
5. Іщенко Р.М. Викладання фізики в технічних університетах України на сучасному етапі. *Вісник Національного транспортного університету. Сер. Технічні науки.* Київ: НТУ. 2017. №1. С. 147-153. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vntu_2017_1_22.
6. Лопатинський І.Є., Зачек І.Р., Ільчук Г. А., Романишин Б. М. *Фізика для інженерів:* підручник для вищ. техн. навч. закладів. Львів: Львівська політехніка, 2009. 385 с.
7. Мачинська Н.І., Стельмах С.С. *Сучасні форми організації навчального процесу у вищій школі:* навч.-метод. посібник. Львів: Львівський державний університет внутрішніх справ, 2012. 180 с.
8. Мелёшина А.М., Гарунов М.Г., Семакова А.Г. *Как изучать физико-математические дисциплины в вузе.* Воронеж: Воронежский государственный университет, 1988. 208 с.

9. Несмашний Є.О., Ткаченко Г.І., Герасимова К.В. Використання чисельних методів моделювання фізичних процесів у закладах вищої освіти. *Вісник Криворізького національного університету*. Кривий Ріг, 2019. № 48. С. 88-94.
10. Несмашний Є.О., Ткаченко Г.І., Герасимова К.В. Досвід роботи дистанційного викладання фізики у Криворізькому національному університеті. *Розвиток промисловості і суспільства: матеріали міжнародної науково-практичної конференції* (м. Кривий Ріг, 26-28 травня 2021 р.). Кривий Ріг, 2021. С. 42.

References

1. Holovenkin, V. P. (2019). *Pedahohika vyshchoyi shkoly* [Higher education pedagogy]. Kyiv: KPI im. I. Sikors'koho [in Ukrainian].
2. Honcharenko, S. (2010). Aktualni problemy metodyky fizyky [Actual problems of physics methodology]. *Naukovi zapysky Kirovohrads'koho derzhavnogo pedahohichnoho universytetu im. V. Vynnychenka – Scientific notes of Kirovograd State Pedagogical University named after V. Vinnichenko*, 90, 76-81. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nz_p_2010_90_23 [in Ukrainian].
3. Honcharenko, S.U. et al (2003). *Metodyka navchannia i naukovykh doslidzhen u vyshchii shkoli* [Methods of teaching and research in higher education]. Kyiv: Vyshcha shkola [in Ukrainian].
4. Yerofeyeva, G.V. (2013). Fizika – problemy obucheniya [Physics - learning problems]. / Yerofeyeva, G.V., Sklyarova, Ye.A., Lider, A.M. // *Fundamentalnuye issledovaniya* [Basic research]. № 6–4, 982-984. URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=31676>. [in Russian].
5. Ishchenko, R. M. (2017). Vykladannia fizyky v tekhnichnykh universytetakh Ukrainy na suchasnomu etapi [Teaching physics at the technical universities of Ukraine at the modern stage]. *Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu – Bulletin of the National Transport University*. Kyiv, 1, 147-153. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vntu_2017_1_22 [in Ukrainian].
6. Lopatynskiy, I.Ie., Zachek, I.R., Ilchuk, H. A. & Romanyshyn, B. M. (2009). *Fizyka dlia inzheneriv* [Physics for engineers]. Lviv: Lvivska politekhnika [in Ukrainian].
7. Machynska, N.I. & Stelmakh, S.S. (2012). *Suchasni formy orhanizatsii navchalnoho protsesu u vyshchii shkoli* [Modern forms of organization of the educational process in higher education]. Lviv: Lvivskiy derzhavnyi universytet vnutrishnikh sprav [in Ukrainian].
8. Meloshina, A.M., Garunov, M.G. & Semakova, A.G. (1988). *Kak izuchat' fiziko-matematicheskiye distsipliny v vuze* [How to study physics and mathematics at a university]. Voronezh: Voronezhskiy gosudarstvennyy universitet [in Russian].
9. Nesmashnyy, Ye.O., Tkachenko, H.I. & Herasymova, K.V. (2019). Vykorystannya chysel'nykh metodiv modelyuvannya fizychnykh protsesiv u zakladakh vyshchoyi osvity [The use of numerical methods for modeling physical processes in higher education institutions]. // *Visnyk Kryvoriz'koho natsional'noho universytetu – Bulletin of the Kryvyi Rih National University*. Kryvyi Rih, № 48, 88-94. [in Ukrainian].
10. Nesmashnyy, Ye.O., Tkachenko, H.I. & Herasymova, K.V. (2021). Dosvid roboty dystantsiynoho vykladannia fizyky u Kryvoriz'komu natsional'nomu universytet [Experience of distance teaching of physics at Kryvyi Rih National University]. // *Rozvytok promyslovosti i suspil'stva: materialy mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi* – *Development of industry and society: materials of the International Scientific and Practical Conference* (p. 42). Kryvyi Rih [in Ukrainian].

PRACTICAL TRAINING IN PHYSICS WITH DEMONSTRATIONS IN INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION

Catherine Herasymova, Galina Tkachenko

Kryvyi Rih National University, Ukraine

Abstract.

Formulation of the problem. The article discusses the features of organizing practical training in physics with the involvement of demonstrations in higher technical educational institutions. Practical training is an integral part of the educational process. In these training, the applicant for higher education applies theory in practice, thereby forming his skills and problem solving skills. The curricula of many technical specialties devote little time to practical classes in physics, and this time, as a rule, is only a third of the total number of classroom hours. We believe that such an approach to the distribution of the study load of students is methodologically unjustified, since it excludes such an important form of classes, in which the student's ability to act quickly and successfully solve the assigned tasks is manifested most of all. The teacher faces the problem of how, in a limited time, to achieve the greatest effect from conducting a practical lesson and what methodology should be chosen for this.

Materials and methods. The solution to this problem was facilitated by the analysis of scientific and methodological sources; generalization of his own pedagogical experience in teaching physics at the Kryvyi Rih National University; the use of theoretical and empirical methods of pedagogical research.

Results. The analysis of traditional and non-standard methods of practical classes in higher education is carried out, their features are studied and their efficiency is determined. A methodical solution for involving demonstrations in practical classes is proposed, given the greatest effectiveness in modern conditions. Specific examples of the use of demonstrations in practical physics classes are given.

Conclusions. Practical training with the use of demonstrations significantly increase the interest of students, as they most clearly reproduce the phenomena being studied. As a result, students learn the material better and easier than with traditional teaching methods.

Key words: physics, practical training, demonstrations, techniques, efficiency.



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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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

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



Грабова У.З., Товкач Р.В., Харкевич Ю.І. Впровадження проєктних технологій в процесі розв'язування екстремальних задач за допомогою елементів функціонального аналізу. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 4(30). С. 34-39.

Hrabova U., Tovkach R., Kharkevych Yu. The implementation of project technologies in the process of solving extreme tasks using elements of functional analysis. Physical and Mathematical Education. 2021. Issue 4(30). P. 34-39.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-030-4-005

УДК 378+517: 371

У.З. Грабова

Волинський національний університет імені Лесі Українки, Україна
hrabovaUZ@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4669-4955>

Р.В. Товкач

Волинський національний університет імені Лесі Українки, Україна
rtovkach@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7358-7277>

Ю.І. Харкевич

Волинський національний університет імені Лесі Українки, Україна
kharkevich.juriy@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8577-5096>

ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОЄКТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ПРОЦЕСІ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЕКСТРЕМАЛЬНИХ ЗАДАЧ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕМЕНТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО АНАЛІЗУ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Реформування української школи вимагає зміни рольових позицій сучасного педагога. Таким чином, актуалізується проблема інноваційної організації, пошуку нового інструментарію і технологій для підготовки вчителя математики за програмами бакалавра і магістра у ЗВО. Для підготовки майбутніх фахівців необхідно звертати увагу на два виміри результатів підготовки: предметні знання, уміння, навички, досвід виконання способів діяльності, предметні компетентності, та суб'єктні результати – досвід виконання творчої діяльності, загальнонавчальні уміння, ключові компетентності. У системі професійної підготовки майбутніх учителів математики робота над проєктами посідає важливе місце. Саме реалізація методу проєктів дає можливість інтегрувати одержані знання, а також розвивати пізнавальні, творчі навички студентів.

Матеріали і методи. У процесі проведення дослідження було проаналізовано та узагальнено методичну літературу по проблемі дослідження; класифіковано і систематизовано отриману інформацію та досвід авторів з організації та проведення занять з методики викладання математики та функціонального аналізу.

Результати. Наведено приклад проєкту реалізації знань фундаментальної математичної дисципліни «Функціональний аналіз» в ході розв'язування екстремальних задач шкільного курсу математики, що передбачає модернізацію змісту професійної підготовки майбутніх математиків.

Висновки. Впровадження проєктних технологій при вивченні фундаментальних математичних дисциплін забезпечує формування професійного фахівця, який володіє предметними знаннями та сучасними практиками, технологіями, методиками, формами і методами роботи на засадах інноваційних освітніх підходів. При цьому студенти проводять самостійні дослідження, вирішують актуальні проблеми; навчання студентів проходить відповідно до їхніх здібностей, що сприяє налагодженню взаємодії між суб'єктами навчання. Описану методику можна застосувати і при вивченні інших фундаментальних математичних дисциплін, що сприятиме професійному розвитку майбутніх педагогів і дасть можливість зацікавити учнів вивчати математику і проводити наукові дослідження.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: метод проєктів, проєктна технологія, функціональний аналіз, екстремальна задача, нерівність Коші-Буняковського.

ВСТУП

Постановка проблеми. В контексті концепції Нової української школи передбачається нова роль вчителя – умотивований учитель, який має свободу творчості і розвивається професійно. Отже, університети, що готують майбутніх

педагогів повинні формувати перш за все їх професійну компетентність. Актуальність та ціннісна проблематика застосування проектного методу виявляється в його прикладному аспекті, оскільки навчання предметів природничо-математичного циклу потребує не тільки визначення предметних та ключових компетентностей школярів, але й застосування ефективних засобів їх передачі молоді.

Аналіз актуальних досліджень. На сучасному етапі розвитку і реформування освіти метод проектів набув широкого застосування (Єрмаков, 2003, Голубченко, 2007) і ефективно поширюється на всіх щаблях шкільної та вищої освіти, хоча метод педагогічного проектування не є принципово новим у світовій педагогіці і застосовувався як у закордонній (Дж. Дьюї та В. Х. Килпатрік) (Килпатрік, 1925) так і у вітчизняній дидактиці (П. Каптерев, П. Блонський, А. Макаренко, С. Шацький).

Є. Полат (Полат&Бухаркіна, 2007) як провідний розробник теорії проектного навчання використовує поняття «метод проектів», сутність якого трактує як спосіб досягнення дидактичної мети на основі детальної розробки проблеми (технології), яка мусить завершитись цілком реальним, відчутним практичним результатом.

М. Запрудський розглядає метод проектів як систему навчально-пізнавальних прийомів, які дозволяють розв'язати певну проблему в результаті самостійної чи колективної діяльності студентів

Л. Іванова визначає метод проектів як практико-зорієнтований метод, що дає змогу вчителю цілеспрямовано вибудовувати навчально-виховний процес у школі.

В. Моторіна (Моторіна, 2001) розглядає проектну компетентність майбутнього вчителя математики: предметні знання й уміння, та відповідні знання і уміння пов'язані з проектуванням навчальної діяльності під час вивчення методики навчання математики, досвіду особистісних якостей вчителя діалектичний перебіг яких забезпечує ефективність та результативність педагогічної дії.

Проектна технологія орієнтована на самореалізацію особистості учня шляхом розвитку його інтелектуальних і фізичних можливостей, вольових якостей і творчих здібностей розкривається у наукових працях А. Хромової та Н. Матяш (Матяш, 2000).

О. Рибіна, І.Чечель (Чечель, 1998) під методом проектів розуміють освітню технологію, націлену на придбання учнями нових знань в тісному зв'язку з реальною життєвою практикою, формування у них специфічних умінь і навичок за допомогою системної організації проблемно-орієнтованого учбового пошуку.

А.В. Хуторський відносить метод проектів до евристичного методу.

Т. Матвєєва, Е. Міщенко дотримуються думки, що метод проектів – це система навчання, при якій учні набувають знання в процесі планування і виконання практичних завдань, що поступово ускладнюються, – проектів.

Мета статті. Метою статті є розкриття алгоритму проектної діяльності у процесі формування професійної компетентності майбутніх учителів математики на базі вивчення фундаментальних математичних дисциплін, зокрема функціонального аналізу.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Теоретичні та емпіричні методи дослідження: вивчення наукових джерел; аналіз методологічної літератури, структурно-логічний аналіз змісту навчального процесу, спостереження за процесом підготовки майбутніх учителів у ЗВО.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Назва проекту: *«Застосування нерівності Коші-Буняковського як один із методів розв'язування екстремальних задач».*

Проведені проекти сприяють набуттю та вдосконаленню професійних компетентностей, необхідних для здійснення педагогічної діяльності.

Вибір теми проекту обумовлений тим, що саме екстремальні задачі закладають в свідомість учнів розуміння того, як людина шукає, вирішує життєві задачі так, щоб результати її діяльності були найкращі. Розв'язуючи задачі вказаного типу, учні сприймають абстрактний характер математичних понять, а також їх прикладний характер. Вибираючи тему проекту спиралися на знаходження найбільшого значення виразу. По-друге, це дає можливість закріпити коло теоретичних питань, які вивчаються у функціональному аналізі, по-новому висвітлити відомі факти. Задачі на екстремум та способи їх розв'язування викликають великий інтерес, що пов'язаний з прагненням людини до досконалості; розвивають в учнів інтерес до дослідницької роботи, творчу активність, сприяють прикладному застосуванню математики, адже досить часто людина повинна прийняти певне рішення, враховуючи оптимальні умови. Показано як нерівності можуть слугувати важливим допоміжним засобом, що дає змогу забезпечити міцне і свідоме оволодіння системою математичних знань і вмінь достатніх для вивчення багатьох навчальних предметів загальноосвітньої школи, отримати якісну професійну освіту на різних етапах навчання.

Якщо розглядати тенденцію проектної діяльності, то можна побачити, що студентам пропонується створення презентації в редакторі презентацій (Microsoft Power Point, Microsoft Word або LaTeX), що забезпечить активну участь студентів в процесі навчання, індивідуальний підхід, наочність в представленні інформації.

Розглянемо етапи роботи над проектом «Застосування нерівності Коші-Буняковського як один із методів розв'язування екстремальних задач».

Тип проекту:

- За метою та характером проектної діяльності – дослідницько-пошуковий.
- За змістом – ознайомлювально-інформаційний, пошуковий.
- За кількістю учасників – груповий.
- За терміном виконання – короткотривалий.

Навчальні дисципліни – «Функціональний аналіз», курс шкільної математики.

Методи: «Коло ідей», «Броунівський рух».

Завдання:

План реалізації проекту передбачає застосування нерівності Коші-Буняковського до знаходження екстремального значення виразів. На етапі подання результатів проекту група студентів повинна створити звіт про результати виконання завдань проекту у вигляді презентації, із відповідним обґрунтуванням одержаних результатів.

При якому значенні параметра a найбільше значення виразу

$$a \sin(x+y) + 4 \cos(x+y) + \sqrt{2} \sin y + a \cos y$$

дорівнює 10.

До звіту ставилися відповідні вимоги, які ми презентуємо наступним чином.

Мета даного проекту:

1. Систематизувати теоретичні знання з дисципліни «Функціональний аналіз» з їх практичним застосуванням при розв'язуванні екстремальних задач.
2. Розвивати творчі здібності, критичне мислення, навички аналізу та рефлексії, комунікативні уміння.
3. Виховувати активну громадську позицію на основі національних і загальнолюдських духовних цінностей.

Очікувані результати: Підвищення якості знань, умінь, і навичок студентів в їхній майбутній професійній діяльності. Вироблення навичок дослідницької діяльності; вміння складати план, тези виступу; висловлювати критичні судження, думки. Підвищити активність студентів/учнів як суб'єктів освітнього процесу, посилити роль самоосвіти, самонавчання, саморозвитку; цілеспрямовано формувати базові компетентності, ключові компетенції. Формування культури ділового спілкування, уміння аргументовано доводити свої міркування.

Послідовність роботи над проектом:**1. Висування гіпотези.**

- Обговорити план роботи над проектом.
- Підготувати план роботи над проектом.

2. Пошук, аналіз, систематизація відомостей, створення банку джерел і ресурсів.

- Відшукати потрібні поняття та їх властивості.
- Шукаємо матеріали, пов'язані з цими поняттями.

3. Проведення дослідження

3.1. Створюємо багаж теоретичних знань, який одержали під час вивчення дисципліни «Функціональний аналіз» і є необхідний для доведення даної нерівності.

Для доведення нерівності скористаємося нерівністю Коші-Буняковського, що зв'язує норму та скалярний добуток векторів векторного простору. Нерівність Коші-Буняковського іноді, особливо в іноземній літературі, називають *нерівністю Шварца* і *нерівністю Коші-Буняковського-Шварца*.

Нормою у векторному просторі X над полем $K = R$ або C називають відображення $\|\cdot\|: X \rightarrow R$, що задовольняє наступним умовам:

1. $\|x\| \geq 0$; $\|x\|=0 \Leftrightarrow x=0$, $x \in X$ (невід'ємність).
2. $\|\lambda * x\| = |\lambda| * \|x\|$, $x \in X$, $\lambda \in R$ (однорідність).
3. $\|x + y\| \leq \|x\| + \|y\|$, $x, y \in X$ (нерівність трикутника).

Розглянемо довільний векторний простір X над полем $K = R$ або C . Скалярним добутком на просторі X називають функцію

$$(x, y) \rightarrow \langle x, y \rangle: X^2 \rightarrow K,$$

яка має такі властивості:

- E₁. $\langle x_1 + x_2, y \rangle = \langle x_1, y \rangle + \langle x_2, y \rangle$;
- E₂. $\langle \lambda x, y \rangle = \lambda \langle x, y \rangle$;
- E₃. $\langle y, x \rangle = \overline{\langle x, y \rangle}$;

E₄. $\langle x, x \rangle \geq 0$ і $\langle x, x \rangle = 0 \Leftrightarrow x = 0$, що виконуються для довільних векторів x, x_1, x_2, y з простору X і довільного скаляра $\lambda \in K$.

Зауважимо, що для дійсного числа λ маємо $\lambda = \bar{\lambda}$, отже, при $K = R$ властивість E₃ має вигляд: $\langle y, x \rangle = \langle x, y \rangle$, що означає симетричність функції $\langle x, y \rangle$.

Векторний простір X , на якому задано скалярний добуток, $\langle \cdot, \cdot \rangle$, називається *передгільбертовим* простором або простором зі скалярним добутком.

Для довільних векторів x, y із передгільбертового простору виконується наступна нерівність:

$$|\langle x, y \rangle| \leq \|x\| \cdot \|y\|, \quad (1)$$

яку називають нерівністю Коші-Шварца.

Причому рівність виконується лише у випадку, коли вектори x, y лінійно залежні.

Запишемо нерівність (1) в лінійному просторі R^n .

Скалярний добуток векторів $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ і $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ в лінійному просторі R^n означимо за формулою

$$\langle x, y \rangle = \sum_{i=1}^n x_i y_i. \quad (2)$$

За допомогою нього введемо евклідову норму

$$\|x\| = \sqrt{\langle x, x \rangle} = \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 \right)^{1/2} \quad (3)$$

на просторі R^n .

Тоді для дійсних чисел $x_1, x_2, \dots, x_n, y_1, y_2, \dots, y_n$ виконується нерівність

$$\left(\sum_{i=1}^n x_i y_i \right)^2 \leq \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 \right) \left(\sum_{i=1}^n y_i^2 \right). \quad (4)$$

Доведення. Очевидно, що

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (x_i y_j - x_j y_i)^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 \sum_{j=1}^n y_j^2 + \sum_{j=1}^n x_j^2 \sum_{i=1}^n y_i^2 - 2 \sum_{i=1}^n x_i y_i \sum_{j=1}^n x_j y_j.$$

Звівши подібні доданки одержимо

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (x_i y_j - x_j y_i)^2 = 2 \sum_{i=1}^n x_i^2 \sum_{j=1}^n y_j^2 - 2 (\sum_{i=1}^n x_i y_i)^2,$$

звідки

$$\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (x_i y_j - x_j y_i)^2 = \sum_{i=1}^n x_i^2 \sum_{j=1}^n y_j^2 - (\sum_{i=1}^n x_i y_i)^2.$$

Оскільки $\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (x_i y_j - x_j y_i)^2 \geq 0$, то звідси випливає справедливості нерівності (4).

Зауважимо, що рівність в (4) досягається тоді і тільки тоді, коли числа x_i, y_i пропорційні. Якщо $x_i \neq 0, y_i \neq 0$, то $\frac{x_1}{y_1} = \frac{x_2}{y_2} = \dots = \frac{x_n}{y_n}$, якщо ж одне із чисел x_i, y_i дорівнює нулю, то пропорційність означає, що існує таке число $\lambda \neq 0$, що $x_1 = \lambda y_1, x_2 = \lambda y_2, \dots, x_n = \lambda y_n$.

Покладемо $x_i = \sqrt{\frac{a_i^2}{b_i^2}}, y_i = \sqrt{b_i}$, де a_i, b_i – додатні дійсні числа. Тоді одержимо нерівність

$$\left(\frac{a_1^2}{b_1} + \frac{a_2^2}{b_2} + \dots + \frac{a_n^2}{b_n} \right) \geq \frac{(a_1 + a_2 + \dots + a_n)^2}{(b_1 + b_2 + \dots + b_n)}, \quad (5)$$

яка досить часто застосовується при розв'язуванні нерівностей математичних олімпіад.

3.2. Застосуємо нерівність Коші-Буняковського до розв'язування екстремальної задачі.

З (4) запишемо нерівність Коші-Буняковського для чотирьох наборів чисел $(x_1; x_2; x_3; x_4)$ і $(y_1; y_2; y_3; y_4)$

$$(x_1 y_1 + x_2 y_2 + x_3 y_3 + x_4 y_4)^2 \leq (x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2)(y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + y_4^2). \quad (6)$$

Врахувавши (6) для наборів $(a; 4; \sqrt{2}; a)$ та $(\sin(x+y); \cos(x+y); \sin y; \cos y)$ одержимо

$$(a \sin(x+y) + 4 \cos(x+y) + \sqrt{2} \sin y + a \cos y)^2 \leq 2(2a^2 + 18),$$

звідки

$$|a \sin(x+y) + 4 \cos(x+y) + \sqrt{2} \sin y + a \cos y| \leq \sqrt{2} \sqrt{2a^2 + 18}. \quad (7)$$

Таким чином, найбільше значення даного виразу приймає значення $\sqrt{2} \sqrt{2a^2 + 18}$.

Оскільки найбільше значення виразу дорівнює 10, то

$$\begin{aligned} \sqrt{2} \sqrt{2a^2 + 18} &= 10, \\ 2a^2 + 18 &= 50, \\ a^2 &= 16, \\ a &= \pm 4. \end{aligned}$$

Рівність в (7) досягається за умови пропорційності

$$\frac{\sin(x+y)}{a} = \frac{\cos(x+y)}{4} = \frac{\sin y}{\sqrt{2}} = \frac{\cos y}{a} > 0,$$

то очевидно, що для кожного із значень параметра $a = \pm 4$ завжди можна підібрати такі невідомі (x, y) , що вказаний вираз набуває найбільшого значення 10.

ВИСНОВКИ НА ОСНОВІ ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ

Робота над проектом дозволяє перевірити знання і показати публічно досягнутий результат. Це діяльність, спрямована на розв'язування цікавої проблеми, що носить практичний характер, має важливе застосування. Багато завдань зі шкільного курсу учням не зрозуміло з тих причин, що вони не мають необхідної теоретичної бази, не вміють систематизувати і узагальнювати. Коли вчитель застосовує метод проектів, то цим самим нашою дією на ті види діяльності, де на практиці застосовується вивчений ними раніше чи здобутий під час проекту багаж теоретичних знань. Як показує практика проведення уроків в закладах середньої освіти, матеріал, який учні розуміють легше сприймається і з більшою охотою вивчається учнями, а це спонукає учнів до самостійної пошукової діяльності, творчості, оволодіння прийомами активного мовленнєвого спілкування, постановки й вирішення навчальних проблем.

ОБГОВОРЕННЯ

Формування професійної компетентності майбутніх учителів математики є актуальним, бо саме під час навчання закладаються основи для професіоналізму, формуються вміння самостійної діяльності у вибраній галузі. Тому перед викладачами ЗВО ставиться завдання знайти форми, методи і засоби навчання, що забезпечують більш широкі можливості розвитку, саморозвитку і самореалізації особистості.

Вивчаючи педагогічні дослідження приходимо до висновку, що процес проектування розглядається як один із основних механізмів здійснення та розвитку інноваційної діяльності та як вид творчості, який включає моделювання, прогнозування та аналітичне оцінювання.

Крім того, метод проектів дозволяє підготувати кваліфікованих фахівців у сфері середньої освіти, які володіють системою знань з математики, методики навчання, у яких сформовані загальні, спеціальні, професійні компетентності, що дозволяє навчати учнів на високому науково-методичному рівні, поєднуючи традиційні та інноваційні технології та методики навчання, які самі здатні до навчання і самовдосконалення протягом життя.

В процесі проведення дослідження студентам було важко знайти комплексний підхід, що передбачає цілеспрямоване формування навичок репродуктивної і творчої діяльності.

В запропонованих дослідженнях автори намагалися застосувати дві взаємодоповнюючих логіки: логіки навчання предмету і логіки розвитку студентів за допомогою предмету.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Результатом проведеного дослідження є формування професійної компетентності майбутніх вчителів математики через впровадження проектних технологій завдяки вдалому поєднанню теоретичних знань, одержаних в процесі вивчення фундаментальної математичної дисципліни «Функціональний аналіз» та її практичного застосування для розв'язання завдань шкільного курсу математики. Крім того, метод проектів відповідає цілям математичної освіти і дозволяє розвивати творчі здібності, активність, самостійність, креативність, гнучкість мислення і розкрити творчий та інтелектуальний потенціал студента, тобто готує майбутнього педагога, який уміє створювати розвивальне освітнє середовище і який успішно впроваджує як традиційні, так і новітні методики, технології та прийоми. А коли майбутній вчитель кваліфікований, йому можна давати автономію і він готовий нею скористатися.

Описану методику можна застосувати і при вивченні інших фундаментальних математичних дисциплін, що сприятиме професійному розвитку майбутніх педагогів, а учнів буде спонукати до проведення наукових досліджень.

Список використаних джерел

1. Енциклопедія освіти. Акад. пед. наук України / голов. ред. В.Г. Кремень. Київ: Юрінком Інтер, 2008. 1040 с.
2. Килпатрик В.Х. Метод проектов. Применение целевой установки в педагогическом процессе / пер. с 7-го англ. изд. Е.Н. Янжул; с предисл. Н.В. Чехова. Л.: Блокгауз-Ефрон, 1925. 43 с.
3. Коллингс Е. Опыт работы американской школы по методу проектов. Москва: Новая Москва, 1926. 239 с.
4. Матяш Н.В. Психология проектной деятельности школьников: дис. ... д-ра психол. наук: 19.00.07 / Брянский государственный педагогический университет имени академика И.Г. Петровского. Брянск, 2000. 385 с.
5. Метод проектів: традиції, перспективи, життєві результати: практико-орієнтований збірник / наук. ред. І. Г. Єрмаков. Київ: Департамент, 2003. 500 с.
6. Михайленко Л.Ф. Теорія та практика формування методичної компетентності вчителя математики в умовах партнерства педагогічного університету та школи: монографія / науковий редактор д.пед.н., проф. О.І. Матяш. Вінниця: ТВОРИ, 2020. 420 с.
7. Моторіна В.Г. Технології навчання математики в сучасній школі: монографія, Харків: Лемінги, 2001. 262 с.
8. Полат Е.С., Бухаркина М.Ю. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования: Учебное пособие. Москва: Академия, 2007. 368 с.
9. Полат Е.С., Бухаркина М.Ю., Моисеева М.В., Петров А.Е. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования: Учебное пособие; Под ред. Е. С. Полат. Москва: Академия, 1999. 224 с.
10. Проектна діяльність у школі / упоряд. М. Голубченко. Київ: Шк. світ, 2007. 128 с.
11. Серватинська Н. Метод проектів як спосіб виховання в учнів особистісних навичок. *Сучасна школа України*, 2017. № 1. С. 28-33.
12. Усик О. Запровадження нових технологій у традиційну систему навчання методом проектів. *Математика в сучасній школі*, 2012. №1. С. 33-39.
13. Харкевич Ю.І., Коренков М.Є. Функціональний аналіз (теорія і вправи): Навчальний посібник. Луцьк: СПД Гадяк Жанна Володимирівна, друкарня «Волиньполіграф», 2015. – 248 с.
14. Чечель И.Д. Метод проектов, или Попытка избавить учителя от обязанностей всезнающего оракула. *Директор школы*, 1998. №3. С. 11-16.

References

1. Kremen, V. H. (Ed.) (2008) Entsiklopediia osvity. Akad. ped. nauk [Encyclopedia of Education]. Kyiv: Jurinkom Inter [in Ukrainian].
2. Kilpatrik, V.Kh. (1925) Metod proektov. Primenenie tselevoy ustanovki v pedagogicheskom protsesse [Foundations of Method. Informal Talks on Teaching] (E.N. Yanzhul; s predisl. N.V. Chehova Trans). L.: Blokhauz-Efron [in Russian].
3. Collings, E. (1926) Opyt raboty amerikanskoj shkoly po metodu proektov [Experience of the American School on the Project Method]. Moscow [in Russian].
4. Matyash, N.V. (2000) Psikhologiya proektnoy deyatel'nosti shkolnikov: [Psychology of project activity of schoolchildren]: Doctor's thesis. Bryansk: Bryansk state university named after academician I.G. Petrovsky [in Russian].
5. Yermakov, I.G. (Ed.) (2003) Metod proektiv: tradytsii, perspektivy, zhyttievi rezultaty [Method of projects: traditions, prospects, life results]: practice-oriented collection. Kyiv: Department [in Ukrainian].
6. Mykhailenko, L.F. (2020). Teoriia ta praktyka formuvannia metodychnoi kompetentnosti vchytelia matematyky v umovakh partnerstva pedahohichnoho universytetu ta shkoly: monohrafiia [Theory and practice of formation of methodical competence of the teacher of mathematics in the conditions of partnership of pedagogical university and school: monograph] (prof. O.I. Matiash. (Ed.)) Vinnytsia: TVORY [in Ukrainian]. Vinnytsia
7. Motorina, V.G. (2001). Tekhnolohii navchannia matematyky v suchasni shkoli: monohrafiia [Technologies of teaching mathematics in the modern school: monograph]. Kharkiv: Leminyh [in Ukrainian].
8. Polat, E.S., & Buharkina, M. Yu. (2007). Sovremennye pedagogicheskiye i informatsionnye tekhnologii v sisteme obrazovaniya [Modern pedagogic and information technologies in the education system]: Moscow: Academy [in Russian].
9. Polat, E.S., Bukharkyna, M.Yu., Moyseeva, M.V., & Petrov, A.E. (1999). Novye pedagogicheskiye i informatsionnye tekhnologii v sisteme obrazovaniya Ucheb. Posobie [New pedagogical and informational technologies in education system: textbook]. (Polat, E.S. (Ed.)). Moscow: Akademiya [in Russian].
10. Holubchenko, M. (Comp.) (2007). Proektna diialnist u shkoli [Project activities at school]. *Shkilnyi svit – School World* [in Ukrainian].
11. Servatynska, N. (2017). Metod proektiv yak sposib vykhovannia v uchniv osobystisnykh navychok [Project method as a way of training in pupils personal skills]. *Suchasna shkola Ukrainy – Modern school of Ukrainian*. 1. 28-33 [in Ukrainian].

12. Usyk, O. (2012). Zaprovadzhennia novykh tekhnolohii u tradytsiinu systemu navchannia metodom proektiv [Introduction of new technologies in the traditional system of teaching by the method of projects]. *Matematyka v suchasni shkoli – Mathematics in modern schools* [in Ukrainian].
13. Kharkevych, Yu.I., & Korenkov, M.Ie. (2015). Funktsionalnyi analiz (teoriia i vpravy): [Functional analysis (theory and exercises)]: Navchalnyi posibnyk. Luts'k: PD Ha-diak Zhanna Volodymyrivna, drukarnia «Volynpolihraf» [in Ukrainian].
14. Chechel, I.D. (1998). Metod proyektov, ili Popytka izbavit' uchitelya ot obyazanostey vseznayushchego orakula [The method of projects or an attempt to relieve the teacher of the duties of an all-knowing oracle]. *Direktor shkoly – The School Director* [In Russian].

THE IMPLEMENTATION OF PROJECT TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF SOLVING EXTREME TASKS USING ELEMENTS OF FUNCTIONAL ANALYSIS

U.Z. Hrabova, R.V. Tovkach, Yu I. Kharkevych
Lesya Ukrainka Volyn National University, Ukraine

Abstract.

Formulation of the problem. The reformation of the Ukrainian school requires a change of modern teacher's role positions. Thus, the problems of innovative organisation, search for new tools and technologies for the training of mathematics teachers in Bachelor's and Master's programs at universities are actualised. In order to train future professionals, it is necessary to pay attention to two dimensions of training results: subject knowledge, skills, abilities, experience in performing methods of activity, subject competencies, and subjective results - experience in creative activities, general educational skills, key competencies. In the system of professional training of future mathematics teachers, work on projects occupies an important place. It is the implementation of the project method that makes it possible to integrate the acquired knowledge, as well as to develop students' cognitive and creative skills.

Materials and methods. During the process of research, the methodological literature on the research problem was analysed and generalised; the research information and the experience of the authors in organizing and conducting classes on methods of teaching mathematics and functional analysis were classified and systematized.

Results. Here is the example of the project for the implementation of knowledge of the fundamental mathematical discipline "Functional Analysis" in the course of solving extreme tasks of the school course of mathematics, which involves the modernization of the content of professional training of future mathematicians.

Conclusions. The introduction of project technologies in the study of fundamental mathematical disciplines assures the formation of a professional who has knowledge of subject and modern practices, technologies, techniques, forms and methods of work on the basis of innovative educational approaches. At the same time, students conduct independent researches, solve current problems; students are trained according to their abilities, which helps to establish interaction between the subjects of study. The technique, described below, can be applied in the study of other fundamental mathematical disciplines, which will contribute to the professional development of future teachers and will give the opportunity to make the students interested in studying mathematics and conduct scientific researches.

Key words: project method, project technologies, functional analysis, extreme task, Cauchy-Bunyakovsky inequality.



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



Грицюк О.С., Черненко В.П., Максимова Л.П. Едьютейнмент на уроках інформатики: досвід впровадження у ЗЗСО Кременчука. *Фізико-математична освіта*. 2021. Випуск 4(30). С. 40-45.

Hrytsiuk O., Chernenko V., Maksymova L. Edutainment in computer science lessons: experience of implementation in Kremenchuk schools. *Physical and Mathematical Education*. 2021. Issue 4(30). P. 40-45.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-030-4-006

УДК 378.14.015.62

О.С. Грицюк

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

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2117-626X>

В.П. Черненко

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Україна
 varvara.chernenko@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2728-6876>

Л.П. Максимова

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, Україна
 lpmax@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7197-3254>

ЕДЬЮТЕЙНМЕНТ НА УРОКАХ ІНФОРМАТИКИ: ДОСВІД ВПРОВАДЖЕННЯ У ЗЗСО КРЕМЕНЧУКА

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. У статті узагальнюються результати дослідження стану впровадження едьютейнменту, тобто навчання через гру, у закладах загальної середньої освіти Кременчука. Метою дослідження є аналіз досвіду впровадження форм едьютейнменту на уроках інформатики у закладах загальної середньої освіти Кременчука.

Матеріали і методи. Для розв'язання поставлених завдань та досягнення мети дослідження використано комплекс методів, серед яких основними є опитування (для виявлення форм едьютейнменту, які використовуються вчителями інформатики ЗЗСО Кременчука), компаративний (для порівняння поширення ігрових практик у різних школах), а також методи математичної статистики (для кількісного та якісного аналізу емпіричних даних). Обраний методологічний інструментарій дозволив дослідити стан впровадження едьютейнменту на уроках інформатики у ЗЗСО Кременчука.

Результати. Аналіз результатів дослідження засвідчив, що переважна більшість учителів кременчуцьких ЗЗСО ознайомлені з ігровими практиками навчання та вважають їх корисними для організації уроків інформатики. Водночас опитування показало, що у більшості закладів освіти існують певні обмеження використання конкретних форм едьютейнменту: якщо візуалізація навчального матеріалу використовується у всіх школах, то змагальні форми навчання і особливо вебквести потребують уваги вчителів інформатики. На основі результатів емпіричного дослідження було розроблено низку рекомендацій щодо впровадження ігрових практик у навчання інформатики у кременчуцьких ЗЗСО.

Висновки. У дослідженні доводиться доцільність ширшого запровадження вебквесту як інструменту підвищення пізнавальної активності учнів, а також їхньої мотивації вивчення інформатики. Імплементация едьютейнменту у навчання інформатики здатна значно підвищити пізнавальну активність та мотивацію учнів до вивчення предмету. Крім того, ігрові практики сприятимуть зменшенню психологічної напруженості.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: едьютейнмент, ігрові практики навчання, інформатика, заклади загальної середньої освіти Кременчука, візуалізація навчального матеріалу, змагання, вебквест.

ВСТУП

Едьютейнмент, тобто ігрова педагогіка, впровадження ігрових практик у навчання сьогодні набуває значної популярності як за рубежом (див., наприклад, роботи З. Окана (Okan, 2003), Н. Аксакал (Aksakal, 2015), Дж. Немець та Дж. Трна (Nemes, Trna, 2007), М. С. Зідик та Л. Уоллес (Zeedyk, Wallace, 2003), так і в Україні (Крутий, 2017). Гейміфікація навчання і становлення едьютейнменту сприяють зниженню негативних наслідків діджиталізації, інформаційного впливу, перевантаження інформацією.

Типологічною ознакою сьогоденної шкільної освіти розвитку є її швидкий перехід у різноманітні мережеві форми навчання. Події останніх двох років (мається на увазі пандемія) пришвидшили впровадження дистанційної освіти, яка передбачає отримання знань в мережі Інтернет. Негативними наслідками цих тенденцій є втрата дитиною контролю над інформацією через її необмежену доступність, що може викликати негативний психологічний вплив і деструктивну поведінку.

Споконвіку гра є одним з перевірених інструментів уникнення цих небезпечних явищ. Вона має велике значення для розвитку особистості і ефективна для навчання, розвитку та виховання. Гра має пряме відношення до всіх інших видів діяльності – пізнання, праці, культури, спілкування.

Узагальнення і поширення передового ігрового досвіду, ознайомлення з новими ігровими технологіями, створення цікавого і безпечного освітнього середовища, яке сприяє конструктивному розвитку школярів є важливим завданням сучасної української освіти. Едьютейнмент дозволяє знизити напругу в соціокультурному розвитку учнів, навчити їх навичкам конструктивного спілкування, зберегти культуру цього спілкування. Ігрові практики умикають мимовільну увагу, яка сприяє більш точному сприйняттю і кращому запам'ятовуванню навчального матеріалу.

У основу едьютейнменту покладено такі базові педагогічні принципи:

- принцип поєднання теорії з практикою, оскільки гармонійне навчання і виховання впливає з життя і нерозривно з ним пов'язані як через джерело знань, так і через результат навчання;

- принцип послідовності, оскільки учень лише тоді здатний набути знань і навичок, коли володіє системою чітко взаємопов'язаних понять, послідовність яких зумовлена логікою побудови навчального матеріалу і когнітивними можливостями учнів;

- принцип доступності, тому що доступність навчання визначається віковими та індивідуальними особливостями учнів, організацією навчального процесу, застосовуваними методами навчання та ін.

Дослідники вважають, що едьютейнмент увібрав в себе найкраще з таких областей знання, як:

педагогіка (наприклад, педагогічні принципи); психологія (комунікативні теорії); інформатика (сучасні інформаційні та комунікаційні технології) (Нѐмес, Trna, 2007). Едьютейнмент пропонують розглядати широко: адже це такий тип навчання, який пов'язаний не тільки з розважальним механізмом, а й з іншими процесами (Corona, Perrotta, Polcini, Cozzarelli, 2011). Едьютейнмент виступає у ролі допоміжного засобу, а розвага є швидше лише першою стадією використання едьютейнменту. Адже кінцева мета процесу навчання – стійкий інтерес до навчання, захопленість предметом (Aksakal, 2015).

Інформатика як навчальний предмет шкільної освіти, виникнення якого зумовлено саме становленням інформаційного суспільства, на нашу думку, найбільш потребує впровадження форм едьютейнменту, адже сучасна дитина, яка проводить за екраном монітора чи іншими гаджетами левову частку часу, саме на уроках інформатики має навчатися правилам поведінки з інформацією з мережі. І краще це робити в ігровій формі, оскільки вона є ефективнішою і доступнішою для учнів, що зазначають, зокрема, зарубіжні вчені, які наполягають на зв'язку інформаційних технологій та едьютейнменту (див., наприклад ґрунтовне дослідження колективу італійських вчених (Corona, Cozzarelli, Palumbo, Sibilio, 2013)). У зв'язку з комп'ютеризацією суспільства власне комп'ютер стає основним технічним засобом у навчанні, а зміст навчання поступово трансформується у цифровий контент.

Метою дослідження є аналіз досвіду впровадження форм едьютейнменту на уроках інформатики у закладах загальної середньої освіти Кременчука. Мета реалізується через такі завдання: провести опитування серед вчителів інформатики кременчуцьких ЗЗСО стосовно використання у навчальному процесі найбільш поширених у світовій педагогічній практиці форм едьютейнменту; узагальнити результати опитування; виявити найбільш популярні форми едьютейнменту.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для розв'язання поставлених завдань та досягнення мети дослідження використано комплекс методів, серед яких основними є опитування (для виявлення форм едьютейнменту, які використовуються вчителями інформатики ЗЗСО Кременчука), компаративний (для порівняння поширення ігрових практик у різних школах), а також методи математичної статистики (для кількісного та якісного аналізу емпіричних даних). Обраний методологічний інструментарій дозволив дослідити стан впровадження едьютейнменту на уроках інформатики у ЗЗСО Кременчука.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Емпіричне дослідження використання форм едьютейнменту у навчанні інформатиці було здійснене за участі автора на базі кременчуцьких ЗЗСО. У дослідженні були задіяні 36 учителів інформатики з 28 шкіл Кременчука.

Опитування здійснювалося у онлайн-режимі за допомогою Google форм. Учителі мали заповнити опитувальник, розроблений авторами дослідження. Автори свідомо зробили опитувальник стислим, включивши до нього лише три запитання. Це зумовлено тим, що аналіз впровадження форм едьютейнменту у ЗЗСО Кременчука проводиться вперше, тобто цей моніторинг є лише першою сходинкою для подальших, більш детальних досліджень. Головною метою даного опитування було отримати загальні відомості про обізнаність кременчуцьких учителів інформатики про практики едьютейнменту і з'ясувати, які саме форми навчання через гру вони використовують.

Респондентам пропонувалося відповісти на три запитання: чи знайомі вони з практиками ігрового навчання (едьютейнменту); чи вважають вони їх корисними; які практики із запропонованих у опитувальнику вони використовують у навчальному процесі.

Результати опитування за першим пунктом (обізнаність учителів інформатики стосовно ігрових практик навчання) свідчать про те, що майже усі учителі інформатики кременчуцьких шкіл знайомі з практиками едьютейнменту. Лише два респонденти надали негативну відповідь. Результати опитування представлено на рис. 1.

Відповіді респондентів на друге запитання опитувальника (думка про корисність едьютейнменту на уроках інформатики) говорять про те, що переважна більшість опитуваних (28 осіб) не лише знають про едьютейнмент, але й вважають ігрові практики корисними. Отже, можна зробити припущення про те, що усвідомлення педагогами доцільності та ефективності навчання через гру уможливило запровадження форм едьютейнменту.

Результати опитування 36 респондентів

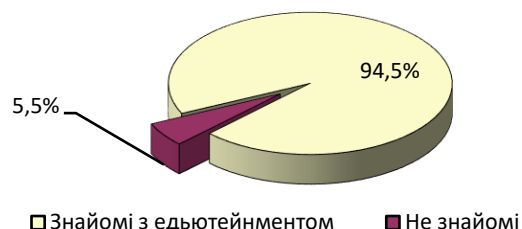


Рис. 1. Результати опитування учителів щодо ознайомлення з практиками ігрового навчання

Результати опитування 36 респондентів

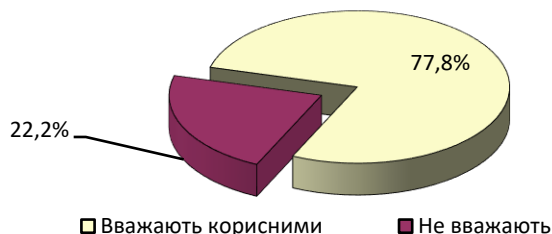


Рис. 2. Результати опитування учителів щодо корисності практик ігрового навчання

Узагальнені результати аналізу використання форми едьютейнменту у навчанні інформатики у закладах загальної середньої освіти Кременчука наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Форми едьютейнменту на уроках інформатики

ЗЗСО	Форми едьютейнменту		
	Візуалізація навчального матеріалу	Змагання	Вебквест
ЗЗСО №1	+	+	-
ЗЗСО №2	+	+	-
ЗЗСО №3	+	+	-
ЗЗСО №4	+	+	+
ЗЗСО №5	+	+	-
ЗЗСО №6	+	+	+
ЗЗСО №7	+	+	-
ЗЗСО №8	+	-	-
ЗЗСО №9	+	+	-
ЗЗСО №10	+	+	-
ЗЗСО №11	+	+	+
ЗЗСО №12	+	+	-
ЗЗСО №15	+	+	-
ЗЗСО №16	+	+	-
ЗЗСО №17	+	+	+
ЗЗСО №18	+	+	-
ЗЗСО №19	+	+	-
ЗЗСО №20	+	+	-
ЗЗСО №22	+	+	-
ЗЗСО №23	+	+	-
ЗЗСО №24	+	-	-
ЗЗСО №25	+	+	+
ЗЗСО №26	+	+	-
ЗЗСО №27	+	-	-
ЗЗСО №28	+	+	-
ЗЗСО №29	+	+	-
ЗЗСО №30	+	+	+
ЗЗСО №31	+	+	-

Аналіз результатів опитування стосовно запровадження конкретних форм едьютейнменту у навчання інформатики показав, що найбільш поширеною формою є візуалізація навчального матеріалу за допомогою мультимедіа. В усіх досліджуваних закладах освіти уроки інформатики проводяться з використанням візуалізації. Форми використання візуалізації на уроках інформатики є різноманітними – це може бути анімована графіка, тематичні відеоматеріали, презентації PowerPoint (статичні або анімовані) тощо. Потенціал візуалізації реалізується у межах мотиваційного компонента в процесі навчання інформатики за допомогою реалізації віртуальних експериментів для проведення

спостережень, експериментів, вимірювань, побудови зображень (зокрема, анімованих), графіків, їх перетворень, вивчення моделей, які виявляють нові для учнів факти і властивості.

Навчання через змагання реалізується у 26 з 28 освітніх закладів. Учителям інформатики варто звернути увагу на перспективність цього різновиду едьютейнменту. Дидактичну цінність проведення спільної комп'ютерної гри чи змагання підкреслює Т. Барболіна, автор посібника з методики викладання шкільної інформатики (Барболіна, 2007, с. 116).

Вебквест задіяний на уроках інформатики у шести кременчуцьких школах. Варто зазначити, що разом усі запропоновані у опитувальнику форми ігрового навчання використовуються теж у цих шести закладах освіти. Необхідно зауважити, що ці заклади освіти є провідними кременчуцькими школами, які вибороли право мати статус ліцею, тобто профільної школи.

ОБГОВОРЕННЯ

Узагальнюючи методичні підходи до вивчення інформатики у загальній середній школі Л. Семко і Н. Самойленко основними ігровими практиками, які використовуються на уроках інформатики, називають завдання, що побудовані на принципі змагання (конкурси, вікторини, завдання на швидкість виконання або креативність тощо), вебквести і візуалізацію навчального матеріалу (Семко, Самойленко, 2015). Важливість використання засобів комп'ютерної візуалізації у шкільному навчанні підкреслюють Д. Безуглий (Безуглий, 2015), О. Семеніхіна та А. Юрченко (Семеніхіна, Юрченко, 2017). Уміння візуалізувати навчальний матеріал засобами мультимедіа кваліфікується вченими як фахова компетентність сучасного вчителя (Семеніхіна, Юрченко, 2014). Зарубіжні науковці теж вважають візуалізацію за допомогою мультимедіа основною формою едьютейнменту (Mukherjee, 2018; Nicholls, Fee, Budde-Sung, 2014). Указані наукові розвідки стали підґрунтям складання опитувальника для емпіричного дослідження.

Проведене емпіричне дослідження, яке є початком постійного моніторингу стану впровадження форм едьютейнменту у навчання інформатики в кременчуцькій основній школі, свідчить про те, що лише окремі заклади загальної середньої освіти використовують таку форму навчання, як вебквест.

Сутність цієї ігрової форми полягає в тому, що частина інформації надається учителем, іншу учні знаходять, користуючись власними знаннями та пошуковими системами. Виконуючи завдання вебквесту, учень має переходити за гіперпосиланнями. У процесі вебквесту учень навчається не лише орієнтації в інформації, але й виконанню самостійного проєкту, адже він збагачує отриману з мережі інформацію власними думками, спостереженнями та висновками.

Вебквест є однією з форм проблемного навчання і водночас проєктної роботи учнів. Це сучасна Інтернет-технологія, яка дозволяє проводити дослідницьку, пошукову діяльність. Він надає можливість організувати самостійну проєкту діяльність учнів за будь-якою темою. У цьому аспекті важливо зазначити, що вебквест доцільно використовувати на інтегрованих уроках інформатики та інших предметів.

Технологія вебквесту сприяє виробленню компетентностей пошуку інформації, узагальнення, порівняння, аналізу, інтерпретації та оцінки, тобто критичного мислення. Корисною вона є також у аспекті формування інформаційної культури учнів, підвищення медіа грамотності і загального розширення кругозору.

Вебквест має безліч різновидів і модифікацій. За кількістю учасників він може бути індивідуальним і командним. За часом – коротко- і довготривалим (навіть розрахованим на весь навчальний рік).

У процесі роботи вдосконалюються навички роботи на комп'ютері, вміння працювати самостійно і у команді, планувати спільну діяльність, вибудовувати стратегію і прогнозувати результат. Учні навчаються розв'язувати проблемну задачу декількома шляхами, обираючи оптимальний. Робота у групі навчає взаємодопомозі, стимулює вміння аргументувати власні дії, комунікувати в онлайн і офлайн форматах.

Квест, в основі якого є робота над гіперпосиланнями, дозволяє регулювати обсяг навчального матеріалу, інтенсивність і графік навчання, що стає підґрунтям для побудови індивідуальної траєкторії навчання.

Окрім вже описаних форм едьютейнменту у навчанні інформатики, ігрові практики можуть бути впроваджені на етапі оцінювання. Так, Л. Семко та Н. Самойленко пропонують власні електронні картки досягнень, які учні заповнюють самостійно у процесі виконання вправ. За успішне виконання завдань учень отримує не оцінки чи бали, а відзнаки, трофеї, що відображає одну з тенденцій, яка називається цифровими значками, які служать для візуалізації здобутих знань і навичок (Семко, Самойленко, 2015, с. 8). Роль використання різноманітних семіотичних ресурсів у едьютейнменті акцентує також К. Даніельсон (Danielsson, 2016). Організоване у такому ігровому форматі оцінювання сприяє підвищенню мотивації навчання, а також знижує ризики невротизації учнів, яка часто є причиною зниження інтересу до навчання.

На основі проведеного емпіричного дослідження впровадження ігрових практик у навчання інформатики у кременчуцьких школах розроблено низку рекомендацій для вчителів:

- необхідно на міському рівні виявляти та узагальнювати інноваційні ігрові педагогічні практики (це може бути реалізовано у вигляді методичних семінарів, вебінарів, конференцій, форумів, мастер-класів тощо);
- варто створити креативний освітньо-культурний простір для моделювання і розробки нових ігрових форм навчання (наприклад, на базі Кременчуцького міського науково-методичного центру (КМНМЦ));
- слід організувати популяризацію і поширення інноваційних ігрових технологій, а також методів едьютейнменту серед вчителів інформатики шляхом ознайомлення з передовим досвідом провідних закладів освіти (зокрема, ознайомлення широкого освітянського загалу з технологією проведення вебквестів, а також оприлюднення інформації на сайті КМНМЦ і, можливо, у вигляді друкованих методичних рекомендацій);
- поширенню передових освітніх практик сприятиме організація щорічного фестивалю едьютейнменту для освітян міста.

На нашу думку, виконання цих рекомендацій підвищить рівень викладання і навчання інформатики у кременчуцьких закладах загальної середньої освіти.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Упровадження нових ігрових і педагогічних технологій у практику освітніх установ, зокрема, закладів загальної середньої освіти, є важливим завданням української педагогіки. Едьютейнмент, який поєднує навчання та гру, дозволяє ненав'язливо подати теоретичний матеріал у цікавій і доступній для учнів формі. Він є особливим типом навчання, що ґрунтується на рекреації і формуванні первинного інтересу до предмета з отриманням задоволення від процесу навчання і стійким інтересом до процесу навчання.

Едьютейнмент нерозривно пов'язаний з інформаційними технологіями. Саме тому він надає унікальний інструментарій для навчання інформатики, яка є наукою про комп'ютер і віртуальне середовище.

Основними формами едьютейнменту є візуалізація навчального матеріалу, організація навчання через змагання і вебквест. Останній є найскладнішою, але водночас найефективнішою технологією, яка дозволяє навчитися самостійному набуттю знань з використанням мультимедіа. Теоретичні знання і практичні навички з використання вебквестів у процесі підготовки і проведення уроків з інформатики передбачають знання програмних і комп'ютерних засобів, методик і дидактичних прийомів їх застосування.

Емпіричне дослідження досвіду впровадження форм едьютейнменту у навчання інформатики в школах Кременчука засвідчило обізнаність вчителів у ігрових практиках, розуміння їх корисності та широке використання візуалізації та навчання через змагання. Водночас вебквест реалізований лише у шести школах, що говорить про необхідність популяризації цієї технології.

Імплементація едьютейнменту у навчання інформатики здатна значно підвищити пізнавальну активність та мотивацію учнів до вивчення предмету. Крім того, ігрові практики сприятимуть зменшенню психологічної напруженості, пов'язаної з перенавантаженням, збільшенню часу перебування дитини за комп'ютером чи іншими гаджетами, страхом перед оцінюванням тощо.

Результати проведеного емпіричного дослідження можуть стати основою подальшого наукового моніторингу поширення практик едьютейнменту в українських закладах загальної середньої освіти.

Список використаних джерел

1. Барболіна Т. М. *Шкільний курс інформатики та методика його викладання: Навчальний посіб.* Полтава: Полтав. держ. пед. університет ім. В.Г. Короленка, 2007. Ч. 1. Загальна методика. 124 с.
2. Bezuglyi D. S. Візуалізація як сучасна стратегія навчання. *Фізико-математична освіта*. 2015. № 1 (7). С. 146–149.
3. Крутий К. Едьютейнмент: навчання як розвага. *Дошкільне виховання*. 2017. №1. URL: <http://ukrdeti.com/edyutejment-navchannya-yak-rozvaiga/>.
4. Семеніхіна О., Юрченко А. Професійна готовність використовувати засоби комп'ютерної візуалізації у роботі вчителя: теоретичний аспект. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Кропивницький: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2017. Вип. 11. Ч. 4. С. 43–46.
5. Семеніхіна О., Юрченко А. Уміння візуалізувати навчальний матеріал засобами мультимедіа як фахова компетентність учителя. *Науковий вісник Ужгородського національного університету: Серія «Педагогіка. Соціальна робота»*. Ужгород: Видавництво УжНУ «Говерла». 2014. Вип. 33. С. 176–179.
6. Семко Л., Самойленко Н. Методичні підходи до вивчення інформатики в основній школі. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Вип. 7. Ч. 2. Кіровоград, 2015. С. 76–82.
7. Aksakal N. Theoretical View to the Approach of the Edutainment. *Social and Behavioral Sciences*. 2015. Vol. 186. pp. 1232–1239.
8. Corona F., Cozzarelli C., Palumbo C., Sibilio M. Information technology and edutainment: Education and Entertainment in the age of interactivity. *International Journal of Digital Literacy and Digital Competence*. 2013. Vol. 4. pp. 12–18.
9. Corona F., Perrotta F., Polcini E. T., Cozzarelli C. The new frontiers of edutainment: The development of an educational and socio-cultural phenomenon over time of globalization. *Journal of Social Science*. 2011. Vol. 7. pp. 408–411.
10. Danielsson K. Modes and meaning in the classroom – The role of different semiotic resources to convey meaning in science classrooms. *Linguistics and Education*. 2016. Vol. 35. pp. 88–99.
11. Fee A., Budde-Sung A. E. K. Using video effectively in diverse classes: What students want. *Journal of Management Education*. 2014. Vol. 38. pp. 843–874.
12. Mukherjee S. Role of multimedia in education. *Edelweiss Applied Science and Technology*. 2018. Vol. 2. Iss. 1. pp. 245–247.
13. Němec J., Trna J. Edutainment or Entertainment Education Possibilities of Didactic Games in Science Education. In Němec J. (ed.) *The evolution of children play – 24. ICCP Word Play Conference*. Brno: Pedagogická fakulta, Masarykova univerzita, Brno, 2007. URL: http://www.iccpplay.org/documents/brno/nemec_trna.pdf
14. Nicholls M. Digital Visualisation in Classics Teaching and Beyond. *Journal of Classics Teaching*. 2016. Vol. 17. Iss. 33. pp. 27–30.
15. Okan Z. Edutainment: Is Learning At Risk? *British Journal of Educational Technology*. 2003. Vol. 34. Iss. 3. pp. 255–264. URL: <https://doi.org/10.1111/1467-8535.00325>
16. Zeedyk M. S., Wallace L. Tackling children's road safety through edutainment: an evaluation of effectiveness. *Health Education Research*. 2003. Vol. 18. Iss. 4. pp. 493–505. URL: <https://doi.org/10.1093/her/cyf033>

References

1. Barbolina, T. M. *Shkilnyi kurs informatyky ta metodyka yoho vykladannia: Navchalnyi posibnyk [School course of computer science and methods of its teaching: Textbook]*. Poltava: Poltava V. G. Korolenko state ped. university, 2007. Part 1. General methods. 124 p. [In Ukrainian].
2. Bezugly, D. S. (2015). Vizualizatsiia yak suchasna stratehiia navchannia [Visualization as a modern learning strategy]. *Physical and mathematical education*, 1 (7), 146–149. [In Ukrainian].

3. Krutiy, K. (2017). Eduteinment: navchannia yak rozvaha [Education: learning as entertainment]. *Preschool education*, 1. <http://ukrdeti.com/edyutejment-navchannya-yak-rozvaga>, Last accessed: 2021/03/04 [In Ukrainian].
4. Semenikhina, O., Yurchenko, A. (2017). Profesiina hotovnist vykorystovuvaty zasoby kompiuternoї vizualizatsii u roboti vchytelia: teoretychnyi aspekt [Professional readiness to use computer visualization in the work of a teacher: a theoretical aspect]. *Proceedings. Series: Problems of methods of physical-mathematical and technological education*. Kropyvnytskyi: RVV KDPU, 11 (4), 43–46. [In Ukrainian].
5. Semenikhina, O., Yurchenko, A. (2014). Uminnia vizualizuvaty navchalnyi material zasobamy multymedia yak fakhova kompetentnist uchytelia [Ability to visualize educational material by means of multimedia as a professional competence of the teacher]. *Scientific Bulletin of Uzhhorod National University: Series "Pedagogy. Social work"*. Uzhhorod: Uzhhorod National University Publishing House "Hoverla", 33, 176–179. [In Ukrainian].
6. Semko, L., Samoilenko, N. (2015). Metodichni pidkhody do vyvchennia informatyky v osnovnii shkoli [Methodical approaches to the study of computer science in primary school]. *Proceedings. Series: Problems of methods of physical-mathematical and technological education*, 7(2). Kirovograd, 76–82. [In Ukrainian].
7. Aksakal, N. (2015). Theoretical View to the Approach of the Edutainment. *Social and Behavioral Sciences*, 186, 1232–1239.
8. Corona, F., Cozzarelli C., Palumbo C., Sibilio M. (2013). Information technology and edutainment: Education and Entertainment in the age of interactivity. *International Journal of Digital Literacy and Digital Competence*, 4, 12–18.
9. Corona, F., Perrotta, F., Polcini, E. T., Cozzarelli, C. (2011). The new frontiers of edutainment: The development of an educational and socio-cultural phenomenon over time of globalization. *Journal of Social Science*, 7, 408–411.
10. Danielsson, K. (2016). Modes and meaning in the classroom – The role of different semiotic resources to convey meaning in science classrooms. *Linguistics and Education*, 35, 88–99.
11. Fee, A., Budde-Sung, A. E. K. (2014). Using video effectively in diverse classes: What students want. *Journal of Management Education*, 38, 843–874.
12. Mukherjee, S. (2018). Role of multimedia in education. *Edelweiss Applied Science and Technology*, 2 (1), 245–247.
13. Němec, J., Trna, J. (2007). Edutainment or Entertainment Education Possibilities of Didactic Games in Science Education. In Němec J. (ed.) *The evolution of children play – 24. ICCP Word Play Conference*. Brno: Pedagogická fakulta, Masarykova univerzita, Brno, 2007. http://www.iccpplay.org/documents/brno/nemec_trna.pdf Last accessed: 2021/03/12.
14. Nicholls, M. (2016). Digital Visualisation in Classics Teaching and Beyond. *Journal of Classics Teaching*, 17 (33), 27–30.
15. Okan, Z. Edutainment: Is Learning At Risk? (2003). *British Journal of Educational Technology*, 34 (3), 255–264. <https://doi.org/10.1111/1467-8535.00325> Last accessed: 2021/04/08.
16. Zeedyk, M. S., Wallace, L. (2003). Tackling children's road safety through edutainment: an evaluation of effectiveness. *Health Education Research*, 18 (4), 493–505. <https://doi.org/10.1093/her/cyf033> Last accessed: 2021/04/02.

EDUTAINMENT IN COMPUTER SCIENCE LESSONS: EXPERIENCE OF IMPLEMENTATION IN KREMENCHUK SCHOOLS

Olena Hrytsiuk, Varvara Chernenko, Larysa Maksymova

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, Ukraine

Abstract.

Formulation of the problem. The paper deals with the results of the empirical study of the state of implementation of edutainment, i.e. learning through play, in secondary schools of Kremenchuk. The purpose of the study is to analyze the experience of implementing elements of edutainment in computer science lessons.

Materials and methods. To solve the tasks and achieve the goal of the study, a set of methods was used, the main of which are surveys (to identify elements of edutainment used by Kremenchuk teachers of computer science), comparative (to compare the spread of gaming practices in different schools) and mathematical statistics (for quantitative and qualitative analysis of empirical data). The survey was conducted online using Google Forms.

Results. Respondents were asked to answer three questions: are they familiar with game learning practices; do they find them useful; which of the practices proposed in the questionnaire they use in the educational process. Analysis of the results of the survey on the introduction of specific elements of edutainment in the teaching of computer science showed that the most common form is the visualization of educational material using multimedia. Training through competitions is implemented in 12 out of 28 educational institutions. Webquest is involved in computer science lessons in six schools. It is worth noting that together all the elements of game learning proposed in the questionnaire are also used in these six educational institutions. It should be noted that these six educational institutions are the leading Kremenchuk secondary schools. The analysis of the introduction of elements of edutainment in computer science lessons in Kremenchuk secondary schools is carried out for the first time, i.e. this monitoring is only the first step for further, more detailed research. The article contains a set of practical recommendations for the wider introduction of various forms of edutainment in computer science lessons in Kremenchuk schools; in particular, this applies to such a popular form today as a webquest. Teachers' awareness of the expediency and effectiveness of learning through play allows for the introduction of elements of edutainment.

Conclusions. The survey showed that in most educational institutions there are some restrictions on the use of specific forms of edutainment: if the visualization of educational material is used in all schools, then competitive forms of learning and especially web quests need the attention of computer science teachers. The study proves the expediency of a wider introduction of the webquest as a tool to increase the cognitive activity of students, as well as their motivation to study computer science.

Keywords: edutainment, game teaching practices, computer science, Kremenchuk secondary schools, visualization of educational material, competitions, webquest.



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



Деордіца Т.Ю., Вороніна М.В., Литвинова Н.В. Специфіка оцінювального інструмента «Концептуальна рамка викладання» Ш. Даніелсон (з досвіду США). *Фізико-математична освіта*. 2021. Випуск 4(30). С. 46-53.

Dieorditsa T., Voronina M., Litvinova N. Specificity of the evaluating instrument of Danielson framework for teaching (the U.S. experience). *Physical and Mathematical Education*. 2021. Issue 4(30). P. 46-53.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-030-4-007

УДК 37.07:005.95/.96

Т.Ю. Деордіца

Благодійний фонд «e-Terra», Україна

tdeor@i.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3409-7168>

М.В. Вороніна

Київський національний університет культури і мистецтв, Україна

m_voronina@i.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3838-7194>

Н.В. Литвинова

Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка, Україна

litvinova_n@i.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4606-5259>

СПЕЦИФІКА ОЦІНЮВАЛЬНОГО ІНСТРУМЕНТА «КОНЦЕПТУАЛЬНА РАМКА ВИКЛАДАННЯ» Ш. ДАНИЕЛСОН (з досвіду США)

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. За нашими спостереженнями, набором оцінювальних критеріїв професійної компетентності педагогічних працівників, що їх розробили фахівці Державної служби якості освіти України у 2019-2020 рр., бракує такої важливої властивості, як «вимірюваність». Адже саме вимірювані критерії дозволяють виявляти рівні прояву професіоналізму. Для цього необхідні шкали критеріїв. Якщо ж їх немає, експертне оцінювання підмінюється контролем за дотриманням вимог. А це дискредитує ідею «оцінювання для професійного розвитку». Відтак вважаємо актуальним огляд провідних зарубіжних оцінювальних технологій ефективного викладання. Наша розвідка спрямовувалася таким дослідним питанням: якою є специфіка оцінювальних інструментів педагогічної праці, що застосовуються у США?

Матеріали і методи. Для відповіді на поставлене питання у статті з позицій системного підходу розглянуто досить популярний в освітній системі США критеріальний комплекс для оцінювання викладацької праці, відомий як «Framework for Teaching. Evaluation Instrument» ≡ «Концептуальна рамка викладання. Оцінювальний інструмент». Його автори – дослідна група на чолі з Ш. Даніелсоном.

Результати. Концептуальна рамка викладання Ш. Даніелсона репрезентує критеріальний комплекс, необхідний для здійснення експертного оцінювання ефективності процесуальної сторони вчительської праці. Його ядром є набір з 22 критеріїв. Вони характеризують ті професійні якості педагогів, котрі достовірно корелюють із досягненнями студентів/учнів. Для кожного критерію встановлені показники, що конкретизують його найважливіші прояви; визначено індикатори, необхідні для побудови шкали критерію; прописано оцінювальні судження, які утворюють шкалу критерію.

Висновки. За результатами нашої розвідки ми виявили чотири відмітні особливості розглянутої концептуальної рамки викладання, котрі відрізняють її від набору сертифікаційних критеріїв, розроблених Державною службою якості освіти України: 1) рамка ґрунтується на ідеях педагогічного конструктивізму; 2) представлені у ній оцінювальні критерії є універсальними для різних викладацьких спеціалізацій; 3) набір цих критеріїв є повним, дієвим і вимірюваним; 4) рамка забезпечує дві функції оцінювання – оцінювання для професійного розвитку та оцінювання для контролю.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: вчительська праця, оцінювальний інструмент, експертне оцінювання, набір критеріїв, критеріальний комплекс, педагогічний конструктивізм, залучення до учіння.

ВСТУП

Постановка проблеми. У 2019 р. в Україні як експериментальний проєкт розпочалося зовнішнє оцінювання вчительської праці – добровільна сертифікація вчителів. За нашими спостереженнями, набором оцінювальних критеріїв професійної компетентності педагогічних працівників, що їх розробили фахівці Державної служби якості освіти України у 2019-2020 рр., бракує такої важливої властивості, як «вимірюваність». Адже саме вимірювані критерії дозволяють виявляти рівні прояву професіоналізму. Вимірюваність критеріїв забезпечують розроблені для них шкали. Якщо ж їх немає, експертне оцінювання підмінюється контролем за дотриманням вимог. А це дискредитує ідею «оцінювання для професійного розвитку». Відтак вважаємо актуальним огляд провідних зарубіжних оцінювальних технологій ефективного викладання. Адже з'ясування їх специфіки може бути корисним для удосконалення вітчизняної методики розроблення критеріїв оцінки вчительської праці.

Аналіз актуальних досліджень. Ґрунтовну розвідку експертизи праці вчителя у провідних зарубіжних країнах здійснив В. Загвоздкін. Дослідник дійшов висновку, що суттєвою є не тільки власне якість оцінювальних інструментів, а й якість управлінських механізмів і культура відносин, у межах яких ці інструменти використовують (В. Загвоздкін, 2018).

Особливо цінною для нашої розвідки була докторська дисертація Дж. Мосса (J. Moss), присвячена вивченню сприйняття вчителями концептуальної рамки викладання Ш. Даніелсон. У цьому дослідженні ретельно окреслено загальну картину розвитку системи оцінювання вчительської праці у США та надано вичерпний огляд відповідних інформаційних джерел.

Аналіз американської оцінювальної практики щодо ефективного викладання на межі XX і XXI ст. здійснив Ст. Кентрелл (St. Cantrell). Дослідник вказує, що більшість чинних на той час у США оцінювальних практик не викликали довіри у зв'язку з тим, що недосконалі інструменти та їх погана реалізація давали величезні похибки вимірювання. На його думку, основна проблема полягала в тому, що між зацікавленими сторонами в галузі освіти не було згоди стосовно того, як визначати і вимірювати ефективне викладання. Спробу розв'язати цю проблему було здійснено у межах масштабного проєкту «The Measures of Effective Teaching» = «Заходи ефективного викладання» (2009-2011), виконаного за підтримки Фонду Білла та Мелінди Гейтс (St. Cantrell, 2012).

Україномовні дослідні публікації з питань оцінювання педагогічної праці у США належать І. Зварич, яка детально розглянула стандарти викладання для вчителів-початківців, запропоновані Міждержавним консорціумом з оцінювання та підтримки нового вчителя (Interstate New Teacher Assessment and Support Consortium – INTASC) (І. Зварич, 2014).

Цілком поділяючи думку І. Зварич про доцільність вивчення зарубіжного досвіду з метою вдосконалення вітчизняної освіти, ми обрали для розгляду оцінювальний інструмент викладацької практики, розроблений американськими дослідниками на чолі з Шарлоттою Даніелсон.

Мета статті полягає у виявленні специфіки критеріального комплексу, репрезентованого у документі «Framework for Teaching. Evaluation Instrument» = «Концептуальна рамка викладання. Оцінювальний інструмент» (Ch. Danielson, 2013).

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Оцінювання роботи – це процедура, що використовується для визначення відносної цінності роботи в організації, що у свою чергу допомагає визначити рівень заробітної плати (П. Мучинські, 2003). Підставою для оцінювання роботи є набір критеріїв. У науці критерієм прийнято називати сутнісну властивість (ознаку) явища, на основі якої здійснюється його оцінювання. (Т. Строкова, 2015). Відправною точкою для формування набору критеріїв оцінювання будь-якої роботи є вияв належних змінних, адже розглядати роботу можна як з позицій задач професійної діяльності, так і з позицій працівників. Задачі та якості працівників виявляються за допомогою набору процедур методу «Аналіз роботи». Задачі – це базові елементи професійної діяльності, пов'язані із конкретними професійними цілями. Процедури, зорієнтовані на працівника, застосовуються для визначення знань, умінь, здібностей та інших характеристик, що уможливають успішне виконання професійних задач (П. Мучинські, 2003).

Частковим випадком оцінювання роботи є оцінювання вчительської праці. Зважаючи на її багатомірність, слід з'ясувати, які сторони вчительської праці можуть піддаватися оцінюванню? Відповідь на це питання впливає з аналізу психології праці вчителя, здійсненого А. Марковою з позицій діяльнісного підходу. Дослідниця встановила, що:

- зміст вчительської праці – сприяння психічному розвитку учня;
- головний «інструмент» вчителя – його психологічні взаємодії з учнями;
- складові процесу вчительської праці – педагогічна діяльність, педагогічне спілкування та професійна самореалізація особистості вчителя;

- результат вчительської праці – навченість і вихованість школярів (А. Маркова, 1993).

Отже, об'єктом оцінювання вчительської праці може бути і її процес, і результат.

Оцінювання вчительської праці як частковий випадок оцінювання роботи – це конкретний приклад загальної задачі експертного оцінювання. Остання виникає на різних етапах процесу прийняття рішень, який зводиться до розв'язання двох послідовних задач вибору:

- 1) вибору множини допустимих оцінок (МДО) розглядуваної системи (альтернативи або критерію);
- 2) вибору з МДО оцінки, яка найбільш точно виражає властивості оцінюваної системи.

Операцію з визначення множини допустимих оцінок називають задачею оцінювання, розв'язання цієї задачі – експертизою, а зіставлення множини допустимих оцінок з критерієм – оцінюванням (І. Макаров та ін., 1982).

Кожний критерій має бути забезпечений показниками, тобто характеристиками, що конкретизують його найважливіші грані. Для кожного критерію наводиться або складається шкала, що містить множину впорядкованих оцінок. Побудові шкали передують формування емпіричних індикаторів, тобто спостережуваних ознак критерію або його показників. У теорії прийняття рішень до набору критеріїв висувають низку вимог. Ось їх стислий перелік: повнота, дієвість, розкладність, ненадмірність, мінімальність, вимірюваність. (М. Гафт, 1979). Набір критеріїв, їх показники, індикатори і шкали становлять критеріальний комплекс (Т. Строкова, 2015).

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Схема вивчення концептуальної рамки викладання Ш. Даніелсон ґрунтувалася на основній характеристиці системного підходу – можливості розглядати будь-який об'єкт у трьох аспектах: як щось ціле (систему), як частину більш загальної системи (надсистеми) та як сукупність дрібніших частин (підсистем).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Концептуальна рамка викладання Ш. Даніелсон репрезентує критеріальний комплекс, необхідний для здійснення експертного оцінювання ефективності процесуальної сторони вчительської праці. Експерт, користуючись шкалами критеріїв, має обрати з них ті оцінювальні судження, що містять якнайточніші оцінки спостережуваної ним поведінки вчителя у класі, а також якості створених учителем документів і артефактів.

Серед безлічі конкуруючих оцінювальних інструментів ми обрали саме рамку викладання Ш. Даніелсон тому, що:

- 1) вона була однією з п'яти моделей оцінювання вчительської праці, що ретельно вивчалися у межах проєкту «The Measures of Effective Teaching» (Ch. Danielson, 2013);
- 2) її найчастіше, порівняно з іншими аналогічними інструментами, застосовують у шкільних округах США (P. Moss, 2015);
- 3) її зміст узгоджено зі стандартами Міждержавного консорціуму INTASC (Ch. Danielson, 2013).

Встановити надсистему, частиною якої є концептуальна рамка викладання Ш. Даніелсон, нам допомогла схема, на якій відображено структуру системи оцінки шкільної освіти, рекомендовану країнам – членам Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) (рис. 1).

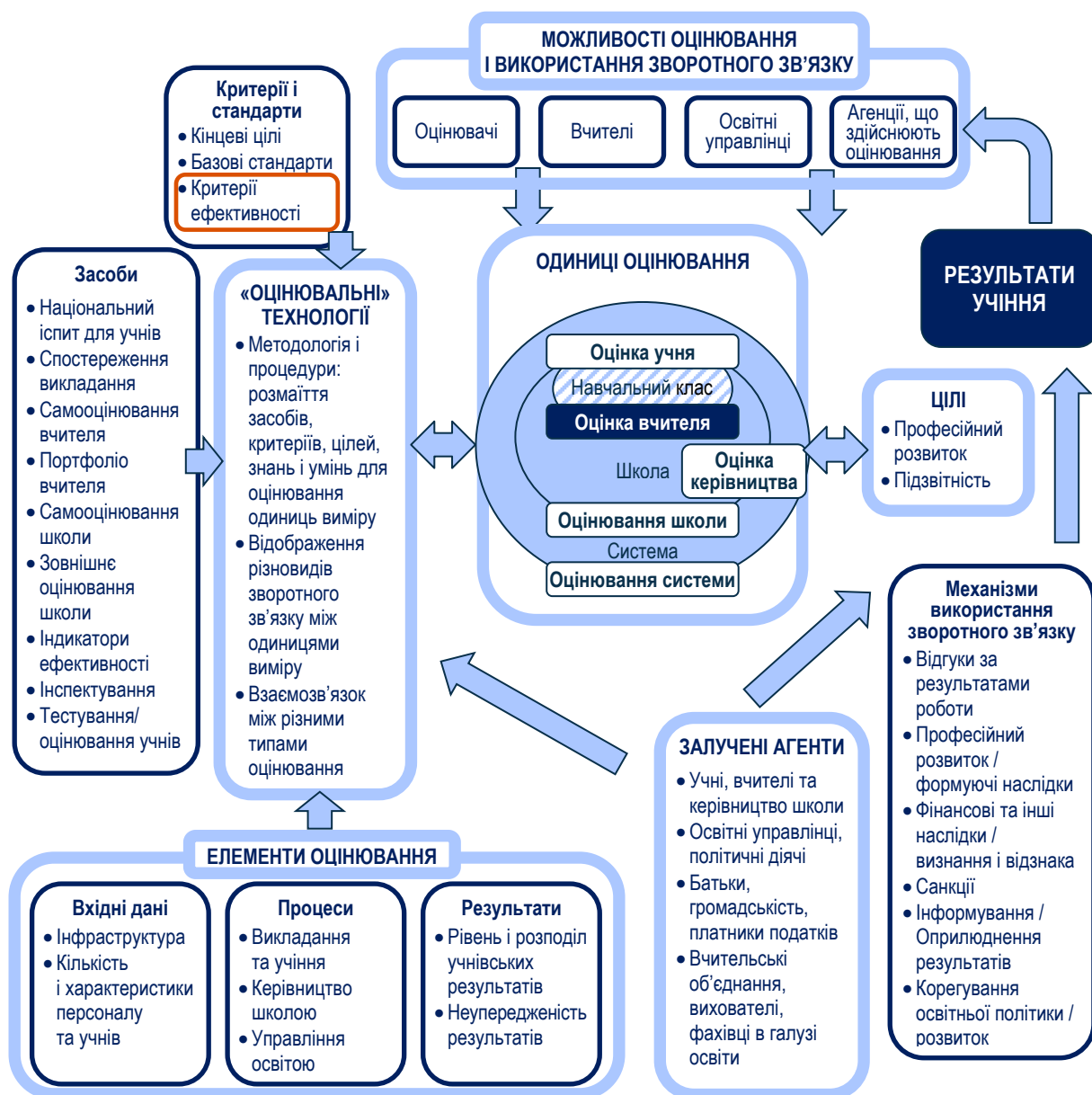


Рис. 1. Рекомендована країнам – членам ОЕСР структура системи оцінки шкільної освіти (P. Santiago, 2013)

У результаті її вивчення ми дійшли висновку, що концептуальна рамка викладання Ш. Даніелсон належить до оцінювальних технологій, за допомогою яких піддаються оцінці суб'єкти освітньої діяльності. Зазначені ж оцінювальні технології є невід'ємним складником системи оцінки шкільної освіти.

Розглянемо підсистему рамки. Критеріальний комплекс, репрезентований в актуальній версії (2013) під назвою «Framework for Teaching. Evaluation Instrument», включає:

- набір критеріїв, що характеризують 22 професійні вчительські якості, які, за умови їх розвитку та вдосконалення, потенційно позитивно впливають на учнівські досягнення (що доведено дослідженнями);
- показники критеріїв, що конкретизують їх найважливіші грані;
- індикатори критеріїв, тобто стислі описи спостережуваних проявів критеріїв, необхідні для конструювання шкал критеріїв;
- вербальні порядкові шкали критеріїв, кожна з яких є таблицею, що містить впорядковані за чотирма рівнями продуктивності (незадовільний, базовий, вправний; видатний): описи перевірених дослідженнями оцінювальних суджень щодо градацій інтенсивності індикаторів критерію;
- спеціальні інструменти, покликані допомогти експерту зробити якнайточніші оцінки для кожного критерію: описи критичних атрибутів (приклади недопустимої поведінки вчителя) та описи прикладів належної поведінки вчителя.

Набір критеріїв приблизно рівномірно розподілений за чотирма сферами (доменами) професійної практики вчителя (рис. 2).



Рис. 2. Упорядкований за доменами набір критеріїв для оцінювання ефективності вчительської праці (© Ch. Danielson)

Представлені на рис. 2 формулювання критеріїв вочевидь мають універсальний характер для будь-яких вчительських спеціалізацій. Аби застосувати критеріальний комплекс до оцінювання роботи вчителя конкретної спеціалізації, необхідно наповнити відповідним змістом показники, індикатори та оцінювальні шкали певної групи критеріїв, а саме: «Демонструє знання предметної галузі та педагогіки», «Установлює навчальні результати», «Проєктує узгоджені у часі програми» тощо.

За твердженням Ш. Даніелсон, центральним компонентом у розглядуваному наборі критеріїв є здатність вчителя залучати школярів до діяльності учіння (learning). У коментарі до цього критерію наголошується: ефективний вчитель має заохотити учнів до осмисленого оволодіння навчальним матеріалом шляхом обговорень, дискусій, а також запитаннями на кшталт «А якщо?..». Дієвим прийом залучення школярів до участі в інтелектуальному житті класу також є надання їм можливості самостійно обирати завдання з набору, запропонованого вчителем.

Сфери професійної практики вчителя, критерії і їх показники утворюють трирівневу ієрархічну структуру, яка є узагальненою моделлю процесуальної сторони вчительської праці. Перший рівень, позначений як домени, – це назви сфер вчительської практики. Другий рівень, позначений як компоненти, – це професійні якості вчителя, асоційовані з критеріями. Третій рівень, позначений як елементи, – це показники критеріїв. Рис. 3 містить схему цієї структури.

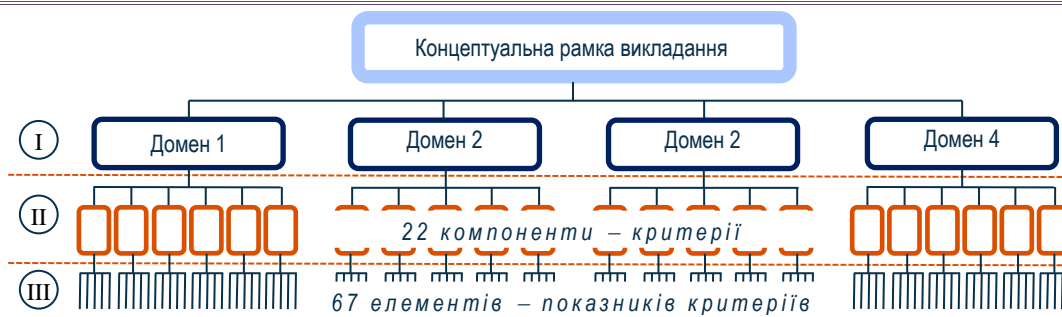


Рис. 3. Схема структури концептуальної рамки викладання Ш. Даниелсон

Впадає в око, що складники ієрархічних рівнів рамки позначено стилістично нейтральними словами: домени, компоненти, елементи. Вважаємо це досить вдалим авторським прийомом. Адже відсутність у вживаних словах побічних смислів сприяє концентрації уваги читачів на змісті її складників та запобігає привнесенню до його розуміння суб'єктивних деталей.

Розгляд концептуальної рамки викладання з позицій системного підходу доцільно завершити розглядом її функцій. За твердженням Ш. Даниелсон, її оцінювальний інструмент забезпечує дві функції – оцінювання для професійного розвитку та оцінювання для контролю (Ch. Danielson, 2013).

Щоби збагнути новаторство Ш. Даниелсон, необхідно знати, що передувало виходу в світ першої версії її рамки. Дж. Мосс зазначає, що 1980—1990-ті роки у США називають ерою контрольованості (era of accountability) вчителів. Це пов'язано з тим, що після оприлюднення звіту «Нація під загрозою: Імператив реформи освіти» (1983) у країні проводилася політика посилення відповідальності вчителів за учнівську успішність, а питання їхнього оцінювання і підзвітності набули національної ваги. Саме у цей період було прийнято рішення долучати до розв'язання проблем у сфері оцінювання вчительської праці приватні компанії (J. Moss, 2015). З часом стало очевидно, що надмірний тиск на вчителів спонукає їх залишати професію. Тому виникла потреба у нових моделях оцінювання вчительської праці, які би не тільки відповідали вимогам забезпечення ефективної педагогічної діяльності, а й враховували необхідність професійного розвитку вчителів. Першим прикладом такої моделі у США став інтелектуальний продукт приватної компанії «Danielson Group», оприлюднений у 1996 р. під назвою «Enhancing Professional Practice: A Framework for Teaching» ≡ «Покращення професійної практики: концептуальна рамка викладання». Видання наступних його версій (2007, 2011, 2013) містили цінні доповнення, перевірені під час досліджень.

ОБГОВОРЕННЯ

Для досягнення мети нашого дослідження варто з'ясувати сутність керівних ідей, покладених в основу аналізованого нами критеріального комплексу оцінювання вчительської праці. За твердженням Ш. Даниелсон, концептуальна рамка викладання базується на принципах конструктивізму (Ch. Danielson, 2013).

Педагогічний конструктивізм – це підхід до учіння, який твердить: люди активно конструюють чи створюють свої власні знання, а реальність визначається досвідом учня. Педагогічний конструктивізм істотно переглядає роль вчителя у пізнавальному процесі. Ця роль і далі є головною, але вона стає «невидимою». Організуючи процес навчання, вчитель керує не думками і діяльністю учнів, а створює сприятливе середовище для активізації цієї мислєдіяльності (В. Богданова, 2012). Внаслідок розвитку ідей педагогічного конструктивізму на противагу традиційній «парадигмі викладання», тобто підходу, зорієнтованого на викладача, сформувалася «парадигма учіння», тобто підхід, зорієнтований на студента/учня. З позицій «парадигми учіння» ефективність викладання оцінюється на основі його впливу на діяльність учіння (R. Barr & J. Tagg, 1995).

З урахуванням викладеного вище вважаємо, що до показових прикладів втілення ідей конструктивізму в змісті концептуальної рамки викладання можна віднести:

- асоціювання оцінювальних критеріїв з тими вчительськими професійними якостями, які потенційно позитивно впливають на учнівські досягнення;
- визнання Ш. Даниелсон та її співавторами переважного значення здатності вчителя залучати школярів до діяльності учіння.

Осмилення цієї вчительської здатності змусило нас звернутися до поняття «Student Engagement» ≡ «Залучення студентів/учнів до діяльності учіння». Цей феномен у науковій літературі тлумачать як сукупність фізичної і психологічної енергії людини, що витрачається нею для набуття академічного досвіду і виражається у її поведінці. (Н. Малошонов, 2014).

На нашу думку, приватна компанія «Danielson Group» займає на ринку освітніх послуг США досить міцні позиції. Адже, за даними Дж. Мосса, шкільні округи майже 30 штатів обрали критеріальний комплекс Даниелсон за основу для розбудови власної системи оцінювання вчительської праці (J. Moss, 2015). Цей факт передбачає оплату за підготовку експертів-оцінювачів з числа адміністративних працівників на чолі з директором для кожної школи округу. Іншою значною групою споживачів рамки є вчителі-початківці, які мають ґрунтовно підготуватися до складних випробувань, пов'язаних з отриманням професійної ліцензії. З викладеного випливає, що предметом продажу «Danielson Group» є не сама концептуальна рамка викладання, а технології її застосування у вигляді навчальних курсів. Універсальний характер набору оцінювальних критеріїв уможливило створення уніфікованих і стандартизованих навчальних програм для цих курсів, що, у свою чергу, сприяє ефективному використанню персоналу компанії «Danielson Group», задіяному у проведенні курсів.

За нашими спостереженнями, розглянутий набір оцінювальних критеріїв підходить під вимоги, що розроблені у теорії прийняття рішень до багатокритеріальних задач. Обґрунтуємо його повноту, дієвість і вимірюваність.

Набір критеріїв вважається повним, якщо використання будь-яких додаткових критеріїв не змінює результатів розв'язання задачі, а відкидання хоча б одного з вибраних критеріїв призводить до зміни результатів (М. Гафт, 1979).

Перевіримо повноту аналізованого набору критеріїв, відповівши на питання: які вчительські професійні якості, асоційовані з критеріями ефективного вчителя за версією Ш. Даніелсон, входять до моделі процесуальної сторони вчительської праці за версією А. Маркової? Це питання вважаємо доречним, оскільки обидві дослідниці переймалися процесуальною стороною вчительської праці та критеріями оцінювання її ефективності.

Складники моделі процесу вчительської праці за А. Марковою – педагогічна діяльність, педагогічне спілкування та професійна самореалізація особистості вчителя.

У психологічно цілісній педагогічній діяльності дослідниця виокремлює три компоненти:

- 1) постановка вчителем педагогічних цілей та завдань;
- 2) вибір та застосування засобів впливу на тих, хто навчається;
- 3) контроль та оцінювання вчителем своїх власних педагогічних впливів (педагогічний самоаналіз).

Керуючись цим положенням А. Маркової, до складника «педагогічна діяльність» її моделі ми віднесли такий набір з десяти професійних якостей ефективного вчителя за версією Ш. Даніелсон:

- 1d. Установлює навчальні результати.
- 1e. Проектує узгоджені у часі програми.
- 1f. Проектує засоби оцінювання.
- 1a. Демонструє знання предметної галузі і педагогіки.
- 1b. Демонструє знання особливостей учнів.
- 1c. Демонструє знання інформаційних ресурсів.
- 3c. Залучає учнів до діяльності учіння.
- 3b. Використовує методи опитування та обговорення.
- 2e. Облаштовує фізичне середовище класу.
- 4a. Аналізує власні професійні дії.

Стосовно педагогічного спілкування А. Маркова звертає особливу увагу на його правильну організацію, адже атмосферу спрямованості на розвиток особистості учня створює саме вчитель. У взаємодії «учитель – учень» дослідниця виділяє три групи словесних впливів учителя на учня: організуючий вплив (інструктування, розпорядження, повчання, спонукання тощо); оцінювальні дії (з позитивним знаком – похвала, з негативним знаком – критичні зауваження, оцінки); дисциплінуючий вплив (зауваження-запитання, зауваження-твердження, підвищення голосу тощо). До того ж, вона зазначає, що педагогічним називають не тільки спілкування вчителя з учнями, а й з іншими учасниками навчально-виховного процесу (вчитель – вчитель, вчитель – директор школи, вчитель – батьки тощо). Відтак, до складника «педагогічне спілкування» доречно віднести такі дев'ять професійних якостей за Ш. Даніелсон:

- 2a. Створює атмосферу поваги і взаєморозуміння.
- 2b. Розвиває культуру учіння.
- 3a. Спілкується з учнями.
- 2c. Керує процедурами навчання.
- 2d. Керує поведінкою учнів.
- 3d. Оцінює навчальні здобутки учнів.
- 4c. Взаємодіє з родинами.
- 3e. Демонструє гнучкість і відповідальність.
- 4d. Бере участь у професійних об'єднаннях.

Пріоритетною інтегральною характеристикою вчителя як особистості А. Маркова визначає його професійну педагогічну самосвідомість, тобто комплекс уявлень учителя про себе як професіонала (А. Маркова, 1992). Тому складник «професійна самореалізація особистості вчителя» вміщує, на нашу думку, такі три професійні якості ефективного вчителя за Ш. Даніелсон:

- 4e. Розвивається і професійно зростає.
- 4f. Демонструє професіоналізм.
- 4b. Точно документує процеси і результати власної праці

Очевидно, що, попри різні методологічні позиції Ш. Даніелсон і А. Маркової, їхні погляди на сутність ефективної вчительської праці у цілому збігаються. На нашу думку, цей факт, нехай і опосередковано, свідчить про повноту набору критеріїв ефективності вчительської праці за версією Ш. Даніелсон.

Наступна вимога «дієвість набору критеріїв» означає, що кожен критерій повинен мати зрозуміле для особи, яка приймає рішення, формулювання, ясний і однозначний зміст (М. Гафт, 1979). Наявність цих властивостей у формулюваннях розглядуваних критеріїв не викликає сумніву.

Згідно з вимогою «вимірюваність», кожен критерій має допускати можливість оцінки інтенсивності властивості, яку він характеризує (ступеня досягнення відповідної мети) (М. Гафт, 1979). Властивість «вимірюваність» притаманна розглядуваним критеріям, оскільки кожен з них має оцінювальну шкалу.

За твердженням Ш. Даніелсон, концептуальна рамка викладання покликана забезпечувати дві функції оцінювання вчительської праці – оцінювання для професійного розвитку та оцінювання для контролю. Такий підхід сприяє узгодженню суперечності між органами управління і вчительською спільнотою. Оцінювання вчителів вводиться органами управління в контексті звіту про досягнення і контролю якості, тобто учитель повинен показати і довести ефективність своєї роботи. Вчителі ж противляться такому підходу. Вони хочуть зберегти автономію і хочуть такого оцінювання своєї праці, яке слугуватиме їхньому професійному зростанню, вдосконаленню педагогічної роботи та розвитку школи (В. Загвоздкин, 2018).

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

За результатами нашої розвідки ми виявили чотири відмітні особливості концептуальної рамки викладання Ш. Даніелсон, які відрізняють її від набору критеріїв оцінювання професійної компетентності вчителів, розроблених Державною службою якості освіти України:

1. Рамка ґрунтується на ідеях педагогічного конструктивізму. Запропоновані у ній оцінювальні критерії характеризують перевірені дослідженнями вчительські якості, котрі достовірно корелюють із досягненнями учнів. Першорядною з них визнано здатність вчителя залучати школярів до учіння.

2. Репрезентовані у рамці критерії оцінювання процесуальної сторони педагогічної праці є універсальними для будь-яких викладацьких/вчительських спеціалізацій.

3. Набір цих критеріїв певною мірою задовольняє вимоги, передбачені теорією прийняття рішень для багатокритеріальних задач. Йому властиві повнота, дієвість і вимірюваність.

4. Рамка покликана забезпечувати дві функції оцінювання праці вчителів – оцінювання для професійного розвитку та оцінювання для контролю.

Безумовно, представлений огляд концептуальної рамки викладання Ш. Даніелсон не є вичерпним. Ми зосередили нашу увагу лише на її ключових аспектах. Складові кожного критерію варті окремого осмислення та усвідомлення.

Перспективу подальших досліджень вбачаємо у вивченні оцінювального інструменту «The Added Value Model» («Модель із доданою вартістю»), призначеного для оцінювання результативної сторони вчительської праці.

Список використаних джерел

1. Богданова В. Конструктивистские идеи в педагогике: от адаптации к свободе. *Педагогический журнал*. 2012. № 2–3. С. 23–38 URL: <http://www.publishing-vak.ru/file/archive-pedagogy-2012-2/2-bogdanova.pdf> (Дата звернення: 28.08.21).
2. Гафт М. *Принятие решений при многих критериях*. М.: Знание, 1979. 64 с.
3. Загвоздкин В. Проблема оценки качества работы учителя. *Народное образование*. 2018. № 10. С. 89–98. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-otsenki-kachestva-raboty-uchitelya> (Дата звернення: 28.08.21).
4. Зварич І. *Оцінювання професійної діяльності викладачів у вищих навчальних закладах США (друга половина XX – початок XXI століття)*. Київ: Фенікс, 2014. 344 с.
5. Макаров И., Виноградская Т., Рубчинский А., Соколов В. *Теория выбора и принятия решений*. М.: Наука, 1982. 328 с.
6. Малошенок Н. «Студенческая вовлеченность» как социальное явление: теория и методология исследования: автореф. дис. ... к-та социол. наук: 22.00.01 / ВШЭ. Москва, 2014. 36 с. URL: <https://www.hse.ru/sci/diss/124050733> (Дата звернення: 28.08.21).
7. Маркова А. *Психология труда учителя*. М.: Просвещение, 1993. 192 с.
8. Мучински Дж. *Психология, профессия, карьера*. СПб.: Питер, 2004. 539 с.
9. Строкова Т. О выборе критериев оценки в педагогических исследованиях. *Педагогика*, 2015. № 3. С. 9–15.
10. Barr R., Tagg J. From Teaching to Learning: A New Paradigm for Undergraduate Education. *Change*, 1995. № 6. P. 13–26. DOI: <https://doi.org/10.1080/00091383.1995.10544672>.
11. Cantrell, St. The Measures of Effective Teaching Project: An Experiment to Build Evidence and Trust. *Education Finance and Policy*, 2012. № 7(2). P. 1–16. DOI: https://doi.org/10.1162/EDFP_a_00062.
12. Danielson Ch. Framework for Teaching. Evaluation Instrument. 2013. URL: <https://danielsongroup.org/products/product/framework-teaching-evaluation-instrument> (Last accessed 28.08.21).
13. Moss, J. The Danielson Model of Teacher Evaluation: Exploring Teacher Perceptions Concerning Its Value in Shaping and Improving Instructional Practice: doctoral dissertation of Political Science / Seton Hall University. New Jersey, 2015. 243 p. URL: <https://scholarship.shu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3133&context=dissertations> (Last accessed 28.08.21).
14. Santiago, P. The evaluation and assessment framework. *OECD Reviews of Evaluation and Assessment in Education "Synergies for Better Learning. An International Perspective on Evaluation and Assessment"*. OECD, 2013. Chapter 3. P. 57–138. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264190658-en>.

References

1. Bohdanova, V. (2012). Konstruktivistские идеи в педагогике: от адаптации к свободе. *Pedagogicheskij zhurnal*, 2-3, 23-38. URL: <http://www.publishing-vak.ru/file/archive-pedagogy-2012-2/2-bogdanova.pdf> [in Russian].
2. Haft, M. (1979). *Prinjatje reshenij pri mnogih kriterijah* [Decision-making under many criteria]. Znanie [in Russian].
3. Zahvozdkyn, V. (2018). Problema ocenki kachestva raboty uchitelja. *Narodnoe obrazovanie*, 10, 89–98. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-otsenki-kachestva-raboty-uchitelya> [in Russian].
4. Zvarich, I. (2014). *Otsiniuvannja profesiinoj diialnosti vykladachiv u vyshchych navchalnykh zakladakh SSHa (druha polovyna KhKh – pochatok KhKhI stolittja)*. Feniks [in Ukrainian].
5. Makarov, Y., Vinogradskaja, T., Rubchinskij A., & Sokolov V. (1982). *Teorija vybora i prinjatija reshenij* [Theory of choice and decision-making]. Nauka [in Russian].
6. Maloshonok, N. (2014). *Studencheskaja vovlechnost'» kak social'noe javlenie: teorija i metodologija issledovanija* ["Student Engagement" as a social phenomenon: theory and methodology of research]. [Doctoral dissertation, HSE University] HSE University. Retrieved from: <https://www.hse.ru/sci/diss/124050733> [in Russian].
7. Markova, A. (1993). *Psihologija truda uchitelja* [Psychology of teacher work]. Prosveshhenie [in Russian].
8. Muchinsky, P. (2004). *Psihologija, professija, kar'era* [Psychology, profession, career]. Piter [in Russian].
9. Strokova, T. (2015). O vybere kriteriev ocenki v pedagogicheskikh issledovanijah [On the choice of evaluation criteria in pedagogical research]. *Pedagogika*, 3, 9–15. [in Russian].
10. Barr R., & Tagg J. (1995). From Teaching to Learning: A New Paradigm for Undergraduate Education. *Change*, 6, 13–26. DOI: <https://doi.org/10.1080/00091383.1995.10544672> [in English].

11. Cantrell, St. (2012). The Measures of Effective Teaching Project: An Experiment to Build Evidence and Trust. *Education Finance and Policy*, 7(2), 1–16. DOI: https://doi.org/10.1162/EDFP_a_00062 [in English].
12. Danielson Ch. (2013). *Framework for Teaching. Evaluation Instrument*. Retrieved from: <https://danielsongroup.org/products/product/framework-teaching-evaluation-instrument> [in English].
13. Moss, J. (2015). *The Danielson Model of Teacher Evaluation: Exploring Teacher Perceptions Concerning Its Value in Shaping and Improving Instructional Practice*. [Doctoral dissertation, Seton Hall University]. Seton Hall University Dissertations and Theses. <https://scholarship.shu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3133&context=dissertations> [in English].
14. Nusche D., Radinger Th., Santiago P., & Shewbridge Cl. (2013). The evaluation and assessment framework. In P. Santiago (Ed), *OECD Reviews of Evaluation and Assessment in Education "Synergies for Better Learning. An International Perspective on Evaluation and Assessment"* (pp. 57-138). OECD. DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264190658-en> [in English].

SPECIFICITY OF THE EVALUATING INSTRUMENT OF DANIELSON FRAMEWORK FOR TEACHING

(The U.S. Experience)

Taiana Dieorditsa

Charitable foundation "e-Terra", Ukraine

Maryna Voronina

Kyiv National University of Culture and Arts, Ukraine

Nataliia Litvinova

Oleksandr Dovzhenko Hlukhiv National Pedagogical University, Ukraine

Abstract.

Formulation of problem. According to our observations, the sets of criteria for evaluating teaching, developed in 2019-2020 by specialists of the State service of education quality, do not have the property of measurability. But the measurable criteria make it possible to identify levels of professionalism. Scales of criteria serve to do this. If there are no evaluation scales, the procedure for expert evaluation is replaced by the procedure for monitoring compliance with the requirements. And this discredits the idea of evaluation for professional development. Thus, reviews of the best foreign technologies for evaluating effective teaching are relevant. Our study was guided by the following research question: what are the distinctive features inherent in the criteria used in the U.S. to evaluate the teaching work?

Materials and Methods. We made a review of popular in the U.S. the evaluating instrument "Framework for Teaching" by Ch. Danielson to find out its distinctive features. We did it from the standpoint of a systems approach.

Results. Danielson's Framework for Teaching represents the criterion complex necessary for expert evaluation of the teaching work's effectiveness. A set of 22 criteria is the core of it. Criteria characterize professional teacher qualities that affect student performance. Each criterion has characteristics, indicators, and scale. Characteristics specify the most important facets of the criterion. Indicators are used to construct a scale of a criterion. The scale includes descriptions of evaluative judgments.

Conclusions. Based on the results of our study, we established four distinctive features of the criteria under consideration. First, their theoretical basis is the ideas of pedagogical constructivism. Secondly, the criteria are universal for all teaching specializations. Third, the set of criteria is complete, actionable and measurable. Fourth, the criterion complex provides two evaluation functions: development and accountability.

Key words: teaching work, evaluating instrument, set of criteria, criterion complex, expert evaluation, pedagogical constructivism, student engagement.



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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



Друшляк М.Г. Формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики: рефлексивно-оцінювальний критерій. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 4(30). С. 54-60.

Drushlyak M. Formation of visual and information culture of pre-service mathematics and computer science teachers: reflexive and evaluative criterion. Physical and Mathematical Education. 2021. Issue 4(30). P. 54-60.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-030-4-008

УДК 378.14: 371.214.46

М.Г. Друшляк

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

marydru@fizmatsspu.sumy.ua

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

ФОРМУВАННЯ ВІЗУАЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ: РЕФЛЕКСИВНО-ОЦІНЮВАЛЬНИЙ КРИТЕРІЙ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Сучасний вчитель математики та інформатики повинен мати високий рівень сформованості візуально-інформаційної культури, структурі якої з необхідністю виділяємо рефлексивний компонент, що характеризується здатністю до аналізу, прогнозування і рефлексії власної професійної діяльності з візуалізації навчального матеріалу з використанням засобів комп'ютерної візуалізації, яка забезпечує професійний саморозвиток і самовдосконалення.

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

Результати. Для визначення рівня сформованості візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики виокремлено серед іншого рефлексивно-оцінювальний критерій, який характеризується здатністю до самоаналізу, оцінювання та рефлексивної інтерпретації результатів власної професійної діяльності щодо впровадження засобів комп'ютерної візуалізації в освітній процес. Статистичні розрахунки за показниками рефлексивно-оцінювального критерію (критичне ставлення до обраного засобу комп'ютерної візуалізації, до обраної технології візуалізації навчального контенту, усвідомлення типових помилок при впровадженні інформаційних технологій у освітній процес (P1 «Здатність до самоаналізу»); потреба у самовдосконаленні, у оновленні і поповненні власних знань, умінь та навичок у галузі інформатико-математичних дисциплін та цифрових технологій (P2 «Здатність до самовдосконалення»)) підтвердили статистичну відмінність обраних сукупностей: по кожній парі сукупностей $EG1 - KГ$ і $EG2 - KГ$ по кожному показнику отримано $|t_{\text{стат}}| > t_{\text{крит}}$ та статистичну однорідність по групах $EG1 - EG2$, оскільки по кожному показнику отримано $|t_{\text{стат}}| < t_{\text{крит}}$.

Висновки. За результатами впровадження системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики студенти проявляли критичне ставлення до обраного засобу комп'ютерної візуалізації в ході написання конспектів уроків чи розв'язування професійних завдань, бажання обговорювати шляхи використання засобів комп'ютерної візуалізації при вивченні певних тем шкільного курсу математики, інформатики з подальшим аналізом та корекцією власної професійної діяльності, усвідомлення типових помилок при застосуванні інформаційних технологій в освітньому процесі, зацікавленість у поповненні власних знань у галузі когнітивної візуалізації за рахунок вивчення досвіду інших, опрацювання науково-методичної літератури.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: візуально-інформаційна культура, майбутні вчителі математики та інформатики, рефлексія, рефлексивний компонент візуально-інформаційна культура, рефлексивно-оцінювальний критерій.

ВСТУП

Постановка проблеми. Сучасний вчитель математики та інформатики повинен мати високий рівень сформованості візуально-інформаційної культури, тобто повинен мати ціннісні установки, прагнення до розвитку в галузі візуалізації та інформатизації освіти; володіти інформатико-математичні, психолого-педагогічні та технологічні знаннями; умінями сприймати, аналізувати, порівнювати, зіставляти, інтерпретувати, продукувати з використанням інформаційних

технологій, структурувати, інтегрувати, оцінювати поданий наочно навчальний матеріал. Але окрім зазначених складових у структурі візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики виділяємо також рефлексивний компонент, що характеризується здатністю до аналізу, прогнозування і рефлексії власної професійної діяльності з візуалізації навчального матеріалу з використанням засобів комп'ютерної візуалізації, яка забезпечує професійний саморозвиток і самовдосконалення.

Рефлексію розуміємо як спосіб аналітичної діяльності, спрямований на критичне осмислення власного «Я», своєї діяльності, що дозволяє прогнозувати та корегувати власну подальшу професійну діяльність, і в такому контексті вона відіграє визначальну роль у професійній діяльності. Важливість ролі рефлексивних механізмів у професійній діяльності вбачаємо у забезпеченні умови подальшого професійного саморозвитку та самовдосконалення у педагогічному, методичному та технологічному аспектах.

Усвідомлений саморозвиток майбутнього вчителя математики та інформатики означає самозбагачення, яке усвідомлюється, схвалюється та є бажаним. Процес саморозвитку забезпечує послідовну зміну особистісних станів, де кожний наступний є удосконаленням попереднього. У цьому контексті рефлексію мислимо як потребу у оновленні і поповненні власних знань, умінь та навичок у галузі математичних та інформатичних дисциплін, цифрових технологій.

Рефлексивні дії дозволяють індивідуалізувати власну професійну діяльність, здійснювати самоаналіз, оцінювання та рефлексивну інтерпретацію власної професійної діяльності щодо впровадження засобів комп'ютерної візуалізації в освітній процес, що сприяє вибору педагогічно доцільних стратегій коригування подальшої діяльності з метою усунення власних недоліків. Невід'ємною складовою сформованості візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики є критичне ставлення до обраного засобу когнітивної візуалізації, до обраної технології візуалізації навчального контенту. За допомогою педагогічної рефлексії відбувається зіставлення обраних шляхів професійної діяльності оптимальним методичним і педагогічним зразкам.

Для визначення рівня сформованості візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики виокремлено мотиваційний (Друшляк, 2020b), пізнавальний (Друшляк, 2021), процесуальний (Друшляк, 2020c) та рефлексивно-оцінювальний критерії (Друшляк, 2020a).

Мета статті. Визначити рівень сформованості візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики за рефлексивно-оцінювальним критерієм.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

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

РЕЗУЛЬТАТИ

Рефлексивно-оцінювальний критерій характеризується здатністю до самоаналізу, оцінювання та рефлексивної інтерпретації результатів власної професійної діяльності щодо впровадження засобів комп'ютерної візуалізації в освітній процес. Показниками рефлексивно-оцінювального критерію є: критичне ставлення до обраного засобу комп'ютерної візуалізації, до обраної технології візуалізації навчального контенту, усвідомлення типових помилок при впровадженні інформаційних технологій у освітній процес (шифр P1 – «Здатність до самоаналізу»); потреба у самовдосконаленні, у оновленні і поповненні власних знань, умінь та навичок у галузі інформатико-математичних дисциплін та цифрових технологій (шифр P2 – «Здатність до самовдосконалення»).

У експерименті брали участь 431 студенти спеціальностей 014.04 «Середня освіта (Математика)» та 014.09 «Середня освіта (Інформатика)», з яких 151 особа увійшла до першої експериментальної групи (ЕГ1) (студенти спеціальності 014.04 «Середня освіта (Математика)»), 122 особа увійшла у другу експериментальну групу (ЕГ2) (студенти спеціальності 014.09 «Середня освіта (Інформатика)»), а 158 осіб – у контрольну групу (КГ). Студенти експериментальних груп навчалися за авторською системою формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики (Друшляк, 2019). Це були студенти, які вступали до ЗВО у 2015-2017 р.р. Контингент студентів, які вступали у ці роки на спеціальності 014.04 «Середня освіта (Математика)» та 014.09 «Середня освіта (Інформатика)» по Україні наведено у Таблиці 1 (Єдина державна електронна база з питань освіти).

У даному випадку репрезентативність вибірки забезпечується 10% від загальної кількості вступників на спеціальності 014.04 «Середня освіта (Математика)» та 014.09 «Середня освіта (Інформатика)» (див. Таблицю 1) і має бути не менше 405 осіб. Отже, обрана нами кількість учасників експерименту є достатньою.

Узагальнені результати контрольних зрізів та динаміка по кожному показнику (у відсотках) наведено у Таблиці 2 з метою констатації змін, які відбулися у експериментальних групах внаслідок впровадження

педагогічної системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти.

Таблиця 1

**Контингент студентів спеціальностей
«Середня освіта (Математика)» та «Середня освіта (Інформатика)»**

Спеціальність	2015	2016	2017	2018	Разом
014.04 Середня освіта (Математика)	940	492	599	406	2437
014.09 Середня освіта (Інформатика)	854	384	268	216	1622

Таблиця 2

**Результати діагностичних зрізів у експериментальних
та контрольній групах на початку та наприкінці експерименту (у %)**

Показник	ЕГ1			ЕГ2			КГ		
	високий	середній	низький	високий	середній	низький	високий	середній	низький
P1 (до)	6,62	43,05	50,33	6,56	37,70	55,74	5,70	40,51	53,80
P1 (після)	22,52	56,29	21,19	21,31	51,64	27,05	8,86	49,37	41,77
P1 (різниця)	+15,89	+13,25	-29,14	+14,75	+13,93	-28,69	+3,16	+8,86	-12,03
P2 (до)	16,56	43,71	39,74	16,39	40,98	42,62	15,82	43,67	40,51
P2 (після)	27,15	56,95	15,89	27,05	55,74	17,21	20,82	51,27	27,85
P2 (різниця)	+10,60	+13,25	-23,84	+10,66	+14,75	-25,41	+5,06	+7,59	-12,66

Для порівняння середніх контрольної та експериментальних груп нами використовувався t-критерій Стюдента. Отримане значення t-критерію порівнювалося із $t_{\text{крит}} = 1,96$ для рівня значущості 0,05. Будувалася нульова гіпотеза: середні в групах ЕГ та КГ однакові. Для її прийняття має виконуватися вимога $|t_{\text{стат}}| < t_{\text{крит}}$. Розрахунки здійснювалися із використанням табличного процесора MS Excel, надбудова «Пакет аналізу», вкладка *Данные/ Анализ данных/ Двухвыборочный t-тест для средних с различными дисперсиями*. Статистичні розрахунки за всіма критеріями, крім P1, підтвердили рівність середніх обраних сукупностей – по кожній парі сукупностей по кожному показнику отримано $|t_{\text{стат}}| < t_{\text{крит}}$. Зауважимо, що за показником P1 «Здатність до самоаналізу» шкала вимірювання була від 60 до 0, тобто «найнижчий» бал був 60, «найвищий» – 0. Ми не інвертували дану шкалу, тому при розрахунках можливим був варіант, коли $t_{\text{стат}} < 0$, отже критерієм прийняття альтернативної гіпотези була нерівність $|t_{\text{стат}}| > t_{\text{крит}}$.

За результатами формувального експерименту знову було сформульовано нульову гіпотезу: експериментальні групи ЕГ1, ЕГ2 і контрольна група КГ мають статистично однакові середні та альтернативну гіпотезу: експериментальні групи ЕГ1, ЕГ2 і контрольна група КГ мають статистично різні середні. Для того, щоб прийняти альтернативну гіпотезу і стверджувати, що наприкінці експерименту у ЕГ1 та ЕГ2 було позитивне зрушення щодо середніх, мала б виконуватися умова $t_{\text{стат}} > t_{\text{крит}}$. Статистичні розрахунки за всіма показниками рефлексивно-оцінювального критерію підтвердили статистичну відмінність обраних сукупностей: по кожній парі сукупностей ЕГ1 – КГ і ЕГ2 – КГ по кожному показнику (зауваження щодо показника P1 зберігається) отримано $|t_{\text{стат}}| > t_{\text{крит}}$ та статистичну однорідність по групах ЕГ1 – ЕГ2, оскільки по кожному показнику (зауваження щодо показника P1 зберігається) отримано $|t_{\text{стат}}| < t_{\text{крит}}$.

ОБГОВОРЕННЯ

Рівень сформованості показника P1 визначався за результатами залікових лабораторних робіт, в ході яких студенти демонстрували розроблені уроки чи фрагменти уроків із використанням засобів комп'ютерної візуалізації. Самоаналіз уроку здійснювався за тією ж схемою, за якою викладач оцінював проведений урок (схема містить 60 критеріїв і наведена у Таблиці 3).

Бали визначалися за формулою:

$$\alpha = \text{«Оцінка студента»} - \text{«Оцінка викладача»},$$

де величина α належить відрізьку $[-60; 60]$. Причому, якщо $\alpha \in (0; 60]$, то досліджуваний оцінив себе вище, ніж його оцінив викладач, якщо $\alpha \in [-60; 0]$, то навпаки, досліджуваний оцінив себе нижче, ніж це зробив викладач. Але у даному дослідженні нас цікавить саме «адекватність» самооцінювання, тобто відхилення від певного «еталону» – оцінки викладача. Тому ми беремо до уваги відкоригований бал $|\alpha|$, який належить відрізьку $[0; 60]$.

Таблиця 3

Схема аналізу уроку із використанням ЗКВ

№	Критерій оцінювання		Оцінка	
			вкл.	студ.
1	Відповідність навчальній програмі.			
2	Раціонально обрано тип уроку відповідно до мети.			
3	Раціонально обрано метод навчання відповідно до мети.			
4	Раціонально та ефективно обрано організаційні форми роботи відповідно до мети.			
5	Органічне поєднання обраних форм, прийомів та методів навчання.			
6	Витримана структура уроку.			
7	Наявна актуалізація опорних знань.			
8	При актуалізації опорних знань використано ЗКВ.			
9	Наявні елементи повторення.			
10	При організації повторення використано	засоби комп'ютерної візуалізації		
11		програми комп'ютерного тестування		
12		презентації		
13		відео		
14		когнітивно-візуальні моделі		
15		QR-коди		
16		хмаро орієнтовані сервіси		
17	Завдання для повторення диференційовані.			
18	Всі учні задіяні перевіркою знань.			
19	Миттєві результати перевірки знань.			
20	Вивчення нового матеріалу			
21	Раціональний добір матеріалу для формування умінь та навичок.			
22	При вивченні нового матеріалу	наводяться історичні відомості (із залученням ІКТ)		
23		вчителем використовуються когнітивно-візуальні моделі		
24		організовано комп'ютерний експеримент		
25		наводяться контрприкладі		
26	Наявність самостійної роботи під час закріплення.			
27	Для виконання самостійної роботи передбачено інструкції.			
28	Наявність домашнього завдання.			
29	Домашнє завдання	індивідуальне		
30		групове		
31		розраховано на різні групи учнів		
32		із залученням засобів когнітивної візуалізації		
33	При повідомленні завдань конкретизовано	із залученням хмаро орієнтованих сервісів		
34		джерела інформації		
35		програму чи ресурс		
36		інструктаж		
37	Наявність зворотнього зв'язку, оцінювання відповідей.			
38	Учні працюють за комп'ютерами самостійно/ у групах.			
39	Учні працюють за комп'ютерами одночасно/ по черзі.			
40	Витримано вимоги щодо часу перебування учнів за комп'ютером відповідно до їх віку.			
41	Відведено окремий час для опанування новим інструментарієм.			
42	Наявність інструкцій для кожного учня для забезпечення індивідуального темпу роботи.			
43	Інструкція містить	завдання		
44		повідомлення про час виконання		
45		алгоритм побудови		
46		таблиці для занесення результатів		
47		повідомлення про форму звітності		
48	Рационально обрано засіб комп'ютерної візуалізації відповідно до мети.			
49	Когнітивно-візуальна модель відповідає дидактичній меті.			
50	Когнітивно-візуальна модель інформативна (форма, вимірювання, позначення, таблиці).			
51	Когнітивно-візуальна модель створена якісно (колір, композиція, графічні елементи).			
52	Передбачено роздатковий матеріал.			
53	Роздатковий матеріал містить	формулювання завдання		
54		таблиці для занесення результатів		
55		місце для формулювання висновків		
56		додаткові/творчі завдання		
57	Позитивний емоційний клімат на уроці.			
58	Наявність інтересу учнів до уроку (до змісту, методів і форм).			
59	Раціональність та ефективність використання часу уроку, оптимальність темпу, а також чергування і зміни видів діяльності в ході уроку.			
60	Рівень досягнення мети уроку.			

Високий рівень сформованості показника «Здатність до самооцінки» у майбутніх учителів математики та інформатики відображає сума балів від 0 до 10; середній рівень – 11-20 балів, низький рівень – 21-60 бали.

Рівень сформованості показника Р2 визначався за методикою «Диспозиційна характеристика саморозвитку особистості – ДХСО» (Кузікова & Кузіков, 2010) (Таблиця 4). Опитувальник містить 30 тверджень, які розподілено за трьома шкалами: потреба у саморозвитку, умови саморозвитку, механізми саморозвитку.

Таблиця 4

Методика «Диспозиційна характеристика саморозвитку особистості – ДХСО» (С. Кузікова)

№	Запитання	1	2	3	4	5
1.	Я прагну вивчити і зрозуміти себе.					
2.	Я постійно займаюся самовдосконаленням.					
3.	Наявні життєві труднощі стимулюють мою активність.					
4.	В житті я визначився з близькими і далекими цілями.					
5.	Мені не вдається повною мірою використовувати свої сили і здібності.					
6.	Мене цікавить мій внутрішній світ і внутрішній світ інших людей.					
7.	Мені подобається займатися справами, які вимагають від мене максимального напруження й зусиль.					
8.	Я систематично аналізую і коригую свої почуття, думки, вчинки.					
9.	Мене ображає, коли люди ставляться до мене не так, як я хотів би.					
10.	Я часто відчуваю незадоволеність ступенем своєї самореалізації.					
11.	Мені важливо знати як інші люди сприймають мене.					
12.	Я вірю у свої потенційні можливості і прагну до їх максимальної реалізації.					
13.	Я не помічаю, щоб у ході життя я змінювався і ставав іншим.					
14.	Моє життя наповнене цікавими справами.					
15.	В своєму житті я намагаюсь керуватися ідеалами істини, добра, краси.					
16.	Я поки повністю не усвідомив свої потреби і цілі.					
17.	Я прагну постійно підвищувати рівень майстерності та компетентності.					
18.	Для мене неважлива думка інших про мене і життя в цілому.					
19.	Я керую своїм професійним розвитком і отримую позитивні результати.					
20.	В моєму житті було мало цікавих зустрічей, захоплень, подій, пригод.					
21.	Для мене важливо зрозуміти сенс свого існування.					
22.	Якщо я зробив помилку, я її ретельно аналізую і перебудовуюсь.					
23.	Зростаюча відповідальність і складність життєвих завдань лякають мене.					
24.	Важливий для мене факт (подія, фільм, книга) я обдумую (приміряю до себе), обговорюю зі значущими іншими.					
25.	Я отримую задоволення від пізнання і освоєння нового.					
26.	В мене не виходить повністю управляти своїми емоціями, почуттями, поведінкою.					
27.	Я вважаю, що нерозумно витрачати час на читання і роздуми.					
28.	Я не прагну бути відкритою людиною.					
29.	Я вважаю, що життя має бути насиченим та продуктивним.					
30.	Я настільки зайнятий справами, що не залишається часу для власного розвитку.					

Твердження опитувальника розподілено за трьома шкалами: потреба у саморозвитку, умови саморозвитку, механізми саморозвитку.

Потреба у саморозвитку (5, 6, 13, 14, 20, 26, 27, 28, 29, 30). Зміст шкали становить потреба в самовдосконаленні, особистісному зростанні, усвідомленому самотворенні, відкритість, інтерес до навколишнього, внутрішнього світу свого та інших людей, повнота і насиченість життя, потреба в експансії – розширенні світу, оволодінні ним.

Умови саморозвитку (2, 3, 4, 7, 12, 16, 17, 19, 23, 25). Зміст шкали становить автономність, позитивне самосприймання, сила, зрілість Я, визначеність у цілях, активні життєві стратегії (пошукова активність, самовдосконалення), сприйнятливості (толерантність) до нового.

Механізми (функціональні засоби) саморозвитку (1, 8, 9, 10, 11, 15, 18, 21, 22, 24). Зміст шкали становить самопізнання (прагнення до автентичності), самоаналіз (рефлексія), усвідомлення розбіжності між реальним і бажаним Я, чутливість до зворотного зв'язку, здатність до саморегуляції і самотворення.

Потреба у саморозвитку визначається як потреба в самовдосконаленні, особистісному зростанні, усвідомленому самотворенні, відкритість, інтерес до навколишнього, внутрішнього світу свого та інших людей, повнота і насиченість життя, потреба в експансії – розширенні світу, оволодінні ним.

Умови саморозвитку вбачаються у автономності, позитивному самосприйнятті, силі, зрілості Я, визначеності у цілях, активних життєвих стратегіях (пошукова активність, самовдосконалення), сприйнятливості (толерантність) до нового.

Механізмами (функціональні засоби) саморозвитку є самопізнання (прагнення до автентичності), самоаналіз (рефлексія), усвідомлення розбіжності між реальним і бажаним Я, чутливість до зворотного зв'язку, здатність до саморегуляції і самотворення.

В інструкції респондентам пропонувалося визначити ступінь відповідності твердження власному внутрішньому світу, оцінивши її від одного до п'яти балів.

ВИСНОВКИ

За результатами дослідження зроблено наступні висновки.

Відмітимо позитивні зрушення за всіма показниками рефлексивно-оцінювального критерію, що характеризує стан сформованості рефлексивного компонента візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики. В експериментальних групах порівняно з контрольними динаміка за показниками Р1 та Р2 була більш виразною. Так за показником Р1 отримали приріст +15,89% (ЕГ1), +14,75% (ЕГ2), +3,16% (КГ) на високому рівні та +13,25% (ЕГ1), +13,93% (ЕГ2), +8,86% (КГ) на середньому рівні, а за показником Р2 – приріст +10,6% (ЕГ1), +10,66% (ЕГ2), +5,06% (КГ) на високому рівні, +13,25% (ЕГ1), +14,75% (ЕГ2), +7,59% (КГ) на середньому рівні.

Наприкінці експерименту студенти проявляли критичне ставлення до обраного ЗКВ в ході написання конспектів уроків чи розв'язування професійних завдань, бажання обговорювати шляхи використання ЗКВ при вивченні певних тем шкільного курсу математики, інформатики з подальшим аналізом та корекцією власної професійної діяльності, усвідомлення типових помилок при застосуванні інформаційних технологій в освітньому процесі, зацікавленість у поповненні власних знань у галузі когнітивної візуалізації за рахунок вивчення досвіду інших, опрацювання науково-методичної літератури.

Приріст у результатах за показником Р1 був прогнозований, оскільки в процесі навчання студенти набувають здатності до рефлексії як складової професійної підготовки. Реалізація педагогічної системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики на рефлексивно-коригувальному етапі дозволила акцентувати увагу на самоаналізі як інструменті оцінювання процесу і результатів власної професійної діяльності у ході написання конспектів фрагментів уроку з обов'язковим проведенням та обговоренням у межах виконання залікових лабораторних робіт, під час проходження педагогічної практики, виконання кваліфікаційного дослідження, виконання науково-дослідної роботи.

За показником Р2 спостерігалася менш виразна динаміка на високому рівні сформованості візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики порівняно з показником Р1. Пояснюємо це тим, що в процесі діагностики виявляли лише прагнення до самовдосконалення, саморозвитку, а самовдосконалення реалізується власне у процесі професійної діяльності, тобто про реальні результати за цим показником можна буде судити дещо пізніше.

Вважаємо, що позитивним зрушенням за показником Р2 послуговували всі впроваджені заходи педагогічної системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у ході формувального експерименту, оскільки всі вони здійснювалися із застосуванням методів рефлексії діяльності студентів.

Список використаних джерел

1. Друшляк М. Г. Система формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти. *Освіта. Інноватика. Практика*. 2019. № 2(6). С. 10-17.
2. Друшляк М. Критеріальна база дослідження рівнів сформованості візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики. *Фізико-математична освіта*. 2020. Вип. 4(26). С. 40-44.
3. Друшляк М. Формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики: мотиваційний критерій. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. 2020. № 1 (15). С. 91-99.
4. Друшляк М. Формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики: процесуальний критерій. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. 2020. № 2 (16). С. 129-137.
5. Друшляк М.Г. Формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики: пізнавальний критерій. *Фізико-математична освіта*. 2021. Вип. 3 (29). С. 51-57.
6. Єдина державна електронна база з питань освіти. Реєстр суб'єктів освітньої діяльності. Кількість осіб, зарахованих на навчання. URL: <https://registry.edbo.gov.ua/opendata/entrant/> (Дата звернення 28.05.2021).
7. Кузікова С.Б., Кузіков Б.О. Конструювання методики дослідження саморозвитку особистості. *Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Філософія. Психологія. Педагогіка*, 2010, № 2 (29). С. 106-112.

References

1. Drushliak, M. (2019). Systema formuvannia vizualno-informatsiinoi kultury maibutnikh uchyteliv matematyky ta informatyky u zakladakh vyshchoi osvity [The system of formation of pre-service mathematics and computer science teachers' visual and information culture in higher education institutions]. *Osvita. Innovatyka. Praktyka – Education. Innovation. Practice*. 2(6), 10-17. (in Ukrainian)
2. Drushliak, M. (2020a). Kryterialna baza doslidzhennia rivniv sformovanosti vizualno-informatsiinoi kultury maibutnikh uchyteliv matematyky ta informatyky [Criteria base of researches of levels of formation of pre-service mathematics and computer science teachers' visual and information culture]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and mathematical education*. 4(26), 40-44. (in Ukrainian)
3. Drushliak, M. (2020b). Formuvannia vizualno-informatsiinoi kultury maibutnikh uchyteliv matematyky ta informatyky: motyvatsiyni kryterii [Formation of pre-service mathematics and computer science teachers' visual and information culture: motivational criterion]. *Aktualni pytannia pryrodnycho-matematychnoi osvity – Current issues of natural and mathematical education*. 1 (15), 91-99. (in Ukrainian)
4. Drushliak, M. (2020c). Drushliak, M. (2020b). Formuvannia vizualno-informatsiinoi kultury maibutnikh uchyteliv matematyky ta informatyky: protsesualnyi kryterii [Formation of pre-service mathematics and computer science teachers' visual and information culture: procedural criterion]. *Aktualni pytannia pryrodnycho-matematychnoi osvity – Current issues of natural and mathematical education*. 2 (16). C. 129-137. (in Ukrainian)
5. Drushliak, M. (2021). Formuvannia vizualno-informatsiinoi kultury maibutnikh uchyteliv matematyky ta informatyky: piznavalnyi kryterii [Formation of pre-service mathematics and computer science teachers' visual and information culture: cognitive criterion]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and mathematical education*. 3 (29). C. 51-57. (in Ukrainian)
6. Iedyna derzhavna elektronna baza z pytan osvity. Reiestr subiektiv osvitnoi diialnosti. Kil'kist osib, zarakhovanykh na navchannia [The state electronic database on education. Register of subjects of educational activity. Number of persons enrolled in training.]. Retrieved from <https://registry.edbo.gov.ua/opendata/entrant/>. (in Ukrainian)
7. Kuzikova S.B., Kuzikov B.O. (2010). Konstruiuvannia metodyky doslidzhennia samorozvytku osobystosti [Designing methods for studying personal self-development]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu Ukrainy «Kyivskiy politekhnichnyi instytut». Filosofiia. Psykholohiia. Pedahohika – Bulletin of the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute". Philosophy. Psychology. Pedagogy*. 2 (29), 106-112. (in Ukrainian)

**FORMATION OF VISUAL AND INFORMATION CULTURE
OF PRE-SERVICE MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE TEACHERS:
REFLEXIVE AND EVALUATIVE CRITERION**

M.G. Drushlyak

Makarenko Sumy State Pedagogical University, Ukraine

Abstract.

Formulation of the problem. Modern mathematics and computer science teacher must have a high level of visual and information culture, the structure of which necessarily includes a reflective component, which is characterized by the ability to analyze, predict and reflect on their own professional activities to visualize educational material using computer visualization means, which provides professional self-development and self-improvement.

Materials and methods. The study was based on scientific research of national and foreign scientists studying the training of pre-service mathematics and computer science teachers. To achieve this goal, the methods of the theoretical level of scientific knowledge were used: analysis of scientific literature, synthesis, formalization of scientific sources, description, comparison, and statistical methods: Pearson's test; Student's t-test.

Results. To determine the level of formation of pre-service mathematics and computer science teachers' visual and information culture, reflexive and evaluative criteria are distinguished, which is characterized by the ability to self-analyze, evaluate and reflexively interpret the results of their professional activities to implement computer visualization in education.

Statistical calculations on the indicators of reflexive-evaluation criterion (critical attitude to the chosen computer visualization means, to the chosen of educational content visualization technology, awareness of typical mistakes in the introduction of information technology in the educational process (P1 "Ability to self-analysis"); updating and replenishing their own knowledge, skills and abilities in the field of information and mathematical disciplines and digital technologies (P2 "Ability to self-improvement") confirmed the statistical difference of the selected samples: for each pair of samples EG1 – CG and EG2 – CG for each indicator obtained $|t_{\text{stat}}| > t_{\text{crit}}$ and statistical homogeneity for groups EG1 – EG2, because for each indicator obtained $|t_{\text{stat}}| < t_{\text{crit}}$.

Conclusions As a result of the implementation of the system of formation of pre-service mathematics and computer science teachers' visual and information culture, students showed a critical attitude to the chosen computer visualization means in writing lesson plans or solving professional problems, desire to discuss ways to use computer visualization means in studying some topics of school mathematics, informatics with further analysis and correction of own professional activity, awareness of common mistakes in the use of information technology in the educational process, interest in replenishing their knowledge in the field of cognitive visualization by studying the experience of others, the development of scientific and methodological literature.

Keywords: visual and information culture, pre-service mathematics and computer science teachers, reflection, reflexive component of visual and information culture, reflexive and evaluative criterion.



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



Кудін А.П. Організація самостійної роботи студентів на базі симуляційного лабораторного практикуму з основ цифрової електроніки. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 4(30). С. 61-67.

Kudin A. Organization of the independent work of students with help of a simulation laboratory workshop on the basics of digital electronics. Physical and Mathematical Education. 2021. Issue 4(30). P. 61-67.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-030-4-009

УДК 378.146

А.П. Кудін

Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, Україна

kudin@npu.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6907-644X>

ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ НА БАЗІ СИМУЛЯЦІЙНОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ З ОСНОВ ЦИФРОВОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. «Фізика (вибрані розділи)» є нормативною дисципліною навчальних планів спеціальностей 121, 122 і 126 галузі знань «Інформаційні технології» і вивчає фізичні основи роботи пристроїв цифрової електроніки в комп'ютері. Використання інформаційних технологій в організації і забезпеченні самостійної роботи студентів призвели до появи у ЗВО такого різновиду лабораторного практикуму як симуляційний. Аналіз існуючих в інтернеті симуляційних лабораторних практикумів показав, що вони не відповідають змісту вказаної вище дисципліни.

Метою дослідження є розробка віртуального симуляційного лабораторного практикуму «Основи цифрової електроніки» і організація самостійної роботи студентів спеціальностей 121, 122 і 126 на його основі.

Методи та інструменти. Компонентами фронтенд розробки були HTML5, CSS, Java Script та C#. Для бекенда – фреймворки Laravel, Node.js і Django, як мова програмування Python. Основною методикою педагогічного дослідження було мережеве тестування. Статистичні дані були отримані із тестуючого модуля LMS MOODLE.

Результати. Лабораторний практикум складається з 18 симуляційних лабораторних робіт. В основу проєктування інтерфейсу освітніх симуляцій покладено важливий дидактичний принцип: відповідати за навчальні потреби студентів. Усі симуляції анімовані, інтерактивні, деякі мають ігрові середовища, в яких можна вивчати роботу пристроїв через дослідження. Показано, якими проєктними рішеннями досягається оптимальний людино-машинний інтерфейс освітніх симуляцій в лабораторному практикумі. У статті описано сценарій організації самостійної роботи студентів з дисципліни «Фізика (вибрані розділи)» на базі розробленого лабораторного практикуму з використанням засобів комунікацій LMS MOODLE.

Висновки. Використання симуляційного лабораторного практикуму «Основи цифрової електроніки» в організації самостійного навчання сприяє підвищенню мотивації студентів до вивчення курсу «Фізика (вибрані розділи)». Подальшого дослідження потребує питання розробки і використання навчальних ігор для самоосвіти студентів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: лабораторний практикум, цифрова електроніка, симуляція, самостійна робота.

ВСТУП

Необхідність пошуку нових підходів щодо організації самостійної роботи студентів у сучасних умовах (дистанційне, змішане навчання) пов'язана з розв'язанням головної проблеми віддаленого навчання – формуванням у студентів мотиваційних чинників до самоосвіти. Психологи (Гилюн, 2012) стверджують, що в навчанні мотив у 3 рази важливіший за інтелект, мотивація — це спонукання людини до скоєння усвідомлених або неусвідомлених дій. Вплинути на виконання студентом усвідомлених дій у сфері самоосвіти за умови віддаленого навчання практично неможливо. Це пояснюється уже сформованими особистісними рисами характеру (цілеспрямованістю, наполегливістю) студента. А от спонукати до скоєння неусвідомлених дій під час самоосвіти можна, використовуючи діяльнісний особистісно-орієнтований диференційований підхід у навчанні. В сучасних умовах реалізація цього підходу відбувається в процесі людино-машинної взаємодії, яка побудована на особливостях людського сприйняття, мислення й пам'яті.

Найбільший відсоток у сприйнятті (до 80%) і запам'ятовуванні (до 50%) інформації (Вітенко, 2008) мають мультимедійні інтерактивні засоби навчання, в яких інформація представлена у вигляді тексту, відео, анімації, звуку, моушендизайну. Такими є симуляційні моделі. Симуляція забезпечує навчання дією (Манюкова&Никонова, 2017).

Оскільки комп'ютерні симуляції, як правило, використовують в процесі індивідуальної роботи, студенти мають можливість працювати в зручному для них темпі, зупиняючись на складних етапах і домагаючись повного розуміння суті досліджуваного процесу, що важливо при самоосвіті.

Гіпотеза даного дослідження: для підвищення мотивації у студентів до навчання за дистанційними технологіями необхідно розробити інтерактивні засоби навчання з високими показниками сприйняття інформації, до яких належить симуляційний лабораторний практикум.

Необхідно відзначити, що розробка симуляційних моделей навчального призначення набула бурхливого розвитку впродовж останніх 5-и років у зв'язку з переходом освіти України на використання дистанційних технологій у навчальному процесі, складовою якого є лабораторні заняття.

Аналіз літературних джерел. Як відомо, освітня симуляційна модель імітує реальні ситуації для навчання або отримання оцінки виконаної роботи. В основі освітньої симуляції лежить спеціально розроблений сценарій зі своєю системою навчальних правил і завдань, метою якого є формування компетенцій, необхідних для успішної діяльності в реальній дійсності. Першими, хто зацікавився таким засобом навчання, були медичні освітні заклади, які і зараз є лідерами в їх розробці. Так, у 2019 році на базі програмного продукту «Апарат штучного кровообігу SORIN C5» авторами Л.Суховірською та ін. був розроблений цикл симуляційних лабораторних робіт з біофізики для медиків (Суховірська, 2019).

Авторами С. Мисловською, К. Добровольською, В. Ревенком на першій міжнародній науково-практичній конференції «SCIENCE. INNOVATION. QUALITY – 2020» був представлений лабораторний практикум з дисципліни «Медична і біологічна фізика» для навчання студентів-медиків (Мисловська&Добровольська&Ревенок, 2020). Підвищений інтерес до цього виду інтерактивних засобів у медичній освіті обумовлений можливістю «зробити помилку у діях лікаря без наслідків».

Можливість експериментувати в симуляції, не турбуючись про наслідки, спонукає економічні університети і бізнес-школи до розробки і впровадження в навчальний процес комп'ютерних симуляцій (Кравчук & Шевчук, 2019).

У зв'язку з пандемією Covid-19 активізувались розробники інтернет-платформ із симуляційними дослідженнями для шкільного курсу фізики, з якими можна ознайомитись на сайті (www.naurok.com.ua, 2021). Серед них виділяється високим рівнем виконання фронтенду розробка університету з штату Колорадо (симуляції PhET).

Особливо цікавим виглядає проєкт із залучення студентів до створення відкритого банку фізичних симуляцій для ЗВО України (www.simpop.org, 2021).

Зміст дисципліни «Фізика (вибрані розділи)», яка входить до обов'язкового компоненту освітніх програм циклу загальної підготовки трьох спеціальностей галузі знань 12 «Інформаційні технології» (121 «Інженерія програмного забезпечення», 122 «Комп'ютерні науки», 126 «Інформаційні системи та технології»), складають питання вивчення фізичних основ роботи елементів цифрової електроніки. Аналіз існуючих в інтернеті університетських симуляційних практикумів (www.sunspire.ru/products/physics2d; www.virtulab.net; www.mospolytech.ru/science, 2021; Веселова&Штейн, 2017; Мамулуй, 2013) показав, що вони розроблені для вивчення вибраних питань курсу «Загальної фізики», які не відповідають програмі вищезгаданої дисципліни.

Крім того, згідно із сучасними вимогами, у навчальних планах спеціальностей 121, 122 і 126 галузі знань «Інформаційні технології» на вивчення дисципліни «Фізика (вибрані розділи)» є 4 кредити, з них 1,2 на лабораторно-практичні заняття і 2,3 на самостійну роботу, яка на інженерних спеціальностях має носити виключно практичний характер. Тому для забезпечення лабораторно-практичної частини навчального плану була поставлена **мета** – розробити віртуальний симуляційний лабораторний практикум «Основи цифрової електроніки» і на його базі удосконалити організацію самостійної роботи студентів трьох спеціальностей.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

Компонентами фронтенд-розробки були HTML5, CSS і Java Script. Іноді використовувалася мова C#. Для бекенда – фреймворки Laravel, Node.js і Django, як мова програмування Python.

Педагогічним експериментом були охоплені студенти факультету інформатики трьох спеціальностей 121 «Інженерія програмного забезпечення» (82 особи), 122 «Комп'ютерні науки» (30) і 126 «Інформаційні системи і технології» (12). Основними методами дослідження були мережеве комп'ютерне тестування, статистичні методи обрахунку та письмове анкетування. Статистичні дані були отримані із тестуючого модуля LMS MOODLE.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Середовищем для організації самостійної роботи була вибрана LMS MOODLE, тому лабораторний практикум з симуляціями – «Віртуальна лабораторія фізичних дослідів» був розміщений у ній (<https://moodle.fi.npu.edu.ua/course/view.php?id=391>). Там же знаходились усі інструкції до 18-и лабораторних робіт (Таблиця 1.). Усі виготовлені симуляції є сайтами з відкритим кодом. Симуляції анімовані, інтерактивні, деякі мають ігрові середовища.

Усі симуляційні роботи поділяються на «без експериментальної установки» (№1-№3, №18) і «з експериментальною установкою» (№4 - №17). У першому типі робіт завдання студента полягає у візуальному спостереженні на екрані (без письмового фіксування, без керування приладами) налаштованих симуляцій показів приладів.

Проектування інтерфейсу навчальної симуляції.

В основу проектування інтерфейсу навчальної симуляції покладений важливий принцип сучасної дидактики: інтерфейс навчального засобу повинен відповідати тільки навчальним потребам студентів.

Які це потреби?

Таблиця 1

Список лабораторних робіт

№	Назва	Що можна
1	Електронна структура кристалу германію	Спостерігати окремо різні типи власної провідності чистого германію. Змінюючи температуру, спостерігати зміни рухів атомів ґратки.
2	Домішкова провідність	Спостерігати модель утворення ковалентного зв'язку у Ge і два типи домішкової провідності.
3	Утворення п-р-переходу	Спостерігати явища, які відбуваються у ґратках Ge n-типу і Ge p-типу при з'єднанні двох напівпровідників в приконтактній області.
4	Дослідження різних типів включення п-р-переходу: пряме і зворотне	Змінювати вхідну напругу і спостерігати за змінами характеристик приконтактної області, отримати ВАХ
5	Однонапівперіодне випрямлення змінного електричного струму на діоді	Змінюючи вхідну напругу, спостерігати випрямлення змінного струму діодом.
6	Двонапівперіодне випрямлення змінного електричного струму на діоді	Змінюючи вхідну змінну напругу, спостерігати випрямлення з допомогою моста з 4 діодах.
7	Інтерактивна демонстрація роботи варіака на діоді	Змінюючи вхідну напругу, спостерігати явища в приконтактній зоні п-р-переходу, зміни сили струму, ширини і ємності п-р-переходу.
8	Інтерактивна демонстрація роботи фотодіода	Отримали вольтамперну характеристику запірного включення діода при різних типах освітлення.
9	Польовий транзистор з ізольованим затвором	Провести три досліді; отримати залежність струму у колі СТОК-БАЗА від напруги у колі БАЗА-ВИТОК.
10	Польовий транзистор з плаваючим затвором	Зафіксувати напругу на ЗАТВОРІ, коли електрони із каналу «тунелюють» в плаваючий ЗАТВОР.
11	Польовий транзистор з керованим п-р-переходом	Отримати ВАХ транзистора
12	Біполярний транзистор	Отримати ВАХ транзистора; спостерігати демонстрацію роботи ключа.
13	Дослідження магнітного гістерезису у феромагнетиках	Побудувати по експериментальних точках петлю магнітного гістерезису феромагнетика. Спостерігати перебудови структури доменів.
14	Симулятор роботи комірки пам'яті DRAM	Змінюючи вхідну напругу, спостерігати явище діелектричного гістерезису та процеси перебудови структури у комірниці пам'яті.
15	Симулятор роботи комірки пам'яті SRAM	Спостерігати процес програмування та перепрограмування логічного «0» і «1» у тригері SR – ефект пам'яті
16	Симулятор роботи системи охолодження ноутбука	Спостерігати явища, що відбуваються в трубках системи охолодження при роботі процесора і кулера.
17	Симулятор «ефект Фредеріксена» у LED	Спостерігати явище поляризації світла, явище керування площиною поляризації за допомогою зміни напруги на рідкому кристалі
18	Симуляційна 3D-модель внутрішньої структури сегнетоелектрика	Спостерігати вплив: температури на утворення диполя в елементарній комірниці сегнетоелектрика; зовнішнього електричного поля на перебудову атомів в елементарній комірниці сегнетоелектрика і на доменну структуру сегнетоелектрика.

1. Наявність програм для вирішення тільки своїх завдань, при цьому головним є зручність і потрібний результат. Тому на екрані освітній інтерфейс виглядає мінімалістично. Тільки те, що студенту необхідно: експериментальна установка, екран мікроскопа, кнопки керування вхідної напруги і у вікні, що впливає, теоретичне пояснення баченого.

Зручною для навчання симуляція буде тоді, коли навігаційна схема має лише кілька переходів, які треба зробити користувачеві в рамках одного сценарію. Тому в лабораторному практикумі використовували до 5 закладок різних екранів. Кожен екран має оптимально скомпоновану кількість функцій: у більшості лабораторних їх не більше 4.

Блоки одного типу розміщені на різних екранах в одному місці: наприклад, блок кнопок для керування вхідною характеристикою розташований ліворуч, а блок пристроїв вихідного сигналу – праворуч. Блок екранів мікроскопів – під експериментальною установкою. Блок додаткової інформації – справа зверху у вікні, що впливає.

2. *Готовність студента розуміти* запропонований інтерфейс. Часто розробники програмного забезпечення ділять користувачів за групами: невідготовлений користувач, комп'ютерно-освічений і просунутий. У випадку освітнього симулятора такого не повинно бути: незалежно від того, наскільки складною є задача, що розв'язується, складові частини цієї задачі однаково повинні бути простими і пізнаваними. Тому для кнопок, графіків використовувались традиційні позначення і форми.

3. *Логістика сценарію*, яка задається структурою інтерфейсу: кількістю і призначенням екранних форм, встановлення зв'язку між формами. Так, у лабораторній роботі №9 «Польовий транзистор з ізольованим затвором» інтерфейс складається з трьох екранних форм (слайдів) (рис.1). На першому і другому слайді показана експериментальна установка без «затвору» з підключенням до «стоку» різної полярності батареї; на третьому слайді експериментальна установка із затвором, стоком і витоком. Така послідовність дозволяє зрозуміти, що незалежно від напрямку підключення батареї до стоку струму не буде; струм з'являється тільки в тому випадку, коли на затвор підключена «+» полярність додаткового керуючого джерела напруги.

4. *Динамічні об'єкти* (моушен). Як засвідчують психологи, рухомі об'єкти привертають більшу увагу, тому в експериментальних установках анімований електричний струм, зміна розмірів певних зон і т.п. (рис.2).

5. *Спонукання до дій*. На екрані розміщені закладки, повзунки, кнопки, іконки, вікна, що спливають – активні елементи інтерфейсу, які спонукають до дій. Ознакою хорошого інтерфейсу є відчуття в користувача, що саме він керує програмним забезпеченням, а не програмне забезпечення керує ним.

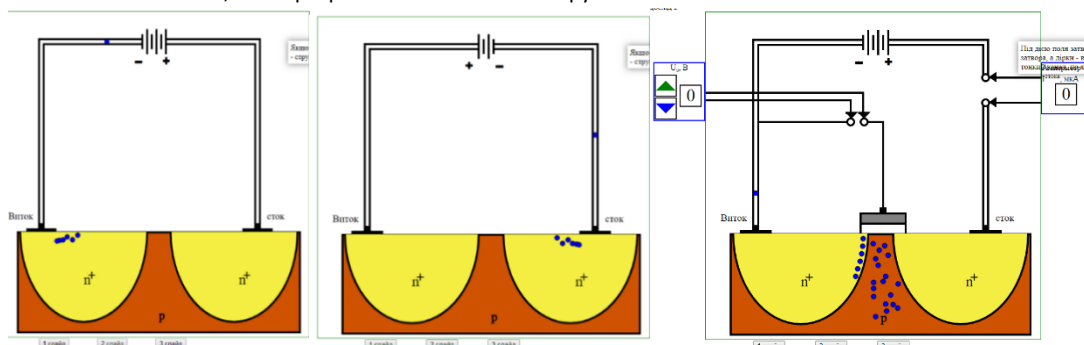


Рис. 1. Демонстрація зв'язку між екранними формами в лабораторній роботі №9

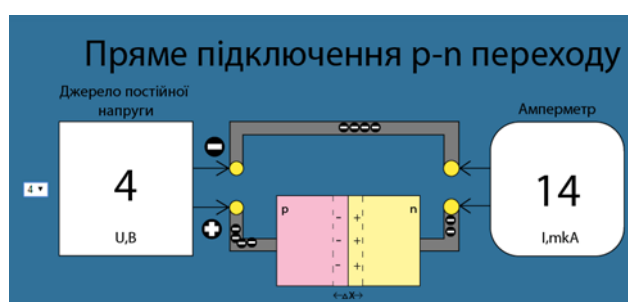


Рис. 2. Лабораторна робота №4. «Дослідження різних типів включення п-р-переходу». Спостереження за рухом електронів і розмірами зони збідненої на носії зарядів Δx .

Так, в лабораторній роботі №18 «Симуляційна 3D-модель внутрішньої структури сегнетоелектрика» (рис.3) для задання напрямних косинусів при різних напрямках дії зовнішнього електричного поля передбачені повзунки та екран (знизу ліворуч) з демонстрацією напрямних ортів декартової системи координат.

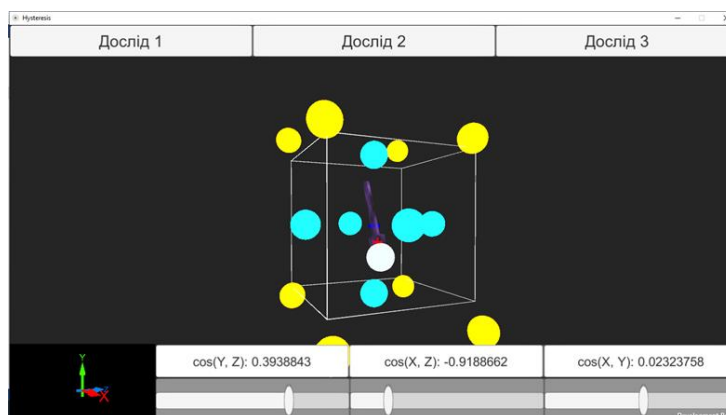


Рис. 3. Закладка «Дослід 2» з лабораторної роботи №18. Спостереження явища поляризації (відносно зміщення атомів) елементарної комірки кристалічної ґратки BaTiO_4 .

6. *Можливість спостерігати* за тим, що неможливо зафіксувати без спеціальної апаратури. Наприклад, (на рис.4) зміни в доменній структурі кристалу під час накладання силових ліній магнітної індукції у вікні мікроскопа (знизу ліворуч), характер розповсюдження ліній магнітної індукції навколо соленоїда (навколо котушки), модель руху електричних зарядів по провіднику, ефект Холла у напівпровідниковому кристалі в формі паралелепіпеда (зверху).

7. *Зняття показів приладів і їх обробка* на основі формул як навчальна задача традиційного лабораторного практикуму. Симуляційна лабораторна робота має традиційну частину фізичного експерименту: в інструкції до лабораторної роботи є формули, на основі яких проводиться обрахунок експериментально отриманих даних.

Організація самостійної роботи студентів.

Налаштування доступу студентів до певних лабораторних робіт може бути встановлено згідно з графіком навчального процесу. Отримавши завдання виконати відповідну кількість лабораторних робіт, студент спочатку

завантажує інструкцію до виконання лабораторної роботи з курсу в LMS MOODLE за посилання «Інструкція до ЛП-роботи». Прочитавши її, ознайомлюється з симуляційною установкою за посиланням «Віртуальна лабораторія фізичних дослідів».

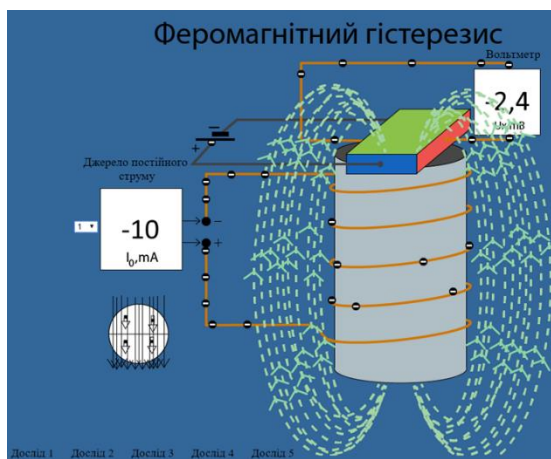


Рис. 4. Лабораторна робота №13: відображено анімацією рух електронів у трьох електричних колах, розповсюдження ліній індукції магнітного поля і орієнтації доменів під мікроскопом в магнітному полі

Після цього проходить допуск до лабораторної роботи, складаючи відповідний тест у модулі тестування LMS MOODLE. Склавши успішно, може приступати до виконання лабораторного експерименту на симуляційній установці. Виконавши всі завдання з інструкції до лабораторної роботи, він складає протокол виконання лабораторної роботи, який відправляє викладачеві і складає контрольний тест в LMS MOODLE. Завдяки модулю статистики у LMS MOODLE, викладач може отримати дані про час роботи студента на сайті «Віртуальна лабораторія фізичних дослідів», а також результати тестування: допуск і контрольний тест.

Педагогічний експеримент

Досліджувався параметр, який може свідчити про вмотивованість студентів вивчати фізику на базі симуляційного лабораторного практикуму - це *кількість комунікацій між учасниками навчального процесу*. У програмній оболонці MOODLE для його фіксації можна використати сервіс «чат», який дозволяє комунікуватися всім учасникам навчального процесу. У навчальному процесі студенти користуються ним, як правило, для обговорення матеріалів електронного курсу і домашнього завдання, а також для спілкування з викладачем. В оболонці MOODLE є можливість робити підрахунок повідомлень – комунікацій, відправлених через сервіс «чат». На рис. 5 показана кількість зафіксованих в оболонці курсу комунікацій між студентами однієї групи протягом 19 тижнів (семестр).

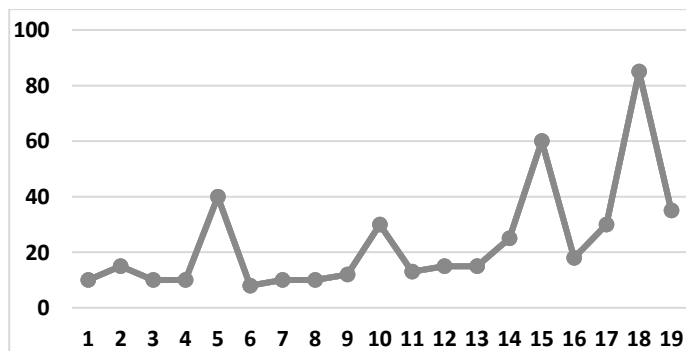


Рис. 5. Щотижнева кількість комунікацій, які зафіксовані в електронному курсі, між студентами протягом 19 тижнів 20/21 навчального року

Видно, що в окремі дні місяця активність спілкування зростала. Щоб зрозуміти, з чим це пов'язано, достатньо подивитись на дидактичну карту курсу. Встановлено, що «спалахи» спілкування припадають на тижні, коли проходили лабораторно-практичні заняття на базі симуляційного лабораторного практикуму: це 5,10,15,18 тижні семестру. Якщо проаналізувати зміни даних за чотири місяці, то видно, що ордината максимумів «спалахів» комунікацій зростає, тобто кількість комунікацій протягом семестру збільшується. Отже, використання у навчанні симуляційного лабораторного практикуму приводить до зростання позааудиторного групового спілкування між учасниками навчального процесу з питань навчального характеру.

ВИСНОВКИ

Розроблений симуляційний лабораторний практикум «Основи цифрової електроніки» повністю забезпечує викладання лабораторно-практичної частини навчальної програми вказаної дисципліни: спостерігати, які фізичні процеси і явища лежать в основі роботи пристроїв комп'ютера.

Дані педагогічного експерименту показали, що використання симуляційного лабораторного практикуму «Основи цифрової електроніки» в організації самостійного навчання сприяє підвищенню мотивації студентів до вивчення курсу «Фізика (вибрані розділи)». Включення студентів в інтерактивні технології навчання із продуктивною самостійною діяльністю дозволяють істотно підвищити рівень професійної підготовки майбутнього фахівця в ІТ-галузі.

Розроблені віртуальні симуляції можуть використовуватись як для організації самостійної роботи студентів, так і для демонстрації викладачем динамічних рисунків на сенсорних дошках під час аудиторних теоретичних і фронтальних лабораторних занять. Подальшого дослідження потребує вивчення питання розробки і використання навчальних ігор на базі симуляцій для самоосвіти студентів.

Список використаних джерел

1. Веселова С.В., Штейн Б.М. Дистанционное обучение: лабораторный практикум по физике: дома и на природе. *Международный научный журнал «Мир науки, культуры, образования»*. 2017. № 1 (62). С. 187-191.
2. Використання симуляцій при викладанні нового матеріалу URL: <https://naurok.com.ua/vikoristannya-simulyaci-pri-vikladanni-novogo-materialu-rozv-yazuvanni-zadach-ta-provedenni-laboratornih-robot-z-fiziki-206501.html> (Дата звернення 2.06.2021).
3. Вітенко І.С., Вітенко Т.І. *Основи психології*. Видання друге, перероблене і доповнене /І.С. Вітенко, Т.І. Вітенко. – Вінниця: НОВА КНИГА, 2008. 256 с.
4. Гилун О. В. Освітні мотивації студентської молоді. Грани: наук.- теорет. і громад.-політ. альманах / Дніпропетровський нац. ун-т ім. О. Гончара; Д., Центр соц.-політ. дослідж. 2012. – № 1 (81). – С. 102–104.
5. Загальна фізика. Лабораторний практикум: навч. посіб. Квантова механіка. Фізика атомів і молекул. Фізика твердого тіла. Фізика атомного ядра та елементарних частинок / А. О. Мамалуй та ін.; за заг. ред. А. О. Мамалуя Харків, Ч. 3. 2013. 172 с.
6. Колтунов И.И., Акимов А.В., Липай Б.Р. Лабораторные работы для дистанционного обучения студентов: Материалы 77-й международной научно-технической конференции ААИ «Автомобили-и тракторостроение в России: приоритеты развития и подготовка кадров» URL: http://mospolytech.ru/science/aai77/scientific/article/s14/s14_11.pdf (Дата звернення: 30.11.2020).
7. Кравчук Г.Т., Шевчук Т.В. Симуляція як інтерактивний метод навчання майбутніх фахівців-економістів. *Фізико-математична освіта*. 2019. Випуск 2(20). С. 59-65.
8. Манюкова Н.В., Никонова Е.З. Организация интерактивного обучения с помощью MS EXCEL в качестве инструмента компьютерной симуляции. *Современные исследования социальных проблем*, 2017. Том 8, № 4. С.101-112.
9. Мисловська С., Добровольська К., Ревенко В. laboratory workshop on the subject "Medical and Biological Physics" for teaching medical student. *Science. Innovation. Quality: 1st International Scientific-Practical Conference SIQ (SCIENCE. INNOVATION. QUALITY)- 2020, December 17-18th, 2020: Book of Papers.* – Berdyansk : BSPU, 2020. С.49-50.
10. Сайт.Віртуальна лабораторія загальної фізики ЗВО URL: <https://www.sunspire.ru/products/physics2d/> (Дата звернення 2.06.2021).
11. Сайт.Віртуальна освітня лабораторія VirtuLab/ URL:http://www.virtulab.net/index.php?option=com_content&view=section&layout=blog&id=5&Itemid=94/ (Дата звернення 2.06.2021).
12. Сайт SimPop: Симулятори фізики та ігри. URL: <https://simpop.org/physics.htm> (Дата звернення 2.06.2021).
13. Суховірська Л.П. та ін. Система віртуальних лабораторних робіт з біофізики як засоби реалізації принципу професійної спрямованості навчання студентів. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2019, Том 70, №2, С.141-151.

References

1. Veselova S.V. & Shtejn B.M. (2017). Distancionnoe obuchenie: laboratornyj praktikum po fizike: doma i na prirode. *Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal «Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya»*. 1 (62), 187-191. [in Russian].
2. Vykorystannya symuljatsii pry vykladanni novoho materialu. Retrieved from <https://naurok.com.ua/vikoristannya-simulyaci-pri-vikladanni-novogo-materialu-rozv-yazuvanni-zadach-ta-provedenni-laboratornih-robot-z-fiziki-206501.html> [in Ukrainian].
3. Vitenko I.S. & Vitenko T.I. (2008) *Osnovy psykholohii*. [Vydannia druhe, pereroblene i dopovnene /I.S. Vitenko, T.I. Vitenko]. – Vinnytsia: NOVA KNYHA. [in Ukrainian].
4. Hyliun O. V. (2012) Osvitni motyvatsii studentskoi molodi. *Hrani : nauk.- teoret. i hromad.-polit. almanakh / Dnipropetrovskiy nats. un-t im. O. Honchara; D., Tsentr sots.-polit. Doslidzh.* 1 (81), 102–104. [in Ukrainian]
5. Mamalui O.A. et al (2013) *Zahalna fizyka. Laboratornyi praktykum : navch. posib. Kvantova mekhanika. Fyzyka atomiv i molekul. Fyzyka tverdoho tila. Fyzyka atomnoho yadra ta elementarnykh chastynok*. Kharkiv: 3. [in Ukrainian].
6. Koltunov I.I. & Akimov A.V. & Lipaj B.R. Laboratornye raboty dlja distancionnogo obuchenija studentov. [Materialy 77-j mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencyii AAI «Avtomobile-i traktorostroenie v Rossii: priority razvitiya i podgotovka kadrov»] Retrieved from http://mospolytech.ru/science/aai77/scientific/article/s14/s14_11.pdf. [in Russian].
7. Kravchuk H.T. & Shevchuk T.V. (2019) Symuljatsiia yak interaktyvnyi metod navchannia maibutnikh fakhivtsiv-ekonomistiv. *Fyzyko-matematychna osvita*. 2(20), 59-65. [in Ukrainian].
8. Manjukova N.V. & Nikonova E.Z. (2017) Organizacija interaktivnogo obuchenija s pomoshh'ju MS EXCEL v kachestve instrumenta komp'juternoj simuljatsii. *Sovremennye issledovaniya social'nyh problem*, 8 (4), 101-112. [in Russian].
9. Myslovska S. & Dobrovska K. & Revenok V. (2020) laboratory workshop on the subject "Medical and Biological Physics" for teaching medical student. *Science. Innovation. Quality: 1st International Scientific-Practical Conference SIQ (SCIENCE. INNOVATION. QUALITY)- 2020, December 17-18th, 2020: Book of Papers.* – Berdyansk : BSPU, 49-50.
10. Sait.Virtualna laboratorii zahalnoi fizyky ZVO. Retrieved from <https://www.sunspire.ru/products/physics2d/> [in Ukrainian].

11. Sait.Virtualna osvitnia laboratoriiia VirtuLab. Retrieved from http://www.virtulab.net/index.php?option=com_content&view=section&layout=blog&id=5&Itemid=94/ [in Ukrainian]
12. Sait SimPop: Symuliatory fizyky ta ihry. Retrieved from <https://simpop.org/physics.html> [in Ukrainian].
13. Sukhovirska L.P. (2019) Systema virtualnykh laboratornykh robit z biofizyky yak zasoby realizatsii pryntsyphu profesiinoi spriamovanosti navchannia studentiv . *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia*, 70 (2), 141-151. [in Ukrainian].

ORGANIZATION OF THE INDEPENDENT WORK OF STUDENTS WITH HELP OF A SIMULATION LABORATORY WORKSHOP ON THE BASICS OF DIGITAL ELECTRONICS

A.P. Kudin

Drahomanov National Pedagogical University, Ukraine

Abstract.

Formulation Problem. "Physics (selected sections)" is a normative discipline of the curricula of specialties 121, 122 and 126 in the field of knowledge "Information Technology" and studies the physical foundations of digital electronics in computers. Providing information technology in the organization of independent work became a reason of developing a simulation laboratory workshop. An analysis of the existing simulation laboratory workshops on the Internet showed that they do not correspond to the content of the discipline. The aim of studying of the development of a virtual simulation laboratory workshop "Fundamentals of Digital Electronics" and the organization of independent work of students specialty 121, 122 and 126 on its basis.

Methods and tools. The frontend development components were HTML5, CSS, JavaScript, and C#. For the backend - Laravel, Node.js, and Django frameworks, as a Python programming language. The main method of pedagogical research was network testing. Statistics were obtained from the LMS MOODLE test module.

Results. The laboratory workshop consists of 18 simulation laboratory works. The design of the interface of educational simulations is based on an important didactic principle: to be responsible for the educational needs of students. All simulations are animated, interactive, some have game environments in which you can learn how devices work through research. It is shown which design solutions achieve the optimal human-machine interface of educational simulations in the laboratory workshop. The article describes the scenario of organization of independent student's work during studying of the discipline "Physics (selected sections)" based on the developed laboratory workshop using the means of communication LMS MOODLE.

Conclusions. Providing simulation laboratory workshop "Fundamentals of Digital Electronics" in the organization of self-study helps to increase students' motivation to study the course "Physics (selected sections)". The studying of educational games for students' self-education is needed for further research.

Key words: laboratory workshop, digital electronics, simulation, independent work.



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



Кузьмінська О.Г., Мазорчук М.С., Мокрієв М.В., Барна О.В. Прийняття синхронної й асинхронної освітньої комунікації до і під час пандемії COVID-19: емпіричне дослідження реалізації електронного навчання у закладах вищої освіти України. *Фізико-математична освіта*. 2021. Випуск 4(30). С. 68-75.

Kuzminska O., Mazorchuk M., Mokriev M., Barna O. Acceptance synchronous and asynchronous educational communication before and during the COVID-19 pandemic: an empirical study of e-learning implementation in higher education institutions in Ukraine. *Physical and Mathematical Education*. 2021. Issue 4(30). P. 68-75.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-030-4-010
 УДК 378.145

О.Г. Кузьмінська

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна
 o.kuzminska@nubip.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8849-9648>

М.С. Мазорчук

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Україна
 mazorchuk.mary@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4416-8361>

М.В. Мокрієв

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна
 m.mokriev@nubip.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6717-3884>

О.В. Барна

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Україна
 barna_ov@fizmat.tnpu.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2954-9692>

ПРИЙНЯТТЯ СИНХРОННОЇ Й АСИНХРОННОЇ ОСВІТНЬОЇ КОМУНІКАЦІЇ ДО І ПІД ЧАС ПАНДЕМІЇ COVID-19: ЕМПІРИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Реалізація електронного навчання вимагає вивчення питання співвідношення синхронних та асинхронних онлайн комунікацій між учасниками освітнього процесу, що узгоджується з навчальними цілями, інституційною готовністю до дистанційного навчання та рівнем цифрової компетентності викладачів, характером та стилем навчання студентів.

Матеріали і методи. В дослідженні проаналізовано результати статистичного опитування близько 130 респондентів із 10 закладів вищої освіти України на предмет ставлення викладачів та студентів до застосування синхронних та асинхронних освітніх комунікацій як в умовах очного (змішаного) електронного навчання, так і дистанційного (спричинено карантинними обмеженнями COVID-19). Для опрацювання результатів анкети використано методи описової статистики та теорії статистичних висновків, зокрема перевірка гіпотез здійснювалася з використанням методу однофакторного дисперсійного аналізу та таблиць взаємної спряженості за допомогою програмного інструментарію для обробки статистичних досліджень SPSS.

Результати. Викладачі та студенти однаково визначають важливість синхронної та (чи) асинхронної освітньої комунікації. Ставлення до типу комунікації не залежить від форми навчання. Тобто, при переході на дистанційну форму навчання, зумовлену карантинними обмеженнями, вибір типу освітньої комунікації не змінюється. Вибір типу комунікації не залежить від рівня цифрової компетентності суб'єктів освітнього процесу та галузі знань, яку вони опановують. Стать та вік респондентів частково впливають на надання переваг певному виду освітньої комунікації, цей фактор потребує детальнішого вивчення.

Висновки. Встановлено, що не існує суттєвої різниці у проведенні асинхронних заходів в умовах дистанційного навчання в період COVID-19 у порівнянні з очним навчанням, синхронні ж комунікації, які превалюють у навчальних аудиторіях і яких так потребують студенти, не слід масштабувати, наприклад, у дистанційні лекції тривалістю 1,2 години чи вебінари замість очних семінарських занять. Потрібно вивчити цілі та зміст конкретної дисципліни, очікувані результати навчання, мотивацію, потреби й можливості студентів, перш ніж приймати рішення про використання того чи іншого типу освітньої комунікації.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: освітня комунікація, електронне навчання, вища освіта, COVID-19, емпіричне дослідження.

ВСТУП

Постановка проблеми. Виклики повсюдної цифровізації вимагають гнучкості сучасних закладів вищої освіти у забезпеченні реалізації вимог суспільства за допомогою інноваційного навчання та інформаційно-комунікаційних технологій. Використання цих технологій та цифрових засобів вимагає не лише розбудови інституційного цифрового освітнього середовища (Глазунова & ін., 2018) для реалізації «стратегії, що ґрунтується на управлінні процесом розвитку особистості через створення певного середовища» (Желанова, 2016), а й забезпечення ефективної комунікації суб'єктів освітнього процесу у процесі реалізації електронного навчання задля навчання/навченості, що «передбачає передавання інформації повідомлень, ідей, знань, принципів від покоління до покоління» (Захарченко & ін., 2014). Разом з тим, перехід закладів вищої освіти до дистанційної форми навчання, спричинений поширенням COVID-19, актуалізував потребу забезпечення мінімізації соціальної дистанції студентів та викладачів при максимальній дистанції фізичній, а, відповідно, і дослідження синхронних та асинхронних онлайн комунікацій та інструментів їх підтримки. Оскільки у процесі реалізації очного навчання переважають синхронні комунікації в аудиторії, а типові електронні навчальні курси використовувались для підтримки навчання у форматі асинхронних, спроби масштабувати досвід електронного очного навчання в умовах масового переходу до навчання дистанційного не дали позитивного ефекту – зміна форми навчання потребує перегляду підходів до залученості студентів та виваженого поєднання синхронних та асинхронних онлайн комунікацій, кожна з яких узгоджується з навчальними цілями, інституційною готовністю до дистанційного навчання та рівнем цифрової компетентності викладачів, характером та стилем навчання студентів.

Аналіз актуальних досліджень. К. Хенг у дослідженні онлайн навчання під час COVID-19 (Heng, 2020) здійснив аналіз термінології, як от: електронне навчання, онлайн навчання, дистанційне навчання, змішане та гібридне навчання. Кожен із зазначених форматів базується на використанні освітніх та цифрових технологій, але те, як студенти беруть участь у цьому процесі, відрізняється.

Ми погоджуємось з Б. Стауфер (Stauffer, 2020), яка зазначає, що дистанційне навчання, як різновид електронного навчання, покладається на інформаційно-комунікаційні технології для доставки змісту та взаємодії суб'єктів освітнього процесу. Відповідно, для залучення сучасних студентів до навчання в умовах цифрових середовищ, необхідно не лише створювати якісний е-контент, але і налагоджувати ефективну комунікацію із застосуванням асинхронних (на рівні закладів вищої освіти використовують Moodle чи інші системи управління навчанням, платформи неформальної освіти Coursera, EdX, Udacity, Prometheus, EdEra, інтегровані в освітнє середовище форуми, дошки, блоги і т.і.) та синхронних (шляхом проведення вебінарів, відеоконференцій, стрімінгу) комунікацій, які мають допомогти викладачеві здійснювати комунікації зі студентами на новому рівні (Морзе, 2019).

Важливість взаємодії в навчальному середовищі є предметом багатьох досліджень. Зокрема А. Шутенко (Шутенко, 2015) визначає принципи розвитку освітніх комунікацій у закладах вищої освіти, а саме: доступності, інтегрованості, інтерактивності, адресності, сензитивності, надмірності, різнобічності, моніторингу та оновлення. На нашу думку, зазначені принципи є основою побудови освітніх комунікацій незалежно від їх типу та форми організації освітнього процесу.

Порівняння синхронних і асинхронних технологій навчання було проведено у дисертації С. Храстінскі (Hrastinski, 2007). В роботі було показано, що використання лише асинхронних комунікацій залишає у студента відчуття ізоляваності, що може призвести до зниження мотивації та результативності, а в деяких випадках, припинення процесу навчання. Натомість, періодичні синхронні онлайн комунікації створюють умови для забезпечення учасників освітнього процесу стабільними засобами спілкування, співпраці, консультування тощо; залученості студентів та набуття досвіду колективної діяльності (Chen & You, 2007).

Експериментальне дослідження Г. Джонсона (Johnson, 2008) щодо визначення переваг здійснення синхронної та асинхронної навчальної дискусії з використанням чатів не виявило істотних відмінностей у досягненнях студентів. Ми погоджуємось із дослідником, що жоден тип комунікації не може бути відхилений або рекомендований з точки зору впливу на навчання студентів. При проєктуванні освітніх онлайн комунікацій слід враховувати й інші фактори впливу по на досягнення студентів. До таких належать: мотивація, саморегуляція, домінування певного навчального стилю студентів у режимі синхронного та асинхронного електронного навчання (Shahabadi & Uplane, 2015).

Отже, при розробці стратегій, визначення методів та завдань дистанційного навчання на рівні закладу освіти чи конкретної дисципліни, що значно актуалізується в умовах COVID-19, слід не лише дослідити особливості синхронного та асинхронного методів онлайн комунікації (Berestok, 2021), реалізації такої комунікації в умовах очного та змішаного навчання, в тому числі й окремих курсів (Барна, 2016), але й ставлення суб'єктів освітнього процесу до використання синхронних та асинхронних комунікацій.

Мета статті. У цій статті ми зосереджуємось на вивченні питання прийняття синхронних та асинхронних онлайн комунікацій суб'єктами освітнього процесу. На основі статистичного опитування та аналізу власного досвіду ми збираємось розкрити ставлення викладачів та студентів вітчизняних закладів вищої освіти до синхронної й асинхронної освітньої комунікації у процесі реалізації електронного навчання до і під час пандемії COVID-19. Це дозволить нам сформулювати рекомендації, які допоможуть забезпечити належну якість дистанційного навчання.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення поставленої мети застосовано комплекс методів: порівняльного та системного аналізу наукових праць, що охоплюють проблему дослідження, вивчення вітчизняного та зарубіжного досвіду реалізації електронного навчання до і під час пандемії COVID-19, зокрема моделей та ресурсного забезпечення синхронної та асинхронної освітньої комунікації. Для визначення ставлення викладачів та студентів закладів вищої освіти України до застосування синхронних та (чи) асинхронних освітніх комунікацій ми використовуємо деякі емпіричні методи: опитування за допомогою форми Google, спостереження за навчальним процесом у закладах вищої освіти під час реалізації дистанційного навчання в період карантинних обмежень COVID-19. Для опрацювання результатів анкети використано методи описової статистики та теорії статистичних висновків, зокрема перевірка гіпотез здійснювалася з використанням

методу однофакторного дисперсійного аналізу та таблиць взаємної спряженості за допомогою програмного інструментарію для обробки статистичних досліджень SPSS (Field, 2013).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Ми розробили статистичне опитування, щоб з'ясувати ставлення викладачів та студентів закладів вищої освіти України до застосування синхронних та асинхронних освітніх комунікацій як в умовах очного (змішаного) електронного навчання, так і дистанційного (спричинено карантинними обмеженнями COVID-19). Розроблена Google форма (<https://forms.gle/izrsJQKnwzVYYaB1A>) поширювалась з використанням соціальних мереж та месенджерів (Telegram, Viber, Facebook, Instagram). Звичайно, це певним чином обмежує аудиторію респондентів, але все ж дозволяє зробити певні висновки щодо існуючих тенденцій та закономірностей. У цілому, вибірка відповідала структурі генеральної сукупності респондентів із помилкою репрезентативності не вище 5%. Всього в опитуванні взяли участь 129 осіб з десяти вітчизняних ЗВО. З них: 28 (21,7%) викладачів, 28 бакалаврів та 73 (56,6%) магістрів. 41,1% респондентів становлять чоловіки, що відповідає генеральній сукупності. Усі респонденти зазначили, що у закладах вищої освіти, де вони навчаються чи працюють, для реалізації електронного навчання використовують різні системи управління навчанням (в переважній більшості у якості такої системи використовується LMS Moodle – таку відповідь надали 64,4% респондентів), а для синхронних онлайн комунікацій найчастіше використовують платформи Google Meet (30,9%), Zoom (29,1%) Cisco Webex (21,8%) та Discord (12,7%). 65,9% респондентів зазначили, що завжди мають доступ до комп'ютерної техніки й мобільних пристроїв з доступом до Інтернету, 29,7% - мають певні, але не критичні обмеження. Також слід зазначити високий рівень цифрової компетентності учасників опитування. За результатами самооцінювання – корелює з результатами попередніх досліджень авторів статті (Кузьмінська, 2019), 49,6% респондентів визначили власний рівень цифрової компетентності як високий, 31,8% - експертний і лише 1 учасник – як базовий. Наведені дані свідчать про готовність до реалізації дистанційного навчання у закладах вищої освіти як на рівні інституційного забезпечення, так і компетентності суб'єктів освітнього процесу, тому можемо висловити припущення що, вибір типу комунікації залежить від особистісних характеристик викладачів (як тих, хто забезпечує навчальний процес) та студентів (як замовників освітніх послуг). Для визначення рівня прийняття синхронної та асинхронної освітньої комунікації суб'єктів освітнього процесу до і під час карантинних обмежень, а також визначення факторів, що впливають та вибір, сформульовано наступні гіпотези:

H1: Викладачі та студенти однаково визначають важливість синхронної чи асинхронної освітньої комунікації.

H2: Ставлення до типу комунікації не залежить від форми навчання. Тобто, при переході на дистанційну форму навчання, зумовлену карантинними обмеженнями, вибір типу освітньої комунікації не змінюється.

H3. Вибір типу комунікації визначається статтю та віком респондентів, рівнем їх цифрової компетентності та галуззю знань, яку вони опановують.

Для підтвердження чи спростування висунутих гіпотез у визначенні прийняття синхронних та (чи) асинхронних комунікацій респондентам було запропоновано:

- визначити тип комунікації, якому надається перевага (синхронна чи асинхронна), у реалізації наступних видів діяльності: актуалізація цілей (навчання), аналіз досвіду; представлення та опрацювання теоретичних відомостей; вивчення предметної області; відпрацювання практичних навичок (постановка завдань лабораторних, семінарських чи практичних робіт, та їх виконання); представлення результатів освітньої діяльності; оцінювання результатів освітньої діяльності, вирішення проблем, рефлексія (I група запитань, перевірка гіпотези H1);

- оцінити за шкалою Лайкерта важливість (0 – не важливо, 4 – необхідно) застосування синхронної комунікації для кожного виду діяльності при переході на дистанційну форму навчання, коли унеможливорюються очні зустрічі (II група запитань, перевірка гіпотези H2);

- указати наявність платформ та окремих сервісів для підтримки асинхронної та синхронної комунікації у конкретному ЗВО, оцінити рівень власної цифрової компетентності (відповідно до рамки DigComp 2.1) та зазначити певні персональні дані (стать, вік, доступ до комп'ютерної техніки та Інтернету) для визначення факторів впливу на вибір типу комунікації (III група запитань, перевірка гіпотези H3).

ОБГОВОРЕННЯ

За результатами опитування студенти надають перевагу синхронним комунікаціям у процесі реалізації усіх зазначених видів навчальної діяльності (хоча різниця не є статистично істотною для усіх груп респондентів, що частково підтверджує гіпотезу H1), викладачі надають перевагу асинхронній комунікації у представленні та опануванні теоретичних відомостей та дослідженні предметної області. Загалом, можна зробити висновок, що студенти бакалаврату є найменш самостійними, впевненими та мотивованими – вони потребують максимальної кількості синхронних комунікацій. На рисунку 1 показано відповідні середні значення за сумою балів за усіма видами діяльності, які визначалися за 4-х бальною шкалою Лайкерта, для різних груп респондентів (порівняння середніх здійснювалося за критерієм Фішера на основі методу однофакторного дисперсійного аналізу).

Для перевірки гіпотези H2 респондентів, за результатами відповідей на I групу запитань, було об'єднано у три групи відповідно до прихильності до певного типу комунікації (табл. 1):

- *G1: переважно асинхронна комунікація*; до цієї групи віднесено тих, хто надає перевагу синхронній комунікації у реалізації від 0 до 3 зазначених видів навчальної діяльності;

- *G2: частково синхронна, частково асинхронна комунікація*; члени цієї групи синхронну комунікацію підтримують у реалізації від 4 до 6 видів навчальної діяльності;

- *G3: переважно синхронна комунікація*; респонденти реалізацію від 7 до 9 зазначених видів діяльності воліють здійснювати синхронно.

Для цих груп було порівняно середні значення суми балів за запитаннями стосовно ступеня важливості застосування синхронної взаємодії (від 0 до 4 балів) при реалізації дистанційного навчання (табл. 1).

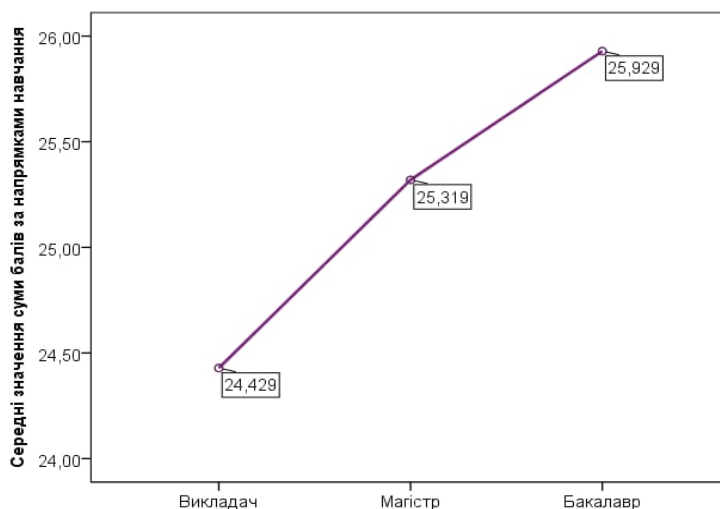


Рис. 1. Середнє за сумою балів за усіма видами діяльності для різних груп респондентів

Таблиця 1

Середні значення суми балів за питаннями стосовно ступеню важливості застосування синхронної взаємодії (від 0 до 4 балів) та відповідні статистичні показники

Групи респондентів за їх прихильністю до типу комунікації	Кількість респондентів у групі	Середнє значення за сумою балів оцінки важливості синхронної форми навчання для груп	Стандартне відхилення середнього значення	Мінімальне значення за сумою балів	Максимальне значення за сумою балів
Переважаю асинхронна (Г1)	22	22,64	10,37	0	35
Частково синхронна, частково асинхронна (Г2)	84	25,38	6,81	11	36
Переважаю синхронна (Г3)	22	27,41	6,80	15	36
Загалом	128	25,26	7,60	0	36

За результатами опитування (табл. 1) найбільше респондентів (група Г2 – 84 особи) надають перевагу змішаному типу комунікацій незалежно від форми навчання. Середнє значення за сумою балів оцінки важливості синхронного типу комунікації при реалізації дистанційного навчання для груп дещо різні, але ця різниця не є статистично істотною. Тобто, зміна форми навчання не чинить суттєво впливу на вибір способу комунікації, що дає підстави для підтвердження гіпотези Н2. Порівняння середніх здійснювалося на основі однофакторного дисперсійного аналізу і за критерієм Фішера. Результати порівняння та основні статистичні показники наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Статистичні показники щодо порівняння середніх балів з визначення важливості синхронного типу комунікації для різних груп респондентів на основі однофакторного дисперсійного аналізу

Значення статистичних показників для визначення різниці	Сума квадратів сумарної кількості балів	Кількість ступенів свободи	Середнє квадратів сумарної кількості балів	Значення критерія Фішера	Рівень значущості p-value
Між групами респондентів	254,27	2	127,14	2,25	0,11
Усередині груп респондентів	7080,22	125	56,64		
Загалом	7334,492	127			

Разом з тим, додаткове порівняння за окремими видами діяльності показало наявність респондентів, які, надаючи перевагу асинхронній комунікації у процесі реалізації деяких видів діяльності в умовах очного навчання (І група запитань), при переході до дистанційного (ІІ група запитань) визначають важливість синхронної комунікації. Зокрема, для актуалізації цілей навчання та аналізу досвіду різниця статистично істотна на рівні $p\text{-value} < 0,05$; опрацювання теоретичних відомостей – на рівні $p\text{-value} < 0,06$; вивчення предметної області – на рівні $p\text{-value} < 0,08$; вирішення проблем – на рівні $p\text{-value} < 0,08$.

value<0,08; рефлексія – на рівні p-value<0,09. Можна зробити припущення щодо недостатньої впевненості та самостійності студентів у процесі реалізації дистанційної форми навчання в умовах карантинних обмежень (коли немає змоги обирати форму навчання). Відповідно актуалізується потреба додаткових досліджень задоволеності студентів реалізацією дистанційного навчання під час COVID-19 (Refae & Kaba & Eletter, 2021) з фокусом на педагогічному дизайні освітніх комунікацій.

Для підтвердження чи спростування НЗ було досліджено зв'язок між типом комунікації (синхронна, асинхронна), якому віддають перевагу респонденти та: рівнем їх цифрової компетентності (за результатами самооцінювання), статтю, доступом до комп'ютерної техніки та Інтернету, наявністю в закладі вищої освіти системи підтримки навчання (синхронних та асинхронних комунікацій). В результаті гіпотезу НЗ підтверджено частково, оскільки вибір типу освітньої комунікації не залежить від рівня цифрової компетентності (оцінка проводилася за критерієм хі-квадрат на рівні p-value>0,05) – респонденти із різним рівнем цифрової компетентності у середньому однаково оцінюють оптимальність синхронної та асинхронної комунікації (рис. 2а). Також не чинить суттєвого впливу на прихильність до певного типу комунікації ресурсне забезпечення (оцінка проводилася за критерієм Фішера на рівні p-value>0,05) як на рівні ЗВО (платформи та сервіси для підтримки електронного навчання), так і рівні окремого респондента (доступ до комп'ютерної техніки та Інтернету). Виявлено відмінності лише у виборі типу комунікації за статевою ознакою – чоловіки надають перевагу асинхронній комунікації (рис. 2б). Проте, оскільки вибірка була не надто великою, прояв такої залежності може мати випадковий характер, не дивлячись на те, що зв'язок підтверджено за допомогою хі-квадрат на рівні значущості p-value<0,05. Це питання потребує додаткового вивчення.

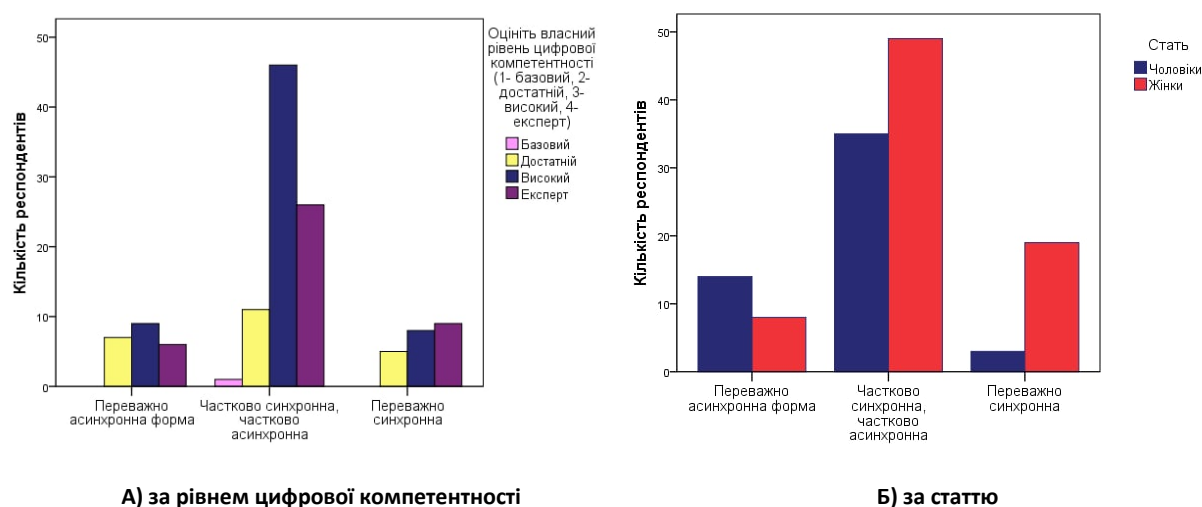


Рис. 2. Діаграми розподілу респондентів за різними групами відповідно до обраного типу комунікації

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

До пандемії COVID-19 концепція змішаного навчання як поєднання очного навчання та онлайн-навчання була запроваджена в багатьох закладах вищої освіти. Перший досвід реалізації дистанційного навчання в умовах карантинних обмежень є підґрунтям для проведення додаткових досліджень, що стосуються ресурсного забезпечення, удосконалення освітнього менеджменту, зокрема системи підвищення кваліфікації науково-педагогічних працівників, педагогічного дизайну середовищ доставки е-контенту та освітньої комунікації викладачів і студентів.

На підставі результатів проведеного опитування задля визначення ставлення суб'єктів освітнього процесу вітчизняних закладів освіти до застосування певного типу освітніх комунікацій:

1) підтверджено готовність закладів освіти до реалізації дистанційного навчання як на рівні ресурсного забезпечення, так і цифрової компетентності викладачів і студентів;

2) визначено вплив особистісних характеристик на вибір типу освітньої комунікації; це важливо враховувати при проектуванні взаємодії на рівні вивчення конкретної дисципліни у конкретних групах, оскільки прийняття того чи іншого типу комунікації може різнитись як у викладачів (організують та супроводжують навчальний процес), так і конкретних студентів (навчаються);

3) доведено відсутність зв'язку між вибором типу освітньої комунікації та рівнем цифрової компетентності суб'єктів освітнього процесу, інституційною підтримкою реалізації дистанційного навчання (наявність та тип платформ і сервісів підтримки синхронної та асинхронної комунікації), можливостями конкретного студента й викладача (доступ до комп'ютерної техніки та Інтернету), а також формою навчання (порівнювали реалізацію електронного навчання до пандемії та дистанційного під час COVID-19);

4) з'ясовано взаємозв'язок між статусом (викладач, магістр, бакалавр) та типом освітніх комунікацій, яким надають перевагу суб'єкти освітнього процесу: студенти в цілому надають перевагу синхронним комунікаціям, причому, чим «вищий» статус, тим більший рівень самостійності та відповідальності – бакалаври потребують найбільше синхронної взаємодії;

5) висловлено припущення, що полягає у потребі посилення супроводу студентів під час дистанційного навчання: у процесі опанування теоретичних відомостей, дослідження предметної області, вирішення проблем та здійснення

рефлексії визначено студентів, які, попри прихильність до застосування асинхронної онлайн комунікації під час очного навчання, при переході до дистанційної форми потребують комунікації синхронної.

В цілому, дослідження показало, що не існує суттєвої різниці у проведенні асинхронних заходів в умовах дистанційного навчання в період COVID-19 у порівнянні з очним навчанням, синхронні ж комунікації, які превалюють у навчальних аудиторіях і яких так потребують студенти, не слід масштабувати, наприклад, у дистанційні лекції тривалістю 1,2 години чи вебінари замість очних семінарських занять. Потрібно вивчити цілі та зміст конкретної дисципліни, очікувані результати навчання, мотивацію, потреби й можливості студентів, перш ніж приймати рішення про використання того чи іншого типу освітньої комунікації. Крім того, слід враховувати, що переважна більшість студентів надають перевагу змішаному типу. Педагогічний дизайн освітніх комунікацій та їх ресурсне забезпечення у процесі реалізації дистанційного навчання вбачається перспективним напрямом подальших досліджень.

Список використаних джерел

1. Berestok O. V. Synchronous and Asynchronous E-Learning Modes: Strategies, Methods, Objectives. URL: <http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/8849/1/Berestok%20O.%20V.%20Synchronous%20and%20Asynchronous.pdf> (Дата звернення 18.07.2021).
2. Chen, W., & You, M. (2007). *The differences between the influences of synchronous and asynchronous modes on collaborative learning project of industrial design*. In D. Schuler (Ed.), *Lecture notes in computer science: Vol. 4564. Online communities and social computing* (pp. 275–283). Berlin: Springer-Verlag. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-73257-0_31. (Дата звернення 18.07.2021).
3. El Refae, G.A., Kaba, A. & Eletter, S. (2021) Distance learning during COVID-19 pandemic: satisfaction, opportunities and challenges as perceived by faculty members and students", *Interactive Technology and Smart Education*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. URL: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ITSE-08-2020-0128/full/html> (Дата звернення 18.07.2021).
4. Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (4th ed.). SAGE Publications. URL: <https://edge.sagepub.com/field5e> (Дата звернення 18.07.2021).
5. Heng, K., & Sol, K. (2020, December 08). *Online learning during COVID-19: Key challenges and suggestions to enhance effectiveness*. Cambodian Education Forum. URL: <https://cambodianeducationforum.wordpress.com/2020/12/08/online-learning-during-covid-19-key-challenges-and-suggestions-to-enhance-effectiveness/> (Дата звернення 18.07.2021).
6. Hrastinski S. (2007). Participating in Synchronous Online Education: PhD dissertation. Lund University, 2007. 154 p. URL: <http://www.lu.se/o.o.i.s?id=12588&postid=599311> (Дата звернення 18.07.2021).
7. Johnson, G. (2008). The relative learning benefits of synchronous and asynchronous text-based discussion. *British Journal of Educational Technology*, 39(1), 166–169. URL: <https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-8535.2007.00739.x> (Дата звернення 18.07.2021).
8. Kuzminska O., Mazorchuk M., Morze N., Pavlenko V. & Prokhorov A. Study of Digital Competence of the Students and Teachers in Ukraine, *CEUR Workshop Proceedings*, vol.1007, pp. 148–169, 2019. URL: http://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_169.pdf (Дата звернення 18.07.2021).
9. Mehdi Mehri Shahabadi & Megha Uplane (2015)/ Synchronous and Asynchronous e-learning Styles and Academic Performance of e-learners, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 176, 2015, Pages 129-138, URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815004905> (Дата звернення 18.07.2021).
10. Stauffer, B. (2020). *What's the difference between online learning and distance learning?* The Applied Education System. URL: <https://www.aeseducation.com/blog/online-learning-vs-distance-learning>. (Дата звернення 18.07.2021).
11. Барна О.В. Технологія змішаного навчання в курсі методики навчання інформатики. *Електронне наукове фахове видання "Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету"*, (2), 84-92. URL: <https://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/35>. (Дата звернення 18.07.2021).
12. Глазунова О.Г., Мокрієв М.В., Кузьмінська О.Г., Якобчук О.В. Архітектура гібридного хмаро-орієнтованого середовища навчального закладу: колективна монографія. Київ: Інтерсервіс, 2018. - 238 с.
13. Желанова В. В. Середовищний підхід у вищій освіті: сутність та логіка реалізації. *Теорія і практика професійної майстерності в умовах цілежиттєвого навчання: монографія*. Житомир, Україна: АМСКП "Полісся", с. 102, 2016.
14. Захарченко В. М., Калашнікова С. А., Луговий В. І., Ставицький А. В., Рашкевич Ю. М., Таланова Ж. В. Національний освітній глосарій: вища освіта. Київ, Україна: ТОВ "Видавничий дім "Плеяди", с. 40, 2014.
15. Морзе Н.В. Яким має бути «розумний» університет у «розумному» суспільстві? URL: http://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/10640/1/N_Morze_28_03_12_konf_NDL.pdf (Дата звернення 18.07.2021).
16. Шутенко А.И. (2015). Концепция построения образовательных коммуникаций в системе вузовской подготовки. *Modern Research of Social Problems*, №11(55), 2015. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-postroeniya-obrazovatelnyh-kommunikatsiy-v-sisteme-vuzovskoy-podgotovki> (Дата звернення 18.07.2021).

References

1. Berestok O. V. Synchronous and Asynchronous E-Learning Modes: Strategies, Methods, Objectives. Retrieved from <http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/8849/1/Berestok%20O.%20V.%20Synchronous%20and%20Asynchronous.pdf>. [in English].
2. Chen, W., & You, M. (2007). *The differences between the influences of synchronous and asynchronous modes on collaborative learning project of industrial design*. In D. Schuler (Ed.), *Lecture notes in computer science: Vol. 4564. Online communities*

- and social computing (pp. 275–283). Berlin: Springer-Verlag. Retrieved from https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-73257-0_31. [in English].
3. El Refae, G.A., Kaba, A. & Eletter, S. (2021) Distance learning during COVID-19 pandemic: satisfaction, opportunities and challenges as perceived by faculty members and students", *Interactive Technology and Smart Education*, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. Retrieved from <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ITSE-08-2020-0128/full/html>. [in English].
 4. Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (4th ed.). SAGE Publications. Retrieved from <https://edge.sagepub.com/field5e>. [in English].
 5. Heng, K., & Sol, K. (2020, December 08). *Online learning during COVID-19: Key challenges and suggestions to enhance effectiveness*. Cambodian Education Forum. Retrieved from <https://cambodianeducationforum.wordpress.com/2020/12/08/online-learning-during-covid-19-key-challenges-and-suggestions-to-enhance-effectiveness/>. [in English].
 6. Hrastinski S. (2007). Participating in Synchronous Online Education: PhD dissertation. Lund University, 2007. – 154 p. Retrieved from <http://www.lu.se/o.o.i.s?id=12588&postid=599311>. [in English].
 7. Johnson, G. (2008). The relative learning benefits of synchronous and asynchronous text-based discussion. *British Journal of Educational Technology*, 39(1), 166–169. Retrieved from <https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-8535.2007.00739.x>. [in English].
 8. Kuzminska O., Mazorchuk M., Morze N., Pavlenko V. & Prokhorov A. Study of Digital Competence of the Students and Teachers in Ukraine, *CEUR Workshop Proceedings*, vol.1007, pp. 148–169, 2019. Retrieved from http://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_169.pdf. [in English].
 9. Mehdi Mehri Shahabadi & Megha Uplane (2015)/ Synchronous and Asynchronous e-learning Styles and Academic Performance of e-learners, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 176, 2015, Pages 129-138. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815004905>. [in English].
 10. Stauffer, B. (2020). *What's the difference between online learning and distance learning?* The Applied Education System. Retrieved from <https://www.aeseducation.com/blog/online-learning-vs-distance-learning>. [in English].
 11. Barna O.V. Tekhnolohiia zmishanoho navchannia v kursy metodyky navchannia informatyky [Blended learning technology in the course of computer science teaching methods.]. *Elektronne naukovye fakhove vydannia "Vidkryte osvritnie e-seredovyshche suchasnoho universytetu"*, (2), 84-92. URL: <https://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/35>. [in Ukrainian].
 12. Hlazunova O.H., Mokriev M.V., Kuzminska O.H., Yakobchuk O.V. Arkhitektura hibridnoho khmaro-orientovanoho seredovyshcha navchalnoho zakladu: kolektyvna monohrafiia [The architecture of a hybrid cloud-oriented environment of an educational institution]. Kyiv: Interservis, 2018. - 238 p. [in Ukrainian].
 13. Zhelanova V. V. Seredovyshchnyi pidkhid u vyshchii osviti: sutnist ta lohika realizatsii. *Teoriia i praktyka profesiinoi maisternosti v umovakh tsilezhyttievoho navchannia*: monohrafiia [The environmental approach in higher education: the essence and logic of implementation. Theory and practice of professional skills in terms of purposeful learning]. Zhytomyr, Ukraine: AMSKP "Polissia", s. 102, 2016.
 14. Zakharchenko V. M., Kalashnikova S. A., Luhovyi V. I., Stavytskyi A. V., Rashkevych Yu. M. & Talanova Zh. V. Natsionalnyi osvritnii hlosarii: vyshcha osvita [National Education Glossary: Higher Education]. Kyiv, Ukraine: TOV "Vydavnychiy dim "Pleiady", s. 40, 2014. [in Ukrainian].
 15. Morze N. V. Yakym maie buty «rozumnyi» universytet u «rozumnomu» suspilstvi? Retrieved from http://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/10640/1/N_Morze_28_03_12_konf_NDL.pdf. [in Ukrainian].
 16. Shutenko A.I. (2015). Konceptsiya postroeniya obrazovatel'nykh kommunikatsiy v sisteme vuzovskoy podgotovki. *Modern Research of Social Problems*, #11(55), 2015. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-postroeniya-obrazovatelnykh-kommunikatsiy-v-sisteme-vuzovskoy-podgotovki>. [in Russian].

ACCEPTANCE SYNCHRONOUS AND ASYNCHRONOUS EDUCATIONAL COMMUNICATION BEFORE AND DURING THE COVID-19 PANDEMIC: AN EMPIRICAL STUDY OF E-LEARNING IMPLEMENTATION IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS IN UKRAINE

Olena Kuzminska

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine

Mariia Mazorchuk

V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine

Maksym Mokriev

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine

Olha Barna

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, Ukraine

Abstract.

Formulation of the problem. The implementation of e-learning requires the study of the relationship between synchronous and asynchronous online communications between participants in the educational process, consistent with educational goals, institutional readiness for distance learning and the level of digital competence of teachers, the nature and style of student learning.

Materials and methods. The study analyzes the results of a statistical survey of about 130 respondents from 10 higher education institutions in Ukraine on the attitude of teachers and students to the use of synchronous and asynchronous educational communications in both face-to-face (blended e-learning) and distance (caused by quarantine restrictions COVID-19) learning. Methods of descriptive statistics and the theory of statistical conclusions were used to process the results of the questionnaire, in particular, hypotheses were tested using the method of one-way analysis of variance and correlation tables using software tools for processing statistical studies SPSS.

Results. Teachers and students alike determine the importance of synchronous and (or) asynchronous educational communication. The attitude to the

type of communication does not depend on the form of education. That is, in the transition to distance learning, due to quarantine restrictions, the choice of type of educational communication does not change. The choice of type of communication does not depend on the level of digital competence of the subjects of the educational process and the field of knowledge they master. The gender and age of the respondents partly influence the provision of preferences to a certain type of educational communication, this factor needs to be studied in more detail.

Conclusions. *It was found that there is no significant difference in the conduct of asynchronous activities in distance learning during COVID-19 compared to face-to-face learning, while synchronous communications, which prevail in classrooms and are so needed by students, should not be scaled, for example, in distance lectures 1.2 hours or webinars instead of face-to-face seminars. It is necessary to study the goals and content of a particular discipline, expected learning outcomes, motivation, needs and opportunities of students before deciding on the use of a particular type of educational communication.*

Key words: *educational communication, e-learning, higher education, COVID-19, empirical research.*



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



Лукашова Т.Д., Страх О.П. Інтегрований підхід щодо визначення похідної функцій, заданих на неперервних та дискретних множинах. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 4(30). С. 76-81.

Lukashova T., Strakh O. Integrated approach to definition of derivative of functions, which is defined on continuous and discrete sets. Physical and Mathematical Education. 2021. Issue 4(30). P. 76-81.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-030-4-011

УДК [517.2+519.1+517.9+519.6](378)

Т.Д. Лукашова

Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Україна
 tanya.lukashova2015@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1465-9530>

О.П. Страх

Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Україна
 strah_o@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7680-5716>

ІНТЕГРОВАНІЙ ПІДХІД ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ПОХІДНОЇ ФУНКЦІЙ, ЗАДАНИХ НА НЕПЕРЕРВНИХ ТА ДИСКРЕТНИХ МНОЖИНАХ

АНОТАЦІЯ

Важливим елементом у підготовці майбутнього фахівця у галузі математики є набуття ним комплексних знань шляхом вивчення узагальнюючих теорій та методів, за допомогою яких визначаються основні фундаментальні поняття. На сьогодні існує цілий ряд таких теорій і їх використання виокремлюється навіть у самостійні наукові напрямки. Застосування елементів узагальнення та порівняння об'єктів вивчення різних математичних дисциплін у навчальному процесі також відіграє важливу роль в побудові міждисциплінарних зв'язків, які у свою чергу сприяють всебічному розвитку майбутнього спеціаліста, реалізації його потенціалу у науковій та професійній діяльності.

Формулювання проблеми. Аналізуючи основні положення диференціального та різницевого числення, неважко помітити значну схожість між властивостями похідної та різницевого оператора, що є ключовими характеристиками функцій, які визначені на неперервних та дискретних множинах відповідно. Виявляється, що ця схожість не випадкова, і вказані поняття є частинними випадками поняття дельта-похідної функції.

Матеріали і методи. Авторами використовувалися наступні методи: системний аналіз наукової, навчальної та методичної літератури; порівняння та синтез теоретичних положень; спостереження за ходом педагогічного процесу; узагальнення власного педагогічного досвіду та досвіду колег з інших закладів вищої освіти. Окрім того, були використані деякі загально математичні та спеціальні методи диференціального та різницевого числення і теорії часових шкал.

Результати. У статті розглянуто загальний підхід до вивчення двох фундаментальних математичних понять – поняття похідної та різницевого оператора з точки зору спеціальної теорії часових шкал, а також шляхи використання такого підходу щодо встановлення зв'язків між різними математичними теоріями з метою формування у студентів цілісного уявлення про математичні об'єкти, їх властивості та застосування.

Висновки. Встановлення зв'язків між моделями і методами дослідження, які використовуються при вивченні різних математичних дисциплін, що входять у програму підготовки майбутніх фахівців-математиків, дозволяє сформувати у студентів цілісне уявлення про математичні об'єкти, алгоритми та теорії, і як наслідок, робить їх знання системними і практично більш значущими. Це сприяє інтелектуальному розвитку студентів, формуванню в них системних математичних знань, підвищенню рівня математичної грамотності та інтересу до предмету.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: похідна функції, різницевий оператор, дельта-похідна, диференціальне числення, різничеве числення, неперервна множина, дискретна множина.

ВСТУП

Постановка проблеми. Одним із завдань вищої освіти є формування у студентів умінь комплексного бачення проблеми, її аналізу та системного вирішення. Реалізації цього завдання значною мірою сприяє інтеграція знань студентів з різних дисциплін, їх подальший синтез та комплексне застосування на практиці та в майбутній науковій та професійній

діяльності. Яскравим прикладом такої інтеграції може слугувати вивчення поняття дельта-похідної функції, яке узагальнює поняття похідної та різницевого оператора, що є ключовими характеристиками функцій, заданих на неперервних та дискретних множинах відповідно.

У даній статті розглядається можливість впровадження загального підходу до вивчення вказаних понять та його використання для встановлення міждисциплінарних зв'язків дискретної математики, математичного аналізу (диференціального числення) та теорії диференціальних рівнянь, що входять у цикл професійної підготовки майбутніх вчителів математики, а також формування цілісного уявлення про вказані математичні об'єкти, їх властивості та застосування. Окремі шляхи встановлення таких зв'язків між курсами дискретної математики та диференціальних рівнянь були розглянуті авторами в роботі (Страх&Лукашова, 2021).

Аналіз актуальних досліджень. Донедавна панівне положення в математиці займало вивчення неперервних функцій, що було основою всіх застосувань математики у фізиці та техніці. Проте, з середини ХХ століття у зв'язку з бурхливим розвитком електронно-обчислювальної техніки, ядерної фізики, квантової механіки, теорії програмування та генної інженерії перед математикою постали якісно нові задачі, розв'язати які засобами класичного аналізу виявилось неможливо або занадто складно. Почалося відродження інтересу до дискретної математики, яка оперує дискретними (в тому числі й скінченними) множинами та функціями, визначеними на таких множинах. Сучасна обчислювальна техніка і накопичений досвід дозволяють за допомогою так званих різницевих схем наближено розв'язувати достатньо складні завдання, що погано піддаються дослідженню іншими методами.

Як відомо, ключове місце в диференціальному численні відіграє поняття похідної функції. Похідна як базова характеристика функцій, заданих на неперервних множинах, має численні застосування не лише в математиці, а й у ряді інших дисциплін. Для дискретно заданих функцій аналогом похідної виступає так званий різницевий оператор або скінченна різниця (Андерсон, 2004; Гельфонд, 1959; Ядренко, 2004). Скінченні різниці широко використовуються при інтерполяції в математичних таблицях, при підсумовуванні числових рядів, у наближених обчисленнях інтегралів та знаходженні розв'язків диференціальних рівнянь, а також у будь-якій ситуації, де треба описати поведінку об'єкта, характеристики якого дискретно змінюються під впливом певних факторів (у часі чи просторі). Наприклад, для термостата потрібен певний час, щоб відреагувати на зміну температури, тому він реагує не на поточну температуру, а на ту, що була хвилину назад.

Враховуючи, що диференціальне числення займається вивченням границь відношень різниць, а різницеве числення – самими різницями, то природно, що між цими двома теоріями існує багато паралелей. Відповідна теорія була побудована наприкінці ХХ століття німецьким математиком Стефаном Хільгером. Ним було уведено поняття Δ -похідної, що об'єднує в собі поняття похідної та різницевого оператора, і оперує функціями, заданими на неперервно-дискретних часових інтервалах (множинах) (Bohner&Peterson, 2001; Kelley&Peterson, 2001).

Метою статті є огляд інтегрованого підходу до вивчення похідної та різницевого оператора з точки зору теорії часових шкал, а також дослідження можливостей використання цього підходу щодо встановлення зв'язків між різними математичними курсами з метою формування цілісного уявлення про математичні об'єкти та теорії.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У статті використано наступні теоретичні та емпіричні методи досліджень: системний аналіз наукової, навчальної та методичної літератури; порівняння та синтез теоретичних положень, розкритих в науковій та навчальній літературі; спостереження за ходом педагогічного процесу; узагальнення власного педагогічного досвіду та досвіду колег з інших закладів вищої освіти. Окрім того, були використані деякі загально математичні та спеціальні методи диференціального та різницевого числень і теорії часових шкал.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Одним з основних понять диференціального числення, яке як інструмент дослідження широко використовується не лише у математичному аналізі, а й у цілому ряді інших дисциплін (зокрема, в алгебрі й теорії чисел, теорії диференціальних рівнянь, чисельних методах, варіаційному численні, математичному програмуванні та фізиці), є поняття похідної функції. В математичному аналізі в основу визначення похідної функції дійсного (комплексного) аргументу покладено поняття границі (див., наприклад, Фіхтенгольц, 1967).

Означення 1. Похідною функції $f(x)$ в заданій точці $x = x_0$ з області її визначення (та неперервності) називається число

$$f'(x_0) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x_0 + \Delta x) - f(x_0)}{\Delta x}, \quad (1)$$

що є границею відношення приросту функції до приросту Δx аргумента за умови, що величина Δx прямує до нуля (і вказана границя існує).

Означення 1 можна переформулювати, застосовуючи визначення границі (наприклад, за О. Коші). Тоді похідну функції в точці можна визначити наступним чином.

Означення 2. Число $f'(x_0)$ називається **похідною** заданої функції $f(x)$ в заданій точці $x = x_0$ з області її визначення тоді і тільки тоді, коли

$$\forall \varepsilon > 0 \exists \delta(\varepsilon): |x - x_0| < \delta(\varepsilon) \Rightarrow |f(x) - f(x_0) - f'(x_0) \cdot (x - x_0)| \leq \varepsilon |x - x_0|. \quad (2)$$

З іншого боку, поняття границі можна ввести не у кожному полі або кільці. Зокрема, воно не застосовне в полі раціональних чисел (бо не кожна послідовність раціональних чисел має границею раціональне число) та й узагалі в усіх скінченних кільцях та полях. У цих випадках виникає потреба означити похідну функції без використання поняття границі. Так, у курсі алгебри і теорії чисел поняття похідної многочлена вводиться наступним чином (Завало, 1985).

Означення 3. Похідною многочлена $f(x) = a_n x^n + \dots + a_1 x + a_0$ з коефіцієнтами з кільця K називають многочлен

$$f'(x) = n a_n x^{n-1} + \dots + 2 a_2 x + a_1.$$

Вважають також, що похідна від многочлена нульового степеня та нуль-многочлена дорівнює нулю, тобто якщо $f(x) = \text{const}$, то $f'(x) = 0$.

Отже, в алгебрі поняття похідної многочлена над довільним кільцем (полем) вводиться за домовленістю (як многочлен певного виду). Зрозуміло, що при такому підході за певних обмежень зберігаються й основні правила диференціювання (для знаходження похідної від суми, добутку, частки многочленів).

В курсі дискретної математики (у розділі «Різницева числення») для функцій, заданих на множині натуральних чисел, розглядається поняття **різницевого оператора**, яке фактично є дискретним аналогом поняття похідної у класичному розумінні (Андерсон, 2004).

Означення 4. Нехай область визначення функції $f(x)$ разом з точкою x містить точку $(x + 1)$. **Різницеvim оператором** (оператором спадної різниці або різницею першого порядку) функції $y = f(x)$ називається вираз виду

$$\Delta f(x) = f(x + 1) - f(x). \quad (3)$$

Приклад 1. Знайти значення різницевого оператора від функцій $f(x) = x$, $p(x) = 2^x$, $g(x) = x^2$, $h(x) = x!$.

Виходячи з означення 4, маємо:

$$\Delta x = (x + 1) - x = 1;$$

$$\Delta 2^x = 2^{(x+1)} - 2^x = 2^x(2 - 1) = 2^x;$$

$$\Delta x^2 = (x + 1)^2 - x^2 = 2x + 1,$$

$$\Delta x! = (x + 1)! - x! = (x + 1 - 1) \cdot x! = x \cdot x!.$$

Значення різницевого оператора від деяких елементарних функцій наведено у Таблиці 1.

Таблиця 1

Значення різницевого оператора від основних елементарних функцій

$f(x)$	$\Delta f(x)$	$f(x)$	$\Delta f(x)$
$a \in \mathbb{N}$	0	$\frac{1}{x}$	$-\frac{1}{x(x+1)}$
$ax + b$	a	a^x	$a^x(a - 1)$
x^2	$2x + 1$	$\log_a x$	$\log_a \frac{x+1}{x}$
x^3	$3x^2 + 3x + 1$	$\sin x$	$2 \cos \left(x + \frac{1}{2}\right) \sin \frac{1}{2}$
x^n	$\sum_{k=1}^n C_n^k x^{n-k}$	$\cos x$	$-2 \sin \left(x + \frac{1}{2}\right) \sin \frac{1}{2}$

Запишемо формулу (3) у вигляді:

$$\Delta f(x) = \frac{f(x+1) - f(x)}{1}. \quad (4)$$

Тоді означення різницевого оператора стає певною мірою подібним до означення похідної (при цьому $\Delta x \rightarrow 0$ слід замінити на $\Delta x = 1$ і прибрати символ границі). Неважко перекоонатися, що й властивості різницевого оператора Δ аналогічні властивостям похідної. В довіднику (Корн&Корн, 1973) наводиться операторна формула, що пов'язує різницеvim оператор з оператором диференціювання.

Наведемо правила знаходження різницевого оператора (та для порівняння правила знаходження похідної) для добутку на число, суми, різниці, добутку та частки двох функцій (Таблиця 2).

Таблиця 2

Властивості різницевого оператора та похідної

$f(x)$	$\Delta f(x)$	$f'(x)$
$g(x) \pm h(x)$	$\Delta g(x) \pm \Delta h(x)$	$g'(x) \pm h'(x)$
$Cg(x)$, де $C = \text{const}$	$C\Delta g(x)$	$Cg'(x)$
$g(x) \cdot h(x)$	$\Delta g(x)h(x) + g(x+1)\Delta h(x)$, або $g(x)\Delta h(x) + \Delta g(x)h(x+1)$	$g'(x)h(x) + g(x)h'(x)$
$\frac{g(x)}{h(x)}$	$\frac{\Delta g(x)h(x) - g(x)\Delta h(x)}{h(x)h(x+1)}$	$\frac{g'(x)h(x) - g(x)h'(x)}{(h(x))^2}$

Приклад 2. Обчислити значення різницевого оператора від функцій: 1) $f(x) = 2x^2 + 2^x$; 2) $g(x) = 2x^2 \cdot 2^x$.

$$1) \Delta(2x^2 + 2^x) = 2 \cdot (2x + 1) + 2^x,$$

$$2) \Delta(2x^2 \cdot 2^x) = 2x^2 2^x + 2(2x + 1)2^{x+1} = 2^{x+1}(x^2 + 4x + 2).$$

Таким чином, різницеvim оператор та похідна мають дуже схожі властивості. Зрештою, ця схожість є закономірною з огляду на те, що у деяких випадках, зокрема, при наближеному знаходженні розв'язків диференціальних рівнянь, похідну замінюють різницеvim оператором. Відтак, можна розглянути можливість узагальнення понять похідної та різницевого оператора та їх відповідних характеристик.

Таке узагальнення було запропоноване у 1988 році німецьким математиком Стефаном Хільгером та ґрунтується на понятті часової шкали як довільної непорожньої та замкненої (з погляду теорії множин) підмножини множини дійсних чисел. Відповідна теорія дозволяє розглядати об'єкти як на неперервних, так і на дискретних чи, навіть, на неперервно-дискретних інтервалах. Ключовим поняттям (яке як раз і об'єднує в собі поняття похідної та різницевого оператора) у цій теорії є поняття так званої Δ -похідної (дельта-похідної).

Перш ніж перейти до означення Δ -похідної, розглянемо дві функції, які визначають вид кожного елемента заданої часової шкали.

Означення 5. (Bohner&Peterson, 2001) На заданій часовій шкалі \mathbb{T} функція $\sigma(x) = \inf\{t \in \mathbb{T} : t > x\}$ називається **функцією стрибка вперед**, функція $\rho(x) = \sup\{t \in \mathbb{T} : t < x\}$ називається **функцією стрибка назад**, а функція $\mu(x) = \sigma(x) - x$ називається **функцією зернистості** заданої часової шкали.

Таким чином, усі точки заданої часової шкали класифікуються відносно значень зазначених вище функцій у такий спосіб (Bohner&Peterson, 2001):

- 1) якщо $x < \sigma(x)$, то x – справа розсіяна точка;
- 2) якщо $x = \sigma(x)$, то x – справа щільна точка;
- 3) якщо $x > \rho(x)$, то x – зліва розсіяна точка;
- 4) якщо $x = \rho(x)$, то x – зліва щільна точка;
- 5) якщо $\rho(x) < x < \sigma(x)$, то x – ізолювана точка;
- 6) якщо $\rho(x) = x = \sigma(x)$, то x – щільна точка.

Тепер можемо дати означення Δ -похідної функції $f(x)$, заданої на довільній часовій шкалі \mathbb{T} (додатково будемо вважати, що у випадку $\sup \mathbb{T} \neq \infty$, значення функції $\rho(\max \mathbb{T}) = \max \mathbb{T}$).

Означення 5. (Bohner&Peterson, 2001) Нехай \mathbb{T} – задана часова шкала. Δ -похідною заданої функції $f(x) : \mathbb{T} \rightarrow \mathbb{R}$ в довільній точці $x_0 \in \mathbb{T}$ називається функція $f^\Delta(x_0)$, яка задовольняє таку умову:

$$\forall \varepsilon > 0 \exists \delta(\varepsilon) : |x - x_0| < \delta \Rightarrow |f(\sigma(x)) - f(x_0) - f^\Delta(x_0) \cdot (\sigma(x) - x_0)| \leq \varepsilon |\sigma(x) - x_0|. \quad (5)$$

Очевидно, умова (5) узагальнює умову (2) означення звичайної похідної. Δ -похідна $f^\Delta(x)$ функції є звичайною похідною $f'(x)$ у випадку дійсного відрізка або визначає різницевий оператор $\Delta f(x) = f(x+1) - f(x)$ у випадку дискретного відрізка (зокрема, на множині цілих чисел). Більш того, має місце наступне твердження.

Теорема. (Bohner&Peterson, 2001) *Мають місце наступні твердження:*

- 1) якщо функція $f(x)$ є диференційовною у точці x у звичайному сенсі, то вона в цій точці є неперервною;
- 2) якщо x є справа розсіяною точкою часової шкали, але в дійсній області функція $f(x)$ є неперервною в цій точці, то Δ -похідна функції $f(x)$ в цій точці має значення

$$f^\Delta(x) = \frac{f(\sigma(x)) - f(x)}{\mu(x)};$$

- 3) якщо x є справа щільною точкою часової шкали, то функція $f(x)$ є диференційовною в цій точці, тоді і тільки тоді, коли існує скінченна границя

$$\lim_{t \rightarrow x} \frac{f(x) - f(t)}{x - t}.$$

Значення цієї границі і є значенням Δ -похідної функції $f(x)$ в цій точці

$$f^\Delta(x) = \lim_{t \rightarrow x} \frac{f(x) - f(t)}{x - t}.$$

Проілюструємо застосування останньої теореми для обчислення Δ -похідної на прикладі.

Приклад 3. Обчислимо значення Δ -похідної функції $f(x) = \cos ax$, заданої на часовій шкалі $\mathbb{T} = \left[0; \frac{1}{2}\right] \cup \{1, 2, 3\} \cup [4; +\infty)$.

Використовуючи попередню теорему, будемо мати:

- 1) якщо $x \in \left[0; \frac{1}{2}\right] \cup [4; +\infty)$, то x – справа щільна точка і тому $(\cos ax)^\Delta = (\cos ax)' = -a \sin ax$;

- 2) якщо $x = \frac{1}{2}$, то $(\cos ax)^\Delta = \frac{f(\sigma(\frac{1}{2})) - f(\frac{1}{2})}{\mu(\frac{1}{2})} = \frac{f(1) - f(\frac{1}{2})}{\frac{1}{2}} = 2 \cdot \left(\cos a - \cos \frac{a}{2}\right)$;

- 3) якщо $x \in \{1, 2, 3\}$, то x – справа розсіяна точка і

$$(\cos ax)^\Delta = \frac{f(\sigma(x)) - f(x)}{\mu(x)} = f(x+1) - f(x) = \cos a(x+1) - \cos ax.$$

ОБГОВОРЕННЯ

З викладеного вище випливає, що вивчення елементів теорії часових шкал, зокрема, Δ -похідної функції та її властивостей дає можливість узагальнити знання студентів з математичного аналізу і дискретної математики та комплексно підійти до розв'язування низки прикладних задач. Відповідне завдання було реалізоване одним із авторів статті в рамках спецкурсу «Вибрані питання сучасної математики», який тривалий час викладався для студентів-магістрантів спеціальності «Математика» у Сумському державному педагогічному університеті імені А.С.Макаренка.

Виходячи з того, що на вказаному освітньому рівні студенти добре володіють основними поняттями та інструментами диференціального числення, а деякі з них знайомі з різницеvim численням, вивчення Δ -похідної з одного боку дозволяє узагальнити їх знання щодо похідної функції неперервного аргументу та різницевого оператора, сформулювати цілісне уявлення про ці два поняття та чітко розуміти межі їх використання, а з іншого – провести певні паралелі між їх властивостями та застосуваннями, і, як наслідок, – встановити зв'язки між різницеvim та диференціальним численням. Наявність відповідних знань у майбутніх вчителів математики важко переоцінити, бо вони не лише відіграють певну роль у фундаментальній математичній підготовці, формуванні певного рівня математичної культури та наукового

світогляду, а й сприяють більш глибокому розумінню сутності прикладної і практичної спрямованості математики та оволодінню її методами.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Встановлення зв'язків між моделями і методами дослідження, які використовуються при вивченні різних математичних дисциплін, що входять у програму підготовки майбутніх фахівців-математиків, дозволяє сформулювати у студентів цілісне уявлення про математичні об'єкти, алгоритми і теорії, і як наслідок, робить їх знання системними і практично більш значущими. Це сприяє інтелектуальному розвитку студентів, формуванню в них системних математичних знань, підвищенню рівня математичної грамотності та інтересу до предмету.

Зазначимо також, що спеціальна теорія часових шкал дає можливість поширити інтегрований підхід щодо вивчення похідної та різницевого оператора на вивчення обернених перетворень та відповідних понять – первісної (інтеграла) та антирізницевого оператора, що є дискретним аналогом оператора інтегрування.

Список використаних джерел

1. Андерсон Дж. А. Дискретная математика и комбинаторика. М.: Изд. дом «Вильямс», 2004. 960 с.
2. Гельфонд А. О. Исчисление конечных разностей. М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит-ры, 1959. 400 с.
3. Завало С. Т. Курс алгебри. К.: Вища школа, 1985. 503 с.
4. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике (для научных работников и инженеров). М.: Наука, 1973. 832 с.
5. Страх О. П., Лукашова Т. Д. Міждисциплінарні зв'язки при вивченні деяких тем дискретної математики та диференціальних рівнянь. Фізико-математична освіта, 2021. Вип. 3 (29). С. 112–118.
6. Фихтенгольц Г. М. Основы математического анализа. Т. 1. М.: Наука, 1968. 440 с.
7. Ядренко М. Й. Дискретна математика: Навчальний посібник. К.: "ТВиМС", 2004. 245 с.
8. Bohner M., Peterson A. Dynamic equations on time scales. An introduction with applications. Birkhäuser Boston Inc., Boston, MA, 2001. 360 p.
9. Kelley W., Peterson A. Difference Equations: An Introduction with Applications (Second edition). Academic Press, 2001. 403 p.

References

1. Anderson, J.A. (2004). Discrete Mathematics with Combinatorics [Diskretnaja matematika i kombinatorika]. Moscow: Ed. house "Williams" [in Russian]
2. Gelfond, A.O. (1959). Finite Difference Calculus [Ischislenie konechnyh raznostej]. M.: State. publishing house physical-mat. lit-ry [in Russian]
3. Zavalo, S.T. (1985). Course of Algebra [Kurs algebry]. K.: High school [in Ukrainian].
4. Korn, G. & Korn, T. (1973). Handbook of mathematics (for scientists and engineers) [Spravochnik po matematike (dlja nauchnyh rabotnikov i inzhenerov)]. M.: Science [in Russian]
5. Strakh, O. & Lukashova, T. (2021). Mizhdystyplinarni zviazky pry vyvchenni deiakyykh tem dyskretnoi matematyky ta dyferetsialnykh rivnyan [Interdisciplinary connections in the study of some topics of discrete mathematics and differential equations]. Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education, 3 (29), 112–118 [in Ukrainian].
6. Fikhtengolts, G.M. (1968). Fundamentals of mathematical analysis [Osnovy matematicheskogo analiza]. V.1. M.: Science [in Russian].
7. Yadrenko, M.Y. (2004). Discrete Mathematics: A Textbook [Dyskretna matematyka: Navchalnyi posibnyk]. K.: "TViMS" [in Ukrainian].
8. Bohner, M. & Peterson, A. (2001). Dynamic equations on time scales. An introduction with applications. Birkhäuser Boston Inc., Boston, MA.
9. Kelley, W. & Peterson, A. (2001). Difference Equations: An Introduction with Applications (Second edition). Academic Press.

INTEGRATED APPROACH TO DEFINITION OF DERIVATIVE OF FUNCTIONS, WHICH IS DEFINED ON CONTINUOUS AND DISCRETE SETS

T.D. Lukashova, O.P. Strakh

Makarenko Sumy State Pedagogical University, Ukraine

Abstract. The acquisition by a student of complex knowledge by studying generalizing theories and methods, the basic fundamental concepts are defined through which, is an important element in his training as a future specialist, in particular in the field of mathematics. Today there are a number of such theories, and their using is singled out even as methods of independent scientific directions. Applying elements of generalization and comparison of objects of study of different mathematical disciplines in the educational process, we also significantly contribute to the construction of interdisciplinary connections, which in turn have a positive impact on the comprehensive development of the future specialist and the realization of his potential in scientific and professional activities.

Formulation of the problem. Analysis of the main provisions of differential and difference calculus leads to the conclusion that there are significant similarities between the properties of the derivative and the difference operator, which are based characteristics of functions that are defined on continuous and discrete sets, respectively. It turns out that this similarity is not accidental, and these concepts are partial cases of the concept of delta derivative of function.

Materials and methods. The authors used the following research methods: systematic analysis of scientific, educational and methodological literature; comparison and synthesis of theoretical positions; monitoring the course of the pedagogical process; generalization of own pedagogical experience and experience of colleagues from other institutions of higher education. In addition, some general mathematical and special methods of differential and difference calculus and time scale theory were used.

Results. This article considers a general approach to the study of two fundamental mathematical concepts - the concept of derivative and difference operator, as well as ways to use this approach to establish connections between different mathematical theories in order to form a holistic view of mathematical objects, their properties and application.

Conclusions. *Establishing connections between models and research methods used in the study of various mathematical disciplines included in the training program for future specialists in mathematics, allows students to form a holistic view of mathematical objects, algorithms and theories, and as a consequence, makes them knowledge is systematic and practically more significant. This contributes to the intellectual development of students, the formation of their systematic mathematical knowledge, increasing the level of mathematical literacy and interest in mathematics.*

Keywords: *derivative, difference operator, delta derivative, differential calculus, difference calculus, continuous set, discrete set.*



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



Скоролітня А.І., Житарюк І.В. Застосування проблемного підходу при вивченні ірраціональних рівнянь у старшій школі. *Фізико-математична освіта*. 2021. Випуск 4(30). С. 82-87.

Skorolitnia A., Jitariuk I. Application of the problem approach in teaching irrational equations in the high school. *Physical and Mathematical Education*. 2021. Issue 4(30). P. 82-87.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-030-4-012
 УДК 37.022

А.І. Скоролітня

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Україна
 alinascorolitnya@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4142-0944>

І.В. Житарюк

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, Україна
 i.jitariuk@chnu.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2154-6312>

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОБЛЕМНОГО ПІДХОДУ ПРИ ВИВЧЕННІ ІРРАЦІОНАЛЬНИХ РІВНЯНЬ У СТАРШІЙ ШКОЛІ

АНОТАЦІЯ

Розглянуто особливості застосування проблемного підходу у контексті введення і розв'язування ірраціональних рівнянь шляхом пошуку розв'язання проблемної ситуації, через формування регулятивних універсальних навчальних дій учнів старшої школи, що уможливить поліпшення розуміння матеріалу, який вивчається.

Формулювання проблеми. Аналіз поточної успішності учнів старшої школи та результатів зовнішнього незалежного оцінювання з математики свідчить про потребу змін у системі навчання математики, особливо старшої школи. Учні старшої школи втрачають інтерес до математики з огляду на незрозумілість застосування у майбутньому здобутих ними знань. Для успішної самореалізації особистості у сучасному глобалізованому суспільстві необхідно мати певні знання з математики, а за умови вибору майбутньої професії, пов'язаної з останньою, то потрібні ґрунтовніші знання у галузі математики з використанням інноваційних технологій навчання, які сприяють формуванню високого рівня практичних компетентностей. Застосуванню ж проблемного підходу, зокрема і при вивченні ірраціональних рівнянь і нерівностей, у старшій школі приділяють замало уваги, навіть у класах з поглибленим вивченням математики.

Матеріали і методи. Для досягнення мети пропонованої статті використано емпіричні методи, а саме: спостереження за навчальним процесом учнів старшої школи при їх навчанні у ЗЗСО та аналіз результатів їхніх досягнень як під час навчання, так і здачі ЗНО. Крім того, використано й методи наукового пізнання: порівняльний аналіз для з'ясування різних поглядів на проблему визначення напрямків дослідження; систематизація й узагальнення для власне формулювання висновків і вироблення рекомендацій; узагальнення педагогічного досвіду авторів і проведених ними спостережень.

Результати. Викладання математики у старшій школі потребує модифікації стандартних методик та підходів, а тому в роботі розкрито особливості застосування проблемного підходу при введенні поняття «ірраціональне рівняння» та розв'язування ірраціональних рівнянь з використанням міжпредметних зв'язків. Наголошується на тому, що проблемний підхід вимагає вміння проводити дослідження різних реальних ситуацій та знання теоретичного матеріалу.

Висновки. Використання проблемного підходу щодо викладання математики в старшій школі змінює спосіб учіння і викладання. Крім того, такий підхід забезпечує всебічний розвиток особистості й спрямовує учнів старшої школи на подальші розвідки в математиці. Запропоновані завдання будуть корисними як для учнів, так і вчителів ЗЗСО.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ірраціональне рівняння, проблемний підхід, проблемна ситуація, проблемне навчання, старша школа.

ВСТУП

Постановка проблеми. Сучасні глобалізаційні процеси спонукають педагогів закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО) готувати творчо мислячу особистість, а не «машину», оснащену певним набором формул. Саме тому головним у навчанні учнів старшої школи є створення таких умов та організація відповідної діяльності, які б сприяли як інтелектуальному, так і духовному їх розвитку.

У зв'язку зі стрімким збільшенням обсягу наукової інформації, яку передбачено засвоїти учнями старшої школи, і необхідністю перебудови навчального процесу, педагоги-дослідники акцентують увагу на розробці питань, що стосуються проблемного навчання.

Щоб привчити учнів старших класів мислити самостійно, прищепити їм стабільну звичку розраховувати на власні сили і впевненість у їх необмежених можливостях, необхідно провести суб'єктів навчання через подолання певних труднощів, а не подавати матеріал у готовому вигляді.

У курсі математики старшої школи тема «Ірраціональні рівняння» є традиційною і її не можна вважати легко засвоюваною (Хохлова & Хома-Могильська, 2018). Її вивчення зосереджене у межах курсу 8-11 класів, що уможливорює повноцінне врахування вікових можливостей учнів у формуванні певних умінь і навичок, але часу на вивчення теми відведено небагато. Зазначимо, що при викладі цієї теми реалізують низку загальних методичних особливостей, характерних для математики загалом.

З огляду на викладене набуває актуальності вдосконалення методичних прийомів щодо вивчення ірраціональних рівнянь із застосуванням проблемного підходу.

Аналіз актуальних досліджень. У підручниках 33СО при вивченні квадратного кореня і його властивостей (8-9 класи) наведено ірраціональні рівняння виду $\sqrt{f(x)} = a$, де $f(x)$ – многочлен від x , a – деякі числа. Основні ж методи розв'язування ірраціональних рівнянь, розглянуто в підручниках 10-го класу (Бевз, 2018; Мерзляк, 2018; Нелін, 2018).

Аналіз поточної успішності з математики учнів старшої школи підтверджує, що рівень умінь і навичок учнів 10-го класу щодо розв'язування ірраціональних рівнянь є доволі низькими. Тому надзвичайно важливим для сучасного вчителя математики є пошук шляхів удосконалення методики вивчення таких рівнянь з актуалізацією на технологію проблемного підходу, чому й присвячено низку публікацій як вітчизняних, так і закордонних науковців, зокрема Акірі І.К. (Акірі, 2012), Бабанського Ю.К. (Бабанський, 2010), Базуєвої В.Д. (Базуєва, 2021), Ільїної Т.А. (Ільїна, 1976), Лоповок Л.М. (Лоповок, 1995), Махмуртова М.І. (Махмуртов, 1975), Павленко В.В. (Павленко, 2013), Швардак М.В. (Швардак, 2017) та ін.

Метою статті є обґрунтування практичного підходу застосування проблемного методу щодо вивчення ірраціональних рівнянь у старшій школі.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Становлення проблемного підходу на сучасному етапі навчання зумовлено дослідженнями С.Л. Рубінштейна щодо важливості проблемної ситуації в процесі мислення і його фазової структури. Зазначмо, що поняття «підхід», з одного боку, ще недостатньо точно визначено у вітчизняній науковій літературі, з іншого – широко використовується.

Застосування проблемного підходу у викладанні навчальних предметів припадає на початок 60-х і другу половину 70-х рр. XX ст. Цікавою є концепція Т.А. Ільїної, яка трактує проблемне навчання як підхід (Ільїна, 1976; Матюшкін, 2010).

На переконання Т.А. Ільїної: «Найголовніше в проблемному навчанні полягає в організаційній структурі процесу пізнавальної діяльності учня. При традиційному навчанні (так званому «пояснювально-ілюстративному») викладач транслює готові знання: пояснює новий матеріал, доводить висунуті положення, підкріплює їх ілюстративним матеріалом тощо» (Ільїна, 1976).

Т.А. Ільїна зазначає, що поняття «проблема» вживають у декількох значеннях: життєвому, науковому (проблема для дослідження), навчальному (проблема пізнана наукою, але є новою для суб'єкта навчання). Проблемною є не довільна задача, а лише та, що не має стандартного розв'язку і яку розв'язують не за схемою, алгоритмом або зразком, тобто є перш за все пошуковою. У навчанні – це пошукова навчально-пізнавальна задача, для розв'язання якої потрібні нові знання і в процесі розв'язування якої вони мають бути засвоєні. З іншого боку, не кожна проблема є задачею: проблема може існувати, але не вирішуватися. Задача – це словесне формулювання проблеми, прийнятої до вирішення; в свою чергу проблема, взята до вирішення, і є пошуковою навчально-пізнавальною задачею.

Щодо структури проблемного навчання, то, на думку Т.А. Ільїної, вона співвідноситься з етапами роботи суб'єктів навчання або етапами вирішення проблеми в проблемній ситуації, розглянутими ще Дж. Дьюї і С.Л. Рубінштейном. Т.А. Ільїна виокремлює шість етапів вирішення проблеми в проблемній ситуації: формулювання проблеми, аналіз умов і виокремлення відомого від невідомого, висунування гіпотези, розробка плану розв'язання, реалізація плану, перевірка результатів.

В контексті розгляду етапів дослідницької діяльності суб'єкта навчання Т.А. Ільїна акцентує увагу на важливості ролі викладача в цьому процесі, зазначаючи, що «Хоча найвища форма проблемного навчання здійснюється за максимальної самостійності учня, це у жодному разі не означає, що викладач залишається осторонь. Від нього при цьому потрібно: знайти проблему і створити проблемну ситуацію; знати або знайти найефективніший спосіб її вирішення; керувати етапами розгляду проблеми; уточнити її формулювання; допомогти суб'єктові навчання проаналізувати умови і виробити план розв'язання; консультувати його в процесі вирішення; допомогти в знаходженні способів самоконтролю; розібрати помилки з тими, хто їх допустив; організувати колективне обговорення проблеми» (Павленко, 2013).

Дискусійне питання про те, чи є проблемне навчання підходом, методом, системою навчання, на нашу думку, має вирішуватися: *по-перше*, в контексті цільової концепції освіти; *по-друге*, на основі врахування потреб суспільного розвитку; *по-третє*, в світлі можливостей теорії і конкретної методики проблемного навчання. Це означає, що проблемне навчання в часі і просторі може бути підходом, методом, системою навчання, при цьому повернення до парадигми «підходу» свідчить не про регрес, а лише про етап становлення теорії проблемного навчання – про новий підхід розвитку об'єкта в глобалізаційному просторі.

У контексті сучасної педагогіки проблемне навчання розглядають як педагогічну технологію (Швардак, 2017), суть якої полягає в тому, що суб'єктів навчання необхідно «пропустити» через такі етапи наукової творчості:

- 1) постановка проблеми;
- 2) пошук розв'язання;
- 3) результат розв'язання;

4) презентація результату.

При цьому суб'єкт навчання формує навчальну проблему і відкриває нове знання, виражаючи його в простих висловлюваннях. Така технологія проблемного навчання дозволяє замінити урок пояснення нового матеріалу уроком відкриття нових знань.

У XXI ст. у ЗЗСО України існування проблемного навчання стало об'єктивною реальністю, як однією з альтернативних традиційному. Адже саме проблемне навчання сприяє прискореному та випереджувальному розвитку освіти і науки, інтелектуальних, фізичних, моральних та інших можливостей для самореалізації особистості. Використання елементів такого навчання є необхідним для організації пізнавальної самостійності суб'єктів навчання, яке у свою чергу позитивно впливає на засвоєння нових знань та вмінь. В його основі лежить особистісно-діяльнісний підхід до організації процесу навчання.

Отже, проблемний підхід передбачає готовність суб'єктів навчання до використання вже засвоєних елементів знань для розв'язання проблемної задачі. Звідси постає завдання їх підготовки до компетентного розв'язання проблеми. Оскільки вирішення проблем потребує міркувань, то суб'єкти навчання беруть активну участь у зборі фактів; у них формуються різні вміння, виробляється система оцінок і здатність вибору найімовірнішого розв'язання. Тобто такий підхід стимулює суб'єктів навчання до подальшого дослідження, розвиває навчальні вміння і звичку до творчого стилю роботи.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Емпіричні методи, а саме: спостереження за навчальним процесом учнів старшої школи при їх навчанні у ЗЗСО та аналіз результатів їхніх досягнень як під час навчання, так і здачі ЗНО. Методи наукового пізнання: порівняльний аналіз для з'ясування різних поглядів на проблему і щодо визначення напрямків дослідження; систематизація та узагальнення для власне формулювання висновків і рекомендацій; узагальнення педагогічного досвіду авторів, проведених ними спостережень та педагогічного досвіду провідних вчителів і науковців.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Сучасному вчителю математики в ЗЗСО дуже важко зацікавити учнів своїм предметом, тому що математику вважають складною, нудною, нецікавою і не кожному учневі вона зрозуміла. Не зрозуміла учням і сама суть вивчення математики. А тому перед вчителем постає задача пояснити важливість цього предмета. Якщо завдання кожного ЗЗСО виховати всебічно розвинену особистість, яка, вийшовши із ЗЗСО з атестатом «у кишені», здатна буде знайти своє місце в житті, конкурувати на ринку праці, то головним завданням вчителя математики є навчити цю особистість мислити, вміти знайти раціональне розв'язання різних життєвих завдань. Отже, мотивація учнів до вивчення математики є однією з найважливіших задач вчителя математики. Кожен урок потрібно ретельно планувати, а кожен етап уроку зробити цікавим не лише тим учням, які мають математичний склад розуму, але й тим, для яких математика є складною наукою. На уроках доцільно використовувати різні технології навчання, серед яких пріоритетною є технологія проблемного навчання. Чому саме проблемний підхід в навчанні математики? Вивчаючи поведінку учнів тривалий час на уроках математики, ми зробили висновок, що коли на уроці розіграна проблемна ситуація, то учні з інтересом намагаються знайти з неї вихід, розкривають свій потенціал.

Проте, постійне використання на уроках математики проблемного підходу потребує великих затрат часу і значної попередньої роботи вчителя при його підготовці. Керованість процесом навчання при цьому підході нижча, ніж при традиційному. Отже, необхідно розумне поєднання цього підходу з готовим викладом матеріалу і репродуктивним методом.

В учнів, які по-різному ставляться до математики, проблемний підхід розвиває інтерес до предмета, що проявляється при виконанні завдання «знайди помилку». Більшість з них намагаються знайти цю помилку першими. Проблемний підхід у навчанні математики сприяє розвитку розумової діяльності учнів, а тому потрібно навчити учнів здобувати знання не тільки від учителя, а й самостійно.

Зазначимо, що проблемний підхід щодо формування нових знань доцільний при введенні математичних понять, вивченні нових математичних тверджень, розв'язуванні задач.

Сьогодні актуальним є створення проблемної ситуації в навчальній діяльності на уроках математики за допомогою задач, пов'язаних з довкіллям.

Учням варто пропонувати виконати таке завдання, для розв'язання якого вони не мають достатньо знань, потрібно ще про щось нове дізнатися, вивчити. Такі завдання стимулюють пізнавальну діяльність, учні розуміють, що виконати його можна лише після певної теоретичної підготовки. Протиріччя між теоретичними знаннями і практичною діяльністю зумовлюють проблемну ситуацію, а в підсумку, активізують пізнавальну діяльність.

ОБГОВОРЕННЯ

Викладене вище проілюструємо на вивченні теми «Ірраціональні рівняння». Розглянемо задачу, у процесі розв'язання якої з'являється новий тип рівнянь, який досі не розглядався.

На початку вивчення теми «Ірраціональні рівняння» можна розглянути таку **задачу 1** (Акірі, 2012): У фермера є дві ділянки квадратної форми для вирощування зернових культур. Площа однієї з них на 2,25 га менша іншої. Знайдіть площу кожної ділянки, якщо відомо, що загальна довжина огорожі дорівнює 1800 м.

Нехай x м² – площа першої ділянки, тоді $x-22500$ м² – площа другої ділянки. Учні, застосувавши формули для обчислення площі $S=a^2$ та периметра квадрата $P=4a$, де a – сторона квадрата, отримають рівняння

$$4\sqrt{x}+4\sqrt{x-22500}=1800,$$

яке називають *ірраціональним*.

Також, вивчення ірраціональних рівнянь можна розпочати із розв'язування наступної геометричної **задачі 2**:

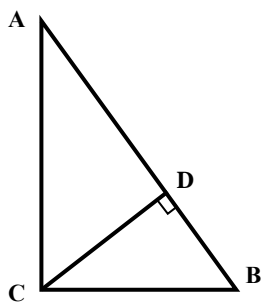


Рис. 1

У прямокутному трикутнику ACB проведено висоту CD, яка ділить гіпотенузу AB на відрізки AD=5 см і DB=2 см. Відомо, що сума довжин сторін AC і CB дорівнює 9 см. Знайти CD.

За теоремою Піфагора з трикутників CDA і CDB (див. рис. 1) знайдемо

$$AC^2 = CD^2 + AD^2, CB^2 = CD^2 + DB^2.$$

Нехай довжина відрізка CD дорівнює x см. Тоді

$$AC^2 = x^2 + 5^2, CB^2 = x^2 + 2^2.$$

За умовою $AC + CB = 9$. Отже, отримаємо рівняння

$$\sqrt{x^2 + 25} + \sqrt{x^2 + 4} = 9.$$

Перед учнями виникла проблема розв'язування рівняння, в якому невідоме міститься під знаком кореня. Учитель повідомляє, що таке рівняння називають *ірраціональним*, і пропонує сформулювати означення ірраціонального рівняння.

Учні формують означення. Тоді вчитель пояснює способи розв'язування ірраціональних рівнянь.

У підручниках 10-го класу (рівня стандарт) (Мерзляк, 2018; Нелін, 2018) наведено таке означення ірраціонального рівняння:

Означення. Рівняння, у яких змінна міститься під знаком кореня, називають *ірраціональними*.

Зауваження. Варто зазначити, що таке означення можна дати, якщо ще не введено поняття трансцендентних функцій (функцій, які не є алгебраїчними). Елементарними трансцендентними функціями є показникова, логарифмічна та тригонометрична функції. Ці види функцій вивчають після введення поняття ірраціональності, бо тоді як трактувати рівняння $\sin \sqrt{x^2 - 3} = 1$.

Розв'яжемо отримане вище рівняння: $\sqrt{x^2 + 25} + \sqrt{x^2 + 4} = 9$.

Розв'язання. Перенесемо вираз $\sqrt{x^2 + 4}$ у праву частину рівняння та піднесемо обидві частини до квадрату, в результаті отримаємо

$$x^2 + 25 = 81 - 18\sqrt{x^2 + 4} + x^2 + 4;$$

$$18\sqrt{x^2 + 4} = 60;$$

$$\sqrt{x^2 + 4} = \frac{10}{3};$$

$$x^2 + 4 = \frac{100}{9};$$

$$x^2 = \frac{64}{9};$$

$$x = \pm \frac{8}{3}.$$

$x = -\frac{8}{3}$ не задовольняє умову задачі, оскільки довжина відрізка не може бути від'ємною.

Отже, $CD = \frac{8}{3}$.

Розглянемо наступне рівняння: $\sqrt{x - 5} = \sqrt{x} - \sqrt{5}$. Чи є ця рівність завжди правильною, іноді чи ніколи не є правильною? (Swan, 2015).

Розв'язання. У цьому завданні вважатимемо, що підкореневий вираз набуває лише невід'ємних значень. Важливо, щоб учні зрозуміли проблемну ситуацію і витратили певний час на роздуми над тим, що необхідно знати для розв'язання поставленого завдання. Якщо учні приступають до розв'язування задачі, то вчитель повинен заохотити їх вибрати значення, яке потрібно підставити в рівняння.

При розв'язуванні потрібно акцентувати увагу на наступних запитаннях:

- 1) Визначити значення для x , яке робить твердження неправильним. А тепер визнач ще ...
- 2) Чи можете визначити значення для x , яке робить твердження правильним? [$x=5$]
- 3) Чи можете визначити ще одне значення? [Ні]
- 4) Як дізнатися, що їх більше немає?

Таким чином, ми можемо знайти багато значень для x , які роблять твердження хибним, і одне значення, за якого воно є істинним. Отже, чи є ця рівність завжди правильною, іноді чи ніколи не є правильною? [Іноді правильною]

Для того щоб дати відповідь на те, чи є правильною рівність, можна також розглянути наступне рівняння:

$$\sqrt{x} - \sqrt{5} = \sqrt{x - 5} \quad (1)$$

Піднесемо до квадрату ліву частину рівняння (1), отримаємо

$$(\sqrt{x} - \sqrt{5})^2 = (\sqrt{x} - \sqrt{5})(\sqrt{x} - \sqrt{5}) = x - 2\sqrt{x} \cdot \sqrt{5} + 5.$$

Піднесемо до квадрату праву частину рівняння (1), в результаті матимемо

$$(\sqrt{x - 5})^2 = x - 5.$$

Отже, вирази будуть рівними, якщо

$$x - 5 = x - 2\sqrt{x} \cdot \sqrt{5} + 5;$$

$$2\sqrt{x} \cdot \sqrt{5} = 10;$$

$$\sqrt{x} \cdot \sqrt{5} = 5;$$

$$x = 5.$$

Важливо, щоб учні зрозуміли, що $x=5$ є розв'язком піднесеного до квадрату рівняння $\sqrt{x} - \sqrt{5} = \sqrt{x - 5}$. Адже піднесення до квадрату обох сторін початкового рівняння може призвести до появи сторонніх коренів. Отже, зазвичай потрібно було б перевірити, чи $x=5$ задовольняє вихідне рівняння, але насправді в цьому ми переконалися ще на початку.

Таким чином, виклад матеріалу пов'язаний з ірраціональними рівняннями, представлено у вигляді пошуку розв'язання проблемної ситуації, аналізуючи яку, суб'єкти навчання висувають гіпотези для її пояснення, застосовують свої знання, досліджують можливості та способи її розв'язання.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Підсумовуючи, зазначимо, що ірраціональні рівняння потребують уміння проводити дослідження різних реальних ситуацій та знань теоретичного матеріалу. На нашу думку, саме проблемний підхід є актуальним при вивченні даної теми, адже він стимулює учнів до подальшого дослідження, розвиває навчальні вміння та звичку до творчого стилю роботи.

Крім того, застосування проблемних ситуацій на уроках математики формує регулятивні універсальні навчальні дії, що забезпечують уміння розв'язувати проблеми, водночас відбувається формування й інших універсальних навчальних дій – комунікативних, пізнавальних.

Подальше вивчення ірраціональних рівнянь і нерівностей повинно відбуватися на факультативних заняттях у ЗЗСО і при вивченні курсу «Методика викладання математики» у ЗВО для формування навичок застосування проблемного підходу при дослідженні довкілля.

Список використаних джерел

1. Бабанский Ю.К. Проблемное обучение школьников как средство повышения эффективности обучения. Ростов на-Дону, 2010. 180 с.
2. Бабуева В.Д. Технология проблемного обучения в преподавании математики. URL: <https://globuss24.ru/doc/proekt-tehnologiya-problemnogo-obucheniya-v-prepodavanii-matematiki> (дата звернення: 30.07.2021)
3. Бевз Г.П., Бевз В.Г. Математика: Алгебра і початки аналізу та геометрія. Рівень стандарту: підручник для 10 класів закладів загальної середньої освіти. Київ: Видавничий дім «Освіта», 2018. 288 с.
4. Белешко Д.Т. Розв'язуємо ірраціональні рівняння та нерівності. Навчальний посібник. Тернопіль: Навчальна книга Богдан, 2012. 80 с.
5. Ильина Т.А. Проблемное обучение понятие и содержание. *Вестник высшей школы*. 1976. № 2. С. 39–48.
6. Ион Акири, Валентин Гарит, Петру Ефрос, Николае Продан. Математика. Учебник для X класса. Chisinau: Editura Prut International, 2012. 282 с.
7. Лоповок Л.М. Тысяча проблемных задач по математике: Кн. для учащихся. Москва: Просвещение, 1995. 239 с.
8. Махмутов М.И. Организация проблемного обучения в школе. Москва: Просвещение, 1977. 240 с.
9. Махмутов М.И. Проблемное обучение. Основные вопросы теории. Москва: Педагогика, 1975. 368 с.
10. Мерзляк А.Г., Номіровський Д.А., Полонський В.Б., Якір М.С. Математика: алгебра і початки аналізу та геометрія, рівень стандарту: підручник для 10 класів закладів загальної середньої освіти. Харків: Гімназія, 2018. 256 с.
11. Нелін Є.П. Математика (алгебра і початки аналізу та геометрія, рівень стандарту): підручник для 10 класів закл. загал. серед. освіти. Харків: Вид-во «Ранок», 2018. 328 с.
12. Павленко В.В. Проблемне навчання: становлення, сутність, перспективи. *Цілі та результати освітніх реформ: українсько-польський діалог*: матер. Міжнар. наук.-практ. конф., 15-16 травня 2013 р., м. Київ / М-во освіти і науки України, Нац. акад. пед. наук України, Вища пед. школа Спільки польських вчителів (м. Варшава, Республіка Польща), Київ. ун-т ім. Б. Грінченка; за заг. ред. Огнев'юка В.О. [редкол.: В.О. Огнев'юк, Л.Л. Хоружа, С.О. Сисоєва, Т. Левовицький, Е. Хофман]. Київ: Ун-т Б. Грінченка, 2013. С. 126–134.
13. Проблемное обучение: прошлое, настоящее, будущее: Коллективная монография: в 3 кн. / Под ред. Е.В.Ковалевской. Книга 1. Лингво-педагогические категории проблемного обучения / Матюшкин А.М. и др.; Нижневартонск: Изд-во Нижневарт. гуманит. ун-та, 2010. С. 26–40.
14. Хохлова Л.Г., Хома-Могильська С.Г. Ірраціональні рівняння і нерівності: Навчальний посібник. Тернопіль: Тайп, 2018. 72 с.
15. Швардак М.В. Проблемне навчання в умовах сучасної школи. *Фізико-математична освіта: науковий журнал*. 2017. Випуск 1(11). С. 124–127.
16. Malcolm Swan, Nichola Clarke, Clare Dawson, Sheila Evans, Colin Foster, Marie Joubert, Hugh Burkhardt, Rita Crust, Andy Noyes, Daniel Peard. Mathematics Assessment Project. 2015. URL: <https://www.map.mathshell.org/download.php?fileid=1714> (дата звернення: 02.08.2021)

References

1. Babanskij, Ju.K. (2010). Problemnoe obuchenie shkol'nikov kak sredstvo povysheniya jeffektivnosti obucheniya. [Problematic teaching of schoolchildren as a mean of increasing the effectiveness of teaching]. Rostov-na-Donu [in Russian].
2. Bazueva, V.D. Tehnologija problemnogo obucheniya v prepodavanii matematiki. [Problem-based learning technology in teaching mathematics]. Retrieved from <https://globuss24.ru/doc/proekt-tehnologiya-problemnogo-obucheniya-v-prepodavanii-matematiki> [in Russian].
3. Bevez, H.P. & Bevez, V.H. (2018). Matematyka: Alhebra i pochatky analizu ta heometriia. Riven standartu: pidruchnyk dlja 10 klasiv zakladiv zahalnoi serednoi osvity. [Mathematics: Algebra and the beginnings of analysis and geometry. Standard level: a textbook for 10 classes of general secondary education institutions]. Kyiv: Vydavnychiy dim «Osvita» [in Ukrainian].
4. Beleshko, D.T. (2012). Rozv'iazuiemo irratsionalni rivniannia ta nerivnosti. Navchalnyi posibnyk [Solve irrational equations and inequalities.Tutorial]. Ternopil: Navchalna knyha Bohdan [in Ukrainian].
5. Il'ina, T.A. (1976). Problemnoe obuchenie ponjatie i soderzhanie [Problem learning concept and content]. *Bulletin of the higher school*, 2, 39–48 [in Russian].
6. Ion Akiri, Valentin Garit, Petru Efros & Nikolae Prodan (2012). Matematika. Uchebnik dlja X klasa [Mathematics. Textbook for the X class]. Chisinau: Editura Prut International [in Russian].

7. Lopovok, L.M. (1995). Tysyacha problemnykh zadach po matematike: Kn. dlja uchashhihsja [A thousand problematic problems in mathematics: Book for students]. Moskva: Prosveshhenie [in Russian].
8. Mahmutov, M.I. (1977). Organizacija problemnogo obuchenija v shkole [Organization of problem-based learning at school]. Moskva: Prosveshhenie [in Russian].
9. Mahmutov, M.I. (1975). Problemnoe obuchenie. Osnovnye voprosy teorii [Problem learning. Basic questions of theory]. Moskva: Pedagogika [in Russian].
10. Merzliak, A.H., Nomirovskiy, D.A., Polonskiy, V.B. & Yakir, M.S. (2018). Matematyka: alhebra i pochatky analizu ta heometriia, riven standartu: pidruchnyk dlja 10 klasiv zakladiv zahalnoi serednoi osvity [Mathematics: algebra and the beginnings of analysis and geometry, the level of the standard: a textbook for 10 classes of general secondary education]. Kharkiv: Himnaziia [in Ukrainian].
11. Nelin, Ye.P. (2018). Matematyka (alhebra i pochatky analizu ta heometriia, riven standartu): pidruchnyk dlja 10 klasiv zakl. zahal. sered. osvity [Mathematics: algebra and the beginnings of analysis and geometry, the level of the standard: a textbook for 10 classes of general secondary education]. Kharkiv: Vyd-vo «Ranok» [in Ukrainian].
12. Pavlenko, V.V. (2013). Problemne navchannia: stanovlennia, sutnist, perspektyvy [Problem-based learning: formation, essence, prospects]. Tsili ta rezultaty osvithnikh reform: ukrainsko-polskyi dialoh: mater. Mizhnar. nauk.-prakt. Konf. – Goals and results of educational reforms: Ukrainian-Polish dialogue: materials of the International scientific-practical conference. (pp.123-134). Kyiv: Un-t B. Hrinchenka [in Ukrainian].
13. Matjushkin, A.M. et al (2010). Problemnoe obuchenie: proshloe, nastojashhee, budushhee: Kollektivnaja monografiia: v 3 kn. [Problematic learning: past, present, future: Collective monograph: in 3 books]. Kniga 1. Linguo-pedagogicheskie kategorii problemnogo obuchenija – Book 1. Linguo-pedagogical categories of problem learning. Nizhnevartovsk: Izd-vo Nizhnevart. gumanit. un-ta [in Russian].
14. Khokhlova, L.H. & Khoma-Mohylska, S.H.(2018). Irratsionalni rivniannia i nerivnosti: Navchalnyi posibnyk [Irrational equations and inequalities: A textbook]. Ternopil: Taip [in Ukrainian].
15. Shvardak, M.V. (2017). Problemne navchannia v umovakh suchasnoi shkoly [Problem-based learning in today school]. *Physical and Mathematical Education: scientific journal*, 1(11), 124–127. [in Ukrainian].
16. Malcolm Swan, Nichola Clarke, Clare Dawson, Sheila Evans, Colin Foster, Marie Joubert, Hugh Burkhardt, Rita Crust, Andy Noyes, Daniel Pead. (2015). Mathematics Assessment Project. URL: <https://www.map.mathshell.org/download.php?fileid=1714>

APPLICATION OF THE PROBLEM APPROACH IN TEACHING IRRATIONAL EQUATIONS IN THE HIGH SCHOOL

Alina Skorolitnia, Ivan Jitariuk

Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Ukraine

Abstract. *The peculiarities of applying the problem approach in the context being implemented are considered, and the irrational equations of search for solutions to the problem situation, by forming regulatory universal learning actions of high school students, which can improve understanding of the material they saw.*

Formulation of the problem. *Analysis of the current performance of high school students and the results of external independent assessment in mathematics indicates the need for changes in the system of teaching mathematics, especially high school. High school students are losing interest in mathematics due to the lack of understanding of the application of their future knowledge. Successful self-realization in a modern globalized society requires certain knowledge of mathematics, and if you choose a future profession related to the latter, you need more thorough knowledge in mathematics using innovative learning technologies that contribute to the formation of a high level of practical competencies. The application of the problem approach, in particular in the study of irrational equations and inequalities, in high school is given little attention, even in classes with in-depth study of mathematics.*

Materials and methods. *To achieve the goal of the proposed article, empirical methods were used, namely: observation of the educational process of high school students during their studies in general secondary education institutions and analysis of the results of their achievements both during training and passing the external evaluation. In addition, the methods of scientific cognition were used: comparative analysis to clarify different views on the problem of determining the directions of research; systematization and generalization for the actual formulation of conclusions and development of recommendations; generalization of the pedagogical experience of the authors and their observations.*

Results. *Teaching mathematics in high school requires modification of standard methods and approaches, and therefore the paper reveals the features of the problem approach in introducing the concept of "irrational equation" and solving irrational equations using interdisciplinary links. It is emphasized that the problem approach requires the ability to conduct research on various real situations and knowledge of theoretical material.*

Conclusions. *Using a problem-based approach to teaching math in high school changes the way we study and teach. In addition, this approach ensures the comprehensive development of personality and directs high school students to further research in mathematics. The proposed tasks will be useful for both students and teachers of general secondary education institutions.*

Key words and phrases: *irrational equation, problem approach, problem situation, problem learning, high school.*



АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

С	К
Chernenko V. 6	Кудін А.П. 61
Ш	Кузьмінська О.Г. 68
Shkolnyi O. 13	Л
Т	Литвинова Н.В. 46
Tykhonenko Yu. 13	Лукашова Т.Д. 76
Б	М
Баришок М.В. 20	Мазорчук М.С. 68
Барна О.В. 68	Максимова Л.П. 40
В	Мокрієв М.В. 68
Вороніна М.В. 46	С
Г	Скоролітня А.І. 82
Герасимова К.В. 29	Страх О.П. 76
Грабова У.З. 34	Т
Грицюк О.С. 40	Терменжи Д.Є. 20
Д	Ткаченко Г.І. 29
Деордіца Т.Ю. 46	Товкач Р.В. 34
Друшляк М.Г. 54	Х
Ж	Харкевич Ю.І. 34
Житарюк І.В. 82	Ч
	Черненко В.П. 40

Наукове видання

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА

Науковий журнал

Key title: Fiziko-matematična osvita

Abbreviated key title: Fiz.-mat. osv.

ВИПУСК 4(30)

2021

Друкується в авторській редакції
Матеріали подані мовою оригіналу

Відповідальний за випуск

О.В. Семеніхіна

Комп'ютерна верстка

О.М. Удовиченко

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

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

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