

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

ISSN: 2519-2361

**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ
ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОЇ
ОСВІТИ**

Збірник наукових праць

Виходить двічі на рік

Заснований у жовтні 2012 року

Випуск 2(24), 2024

Index Copernicus 2022 = 87,92

Суми – 2024

Свідцтво про державну реєстрацію КВ №19538-9338Р від 25.10.2012
Засновник, редакція, видавець і виготовлювач
Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка
Друкується згідно з рішенням вченої ради
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
(протокол № 6 від 27.01.2025)

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

СПІВГОЛОВИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ

Н. А. Тарасенкова доктор педагогічних наук, професор (м. Черкаси, Україна)
О. С. Чашечникова доктор педагогічних наук, професор (м. Суми, Україна)

РЕДАКЦІЙНА РАДА

М. І. Бурда доктор педагогічних наук, професор, дійсний член НАПНУ (м. Київ, Україна)
Л.В. Кондрашова Заслужений діяч науки України, доктор педагогічних наук, професор, дійсний член Міжнародної асоціації професорів слов'янських країн, Міжнародної академії політехнічної освіти (м. Кривий Ріг, Україна)

М. Гарнер доктор наук, професор (м. Кеннесо, США)
В. Б. Мілушев доктор педагогічних наук, професор (м. Пловдив, Болгарія)
Г. Ригал доктор наук, професор (м. Ченстохова, Польща)
О. Г. Ярошенко доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України (м. Київ, Україна)
О. М. Топузов доктор педагогічних наук, професор, дійсний член НАПН України (м. Київ, Україна)
Т. О. Пушкарьова доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України (м. Київ, Україна)
Ю. І. Мальований кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник, член-кореспондент НАПН України (м. Київ, Україна)
М. М. Білянська доктор педагогічних наук, професор (м. Київ, Україна)
Г. С. Мікаелян доктор педагогічних наук, професор (м. Єреван, Вірменія)
Б. Наркявичене доктор, асоційований професор (м. Каунас, Литва)
Т. М. Хмара кандидат педагогічних наук, професор (м. Київ, Україна)

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

І. А. Акуленко доктор педагогічних наук, професор (м. Черкаси, Україна)
М. Гарнер доктор наук, професор (м. Кеннесо, США)
Н. Б. Грицай доктор педагогічних наук, професор (м. Рівне, Україна)
Т. М. Деркач доктор педагогічних наук, професор (м. Київ, Україна)
В. Ф. Заболотний доктор педагогічних наук, професор (м. Вінниця, Україна)
О. І. Матяш доктор педагогічних наук, професор (м. Вінниця, Україна)
А. А. Сбруєва доктор педагогічних наук, професор (м. Суми, Україна)
С. О. Скворцова доктор педагогічних наук, професор, член-кореспондент НАПН України (м. Одеса, Україна)
К. В. Власенко доктор педагогічних наук, професор (м. Київ, Україна)
І. В. Лов'янова доктор педагогічних наук, доцент (м. Кривий Ріг, Україна)
Ю. О. Лянной доктор педагогічних наук, професор (м. Суми, Україна)
Ю. М. Ткач доктор педагогічних наук, професор (м. Чернігів, Україна)
М. Г. Друшляк доктор педагогічних наук, професор (м. Суми, Україна)
М.В.Каленик кандидат педагогічних наук, професор (м. Суми, Україна) *(заступник голови редакційної колегії з інформаційної підтримки)*
С. М. Кондратюк кандидат педагогічних наук, професор (м. Суми, Україна)
Д. Мілушева-Бойкіна доктор, доцент (м. Пловдив, Болгарія)
Л. В. Пишенична кандидат наук з державного управління, професор (м. Суми, Україна)
В. Ватсон доктор філософії, доцент (м. Кеннесо, США)
О. М. Бабенко кандидат педагогічних наук, доцент (м. Суми, Україна) *(відповідальний секретар)*
В. М. Базурін кандидат педагогічних наук, доцент (м. Київ, Україна)
Л. П. Міронець кандидат педагогічних наук, доцент (м. Суми, Україна) *(відповідальний секретар)*
О. О. Одінцова кандидат фізико-математичних наук, доцент (м. Суми, Україна) *(заступник голови редакційної колегії)*
Дж.Сокол доктор філософії, доцент (м. Трнава, Словаччина)
А. Урнамбетова доктор філософії, доцент (м. Кеннесо, США)
І. В. Шищенко кандидат педагогічних наук, доцент (м. Суми, Україна)

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

Статті проходять анонімне рецензування

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

ISSN: 2519-2361

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

Collection of scientific works

Published two times a year

Founded in October of 2012

Issue 2(24), 2024

Index Copernicus 2022 = 87,92

Sumy – 2024

Founded, edited (certificate of registration KB №19538-9338P)
Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko
Published in accordance with the resolution of the academic council of Sumy State Pedagogical
University named after A.S. Makarenko (protocol № 6 from 27.01.2025)

CO-CHAIRMAN OF THE EDITORIAL BOARD

Nina Tarasenkova doctor of pedagogical sciences, professor (Cherkasy, Ukraine)
Olga Chashechnikova doctor of pedagogical sciences, professor (Sumy, Ukraine)

EDITORIAL BOARD

Mykhaylo Burda doctor of pedagogical sciences, professor, member of NAPSU (Kyiv, Ukraine)
Lidia Kondrashova Honored Scientist of Ukraine, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Full Member
Mary Garner of the International Association of Professors of Slavic Countries, International
Academy of Polytechnic Education (Kryvyi Rih, Ukraine) Member of the International
Association of Professors of Slavic Countries, International Academy of Polytechnic
Education (Kryvyi Rih, Ukraine)
doctor, professor (Kennesaw, USA)
Vasil Milushev doctor of pedagogical sciences, professor (Plovdiv, Bulgaria)
Grazyna Rygal dr hab, professor AjD (Czestochowa, Poland)
Olha Yaroshenko Corresponding Member of NAPSU, doctor of pedagogical sciences, professor (Kyiv,
Ukraine)
Oleg Topuzov Corresponding Member of NAPSU, doctor of pedagogical sciences, professor (Kyiv,
Ukraine)
Tamara Pushkaryova Corresponding Member of NAPSU, doctor of pedagogical sciences, professor (Kyiv,
Ukraine)
Yuriy Mal'ovany Corresponding Member of NAPSU, PhD in pedagogical sciences, senior researcher
(Kyiv, Ukraine)
Maria Bilyanska doctor of pedagogical sciences, professor (Kyiv, Ukraine)
Hamlet Mikaelyan doctor of pedagogical sciences, professor (Yerevan, Armenia)
Brone Narkeviciene Ph.D., professor (Kaunas, Lithuania)
Tamara Khmara Ph.D., professor (Kyiv, Ukraine)

EDITORIAL BOARD

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

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

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

UDC 614.253.4:159)-051:378.016:5

DOI 10.5281/zenodo.14567294

V. Fediv

ORCID ID 0000-0002-5033-1356

O. Olar

ORCID ID 0000-0002-2467-6932

M. Ivanchuk

ORCID ID 0000-0001-9499-0583

Bukovinian State Medical University

MEDICAL PSYCHOLOGY STUDENTS' PROFESSIONAL IDENTITY
DEVELOPMENT BY LEARNING NATURAL SCIENCE

На сьогоднішній день недостатньо досліджень, спрямованих на вивчення природничих наук, зокрема «Медичної та біологічної фізики», майбутніми медичними психологами. Мета дослідження – показати ефективність методології формування причинно-наслідкових зв'язків між природничо-науковою та професійною компонентами майбутніх медичних психологів. Для проведення дослідження було здійснено анонімне опитування з використанням Google Форм студентів I курсу спеціальності «Медична психологія» Буковинського державного медичного університету, які погодилися взяти участь в опитуванні. Анкета складається з відкритих і закритих запитань. Статистичний аналіз кількісних даних здійснювали використовуючи непараметричні критерії U-критерій Манна-Уїтні, T-Вілкоксона, для аналізу якісних даних використовували χ^2 -критерій Пірсона, точний критерій Фішера та кореляційний аналіз Крамера.

Внутрішню узгодженість відповідей на питання оцінювали за допомогою альфа-коефіцієнта Кронбаха. Результати підкреслили важливість та ефективність формування причинно-наслідкових зв'язків у студентів університету шляхом виявлення та встановлення професійних акцентів під час вивчення дисципліни «Медична та біологічна фізика». 97 % респондентів підтвердили вплив фізичних факторів на психоемоційний стан людини та необхідність знань про них і можливість впливу на них. Отже, підхід акцентів «причина-наслідок» необхідно активно пропагувати та практикувати для фаховоорієнтованості дисциплін з циклу загальної підготовки майбутніх медичних психологів. Це сприятиме зростанню мотивації вивчення природничих дисциплін, в цілому, і «Медичної та біологічної фізики», зокрема. Важливим для майбутнього медичного психолога є створення та розвиток трансдисциплінарних елективних курсів із залученням фахівців з медичної та біологічної фізики, оскільки значення професіоналів у цій галузі з плином часу буде постійно зростати.

Ключові слова: вища освіта, медична психологія, медична та біологічна фізика, природничі науки, психофізика, причинно-наслідкові зв'язки.

Problem statement. As a consequence of military actions in Ukraine, there is a growing number of people who are in need of professional help for mental health. Therefore, today's challenges for modern society will only increase the request of services of professionals in area of medical psychology [1].

The knowledge acquired by studying the subject «Medical and Biological Physics» becomes the basis for understanding of the results of the impact on humans of natural and artificial physical factors, life processes in the human body, and also form professional competences, i.e. evaluating the results of functional diagnostic methods, laboratory and instrumental research, etc. [2].

The community of practicing medical psychology specialists in present is divided into two camps. The one makes a claim that during the training period excessive attention is paid to scientific and statistical methods that will never be used in daily practice, and they promote medical practice based on clinical intuition (certainly important, but not the only one) rather than scientific evidence [3]. Others believe that neglecting these components inhibits scientific innovation and scientific rigor [4, 5]. But the role of any subject in the educational system of any profile is determined by integrated approach and professional orientation. Technological advances and its effect on human evolution impact on specialists' motivation to analyze, understand, forecast, and use the complex of interdisciplinary tools.

A basic understanding of scientific principles and research methods in psychology are important during training time. The following example can emphasize the role of subjects with a high degree of scientific knowledge in the curriculum of «Medical Psychology» students. Suppose a student is interested in studying neuroimaging methods in psychopathology. The student needs to study elements of neuroanatomy, behavioural neurophysiology, medical physics, digital signal processing, general linear modelling and programming, as well as gain hands-on experience with neuroimaging-specific aspects of data gathering, processing and analysis. Some of the above subjects are still not available in a medical education. Developing branches of knowledge by today's innovations causes new challenges facing the learning of medical psychology [4].

Analysis of current research. Characteristics of modern learners [6], psychological problems of adaptation to high school learning [7], motivation [8], attitude [9] and psychological perception of natural sciences, in particular, in the system of medical education are presented quite widely [10, 11]. However, papers devoted to the problems of natural sciences studying, in particular of the subject «Medical and biological physics», by students of the speciality «medical psychology» were not found.

The objectives of this study is to show the effectiveness of the methodology of cause-and-effect relationships between natural sciences and professional education components for future medical psychologists.

Findings. Natural science for medical psychology by means of cause-and-effect teaching approach. Clinical psychology is focused on understanding and treating mental and emotional distress, and typically involves forming competencies in areas such as human behaviour, cognition, emotions, and therapeutic techniques. The knowledge of natural sciences for students in «Medical Psychology» can be useful to understand cause-and-effect relationships of many mental disorders.

In addition, practical psychologists often use terminology that denotes the physical properties of matter, and it is characteristic for the field of materials science (flexibility, rigidity, elasticity, resistance, plasticity, stability, deformation, etc.), which is an integral part of natural science. Today, quantitative characteristics of these properties have already been developed in psychology. Moreover, understanding of that kind of terminology from the physical point of view allows us to use it consciously for practical medical psychology [12]. As well today the theories of quantum physics are widely represented in neuroscience and psychology [13,14], the branch of knowledge of quantum psychology is being born [15]. This clearly indicates the significant role of medical and biological physics to develop medical psychologist competencies.

It should be noted the importance of short historical discourses in the «Medical and Biological Physics» course studying, that vivid evidence how natural science gradually penetrated and complemented into psychology and vice versa.

Ernst Mach claimed in his psychophysics lectures in 1863, that «Physics, physiology and psychology stay in an indestructible relationship, so that for each of these sciences' salvation can only be found in cooperation with the other ones, and that each of them can be considered as an auxiliary science for the other ones». Emil du Bois-Reymond aforetime called the area that advanced chemical and physical approaches to physiology «organic physics». [16]

The contribution of Theodor Fechner (called «father of psychophysics»), Ernst Heinrich Weber, Hermann von Helmholtz, Wilhelm Wundt, Ernst Mach to the development of psychophysics is undeniable. They made psychology measurable, namely they developed measurement of psychological attributes.

Fechner has written: «The psychophysical experiment, which has so far only found an incidental place sometimes in the physical, sometimes in the physiological experimental room, now demands its own room, its own apparatus, its own methods». [17] Mach, in turn, believed that relative differences are important for perception (in particular, perception of weight, light intensity, sound intensity, temperature, distance and length) in any psychophysical experiments. Today, trends in the combination of physical, physiological and psychological research are often observed. This was typical for the works of the founders of psychophysics scientific area [17].

However, more than 150 years later, the problems remained unchanged. Having achieved significant success in the field of physiology (fundamental theories of vision and hearing, invention of the ophthalmoscope, etc.), Helmholtz devoted himself to physics. He claimed all his physiological work had been based on physics, but physiology students no longer knew enough mathematics and physics to follow them [16]. Evolution of medical education shows consciousness of the physico-mathematical components of studying are important and increased relatively recently [18]. Medical psychology, psychiatry, and neurophysiology are based on understanding the brain and objectification of its research result. But this was only possible thanks to physico-mathematical, chemical, engineering and medical components' combination.

Ask any psychologist: «Why do you want to sleep when it's raining? ». Will his answer be related to the impact of the sound spectral composition on the auditory system, and then on the nervous system? In order to associate these events, knowledge of physics and the ability to use them in physiology (neurophysiology) are required.

Let's consider some areas of study of subject «Medical and biological physics» and propose a cause-and-effect teaching approach for medical psychology students (Table 1).

The main task of a natural science teachers is actualization of natural science knowledge for medical psychology and emphasising the transdisciplinarity in the system of medical education.

Table 1 shows some examples of the «cause-effect» pair (natural science knowledge – psychology knowledge pair) that should be formed for students during study of the subject «Medical and Biological Physics».

Table 1

Some examples of the «cause-effect» pair for «Medical psychology» speciality students during «Medical and biological physics» studying for relationships building and discussions

Cause	Effects
I. Mechanical oscillations and waves	
sound frequency, sound intensity, sound spectrum	pitch, quality, volume of sound
Sound (acoustic) spectrum	sound interpretation by humans
psychophysical laws and regularities, human perception age effect, sound (acoustic) spectrum	acoustic illusions, sound quality
acoustic environment, the spectral composition of sounds, psychophysical laws and regularities, frequency response of the ear, frequency bandwidth	the therapeutic effect of sound
the Weber-Fechner law (a logarithmic pattern in the «stimulus intensity - receptor system response» system)	emotional state, perception system
Examples	
1. Environmental noise pollution. Negative effect	
acoustic discomfort, noise level in the range of 50-60 dBA	– challenges in processing and analyzing information, – learning disabilities, – deterioration of mental activity quality, – modification of reflexes, – sleep disorders, – irritability

Acoustic shock	– stress disorders, – fear of loud sounds (phonophobia), – complaint of muffled or distorted hearing, without a clinical picture of hearing loss
<i>2. Environmental noise pollution. Positive effect</i>	
selected spectral composition of noise (for example, white noise)	– calming and relaxing effect, – quality and depth of sleeping
selected spectral composition of noise (for example, pink noise)	– fight against depressions and neuroses, – concentration, memory improvement, – reducing anxiety
selected spectral composition of noise (for example, red (brown) noise)	sleep improvement (in research) [19, 20, 21]
<i>3. Infrasound</i>	
– infrasound of a frequency of up to 10 Hz and a high acoustic load (80-90 dBA) (below the threshold of human hearing) – infrasound with a frequency above 12 Hz and an acoustic load of 90-110 dBA (audible sound)	– reduced attention, – slowness, – decreasing of cognitive abilities, intelligibility of speech, – sleep quality
II. Electromagnetic oscillations and waves	
level of light intensity, light sources (power, spectral composition, type), light regime	psycho-emotional state – effect on appetite, – quality of sleep, – emotions and mood, – Circadian rhythm, – reduction of labour productivity
<i>Examples</i>	
<i>1. Photoreception</i>	
– lack of light intensity (short daylight, gloomy weather, etc.)	depressive states
– the influence of long-wave and short-wave radiation in the visible range	feeling of «warm» and «cold» colours
<i>2. Photo- and chromotherapy</i>	
colour schemes for interior design	– influence on mood, – recovery of emotional state, – impact on decision-making
colour range of dishes	influence on appetite

In the given examples, there is clearly demonstrated the transdisciplinary approach of teaching in medical education. This approach in education of medical psychologists establishes cause-and-effect relationships to get a complete illustration of the patient's life situation.

Many teachers follow a traditional approach to teaching, seeing the teacher's main function as imparting knowledge, ignoring the students' expectations of learning [22, 23]. But despite the advantages of traditional teaching methods, they need to be supplemented with innovative approaches to improve student engagement and learning outcomes.

Therefore, the focus of this paper is to substantiate and highlight the transdisciplinary approach based on the formation of cause-and-effect relationships in the teaching of the subject «Medical and biological physics» for specialty «Medical psychology» students. Moreover, analysis of the impact of teaching methods on students' perception of the significance of knowledge of the subject «Medical and

biological physics» and the importance of systematic, structured and non-fragmentary using of transdisciplinary relationships during the subject studying are considered.

Sampling and data collection. The target group of investigation was a group of students studying in «Medical psychology» spatiality (1st year students, Bukovinian State Medical University) and was agreed to take part in the survey (33 persons). The survey was anonymous and was carried out at the end of the study of the subject using Google forms. Control group (CG) (10 persons) was a group, in which a traditional approach was used in teaching of the subject. In the research group (RG) (23 persons) the cause-and-effect relationship approach was put to the test.

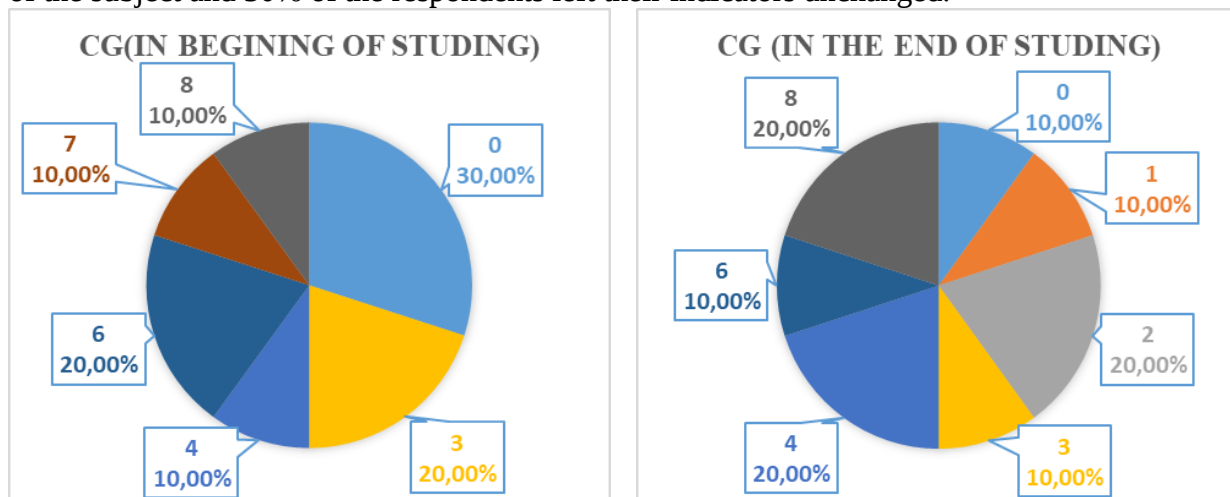
All questions were standardized; respondents had received the same questions with identical wording. Our questionnaire was designed to include both open-ended and closed-ended questions.

Statistical analysis. Statistical analysis of quantitative data was carried out using non-parametric Mann-Whitney U-tests, T-Wilcoxon tests. χ^2 -Pearson's test, Fisher's exact test and Kramer's correlation analysis were used to analyze qualitative data. The internal consistency of the answers to the questions was assessed using Cronbach's alpha coefficient. Cronbach's alpha coefficient was 0.64. It indicated sufficient internal consistency.

In terms of gender, the sample is represented heterogeneously: the ratio of female/male is 90.63% (29 persons)/9.36% (4 persons). However, this does not affect the evaluated results, since there is no significant difference according to the results of the national multi-subject test (NMT) ($p=0.999$) and the graduating results in physics ($p=0.084$) and mathematics ($p=0.850$) by gender in the target group.

The NMT evaluation results and the graduating results in mathematics and physics had shown an average correlation ($r=0.512$, $p<0.05$), therefore the influence of various factors (differences in the quality of acquired knowledge depending on the school, which was graduated; time, which was spent for preparation and systematization of the knowledge in various subjects before taking the NMT; emotional and mental states during the test passing, etc.) was obvious on the final result.

According to the survey results, 36.4% of the students (12 persons) didn't expect to see the subject «Medical and Biological Physics» in the curriculum. It was 5 persons (50%) of CG and 7 (30.4%) persons of RG. 56.6% of the students (19 persons) expected to see the subject in the curriculum, and they associated it with the general training of the 1st year students, and it has not been seen for them the joining of «Medical and biological physics» learning and future professional skills. Two students associated the subject with future skills. The survey students' results about subject importance for future professional skills (a 10-point scale) in the beginning and in the end of the subject studying of CG and RG are presented in Fig. 1. The feeling of subject importance for future professional skills significantly increased during the training process for the RG ($p=0.008$), but did not change ($p=0.587$) for the CG. 30% of the respondents in CG indicated a decreasing of the feeling of subject importance for professional training in the end of studying of the subject and 30% of the respondents left their indicators unchanged.



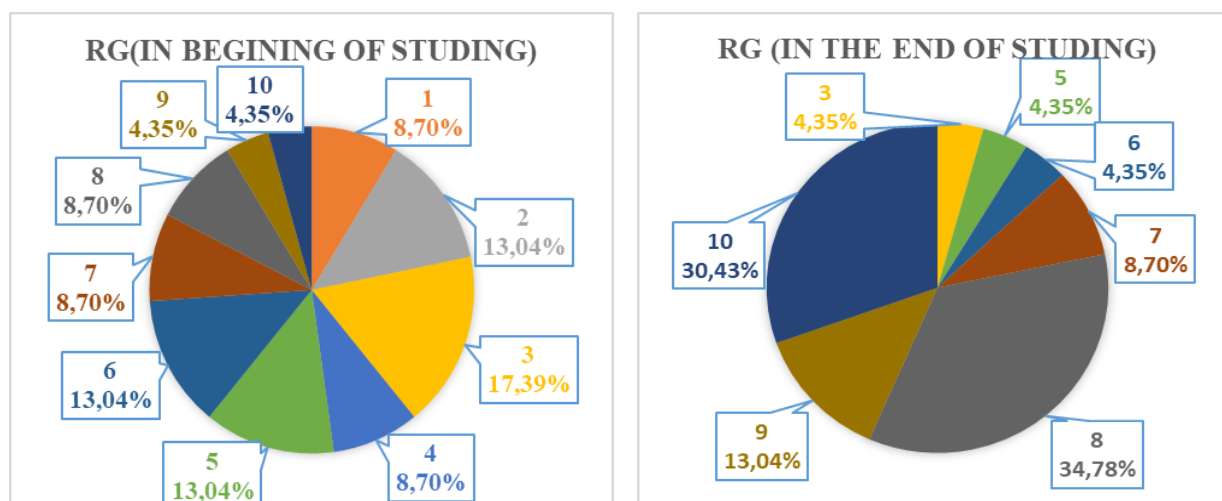


Figure 1. Comparative information about the distribution of feelings of the subject necessity for future professional activity in the beginning and in the end of the discipline studying in CG and RG

We have established the negative value of the correlation coefficient ($V=-0.673$) between feeling of subject importance for future professional skills and the subjective assessment of the quality of preparation for class in the CG. This result emphasized the importance of systematic, structured and non-fragmented transdisciplinary framework to teaching. 13% of the RG students indicated a correlation between decreasing subject importance and their subjective assessment of preparation for class, i.e. non-systematic preparation.

Students encounter various problems in subject learning:

- insufficient level of basic knowledge in physics, low motivation.
 - In our opinion, the main reason is the general tendency of decreasing in the quality of acquisition of natural and scientific disciplines, regardless of the country.
- a lot of supporting materials that students need to achieve results.
 - From our personal standpoint, adaptation of 1st-year students to high school study is the main reason for this problem.
- subjectively assessed own psychological traits, in particular lack of concentration, peculiarities of perception of various information (written, graphical, audiovisual, etc.)
 - In our opinion, the degree of a student's comprehension of the importance of self-improvement can have an impact in changing their attitude towards the subject of natural science as well. Some students realized that they have to take full personal responsibility for their own education.

Moreover, research suggests that students related main part of study topics (biophysics of the senses (hearing, vision), transport phenomena and biopotentials, ultrasound methods, electric currents' application in medicine, electric and magnetic fields application in medicine, X-ray radiation and sensors application) with future professional skills.

One of a lot of persuasive arguments of importance of a systematic, structured, non-fragmented transdisciplinary approach to the claim of cause-and-effect relationships for future practical activities is study about the interest in pre-class preparation. This study analyzed the extent to which students made appropriate revisions to pre-class preparation depending on the feedback of the teaching method they received. In RG 82.6% of students in contrast to the 33.3% of CG ($p=0.002$) positive answers concerning the interest in pre-class preparation.

Almost all students of CG and RG (32 persons) confirmed the impact of natural factors on a person's psycho-emotional state. One more persuasive argument of importance promoted teaching method is positive answers next questions: 1) do they need knowledge of the «Medical and biological physics» subject in future professional activities (70% students of CG in contrast to 100% of RG ($p=0,022$)); 2) do they need knowledge of the «Medical and biological physics»

subject for explanation of person's psycho-emotional state of (30% students of CG, in contrast to 91.3% of RG ($p=0,000$)).

Conclusions and prospects. Therefore, the approach of «cause-effect» accents must be actively promoted and practiced for the professional orientation of subjects in the cycle of general training of future medical psychologists. This will contribute to the growth of motivation to study natural sciences, in general, and «Medical and biological physics», in particular. The understanding by those seeking education of the necessity to introduce innovations into the system of professional activity will inevitably require the transdisciplinarity of education, and this, in turn, is evidence of the importance of science components in education. The task of the teacher will consist in the formation of educational accents. The professional orientation of «Medical and Biological Physics» affects the motivation of its study, especially interesting to the students of education are topics related to the human sensory system and methods of influencing it.

In the future, it is also important to develop opportunities to acquire knowledge and skills for the formation of the professional identity of medical psychologists in the creation and development of elective courses aimed to transdisciplinarity for the area of training «Medical psychology», since the importance of professionals in this field will permanently grow only.

REFERENCES

1. Seleznova, V., Pinchuk, I., Feldman, I., Virchenko, V., Wang, B., Skokauskas, N. (2023) The battle for mental well-being in Ukraine: mental health crisis and economic aspects of mental health services in wartime. *International Journal of Mental Health Systems*, 17(28), 1-5. Retrieved from: <https://doi:10.1186/s13033-023-00598-3>.
2. The standard of higher education of the master's level, specialty «Medical Psychology» in Ukraine. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2021/08/20/225-Med.psykholohiya.mahistr.20.08.pdf>.
3. Berenbaum, H., Washburn, J. J., Sbarra, D., Reardon, K. W., Schuler, T., Teachman, B. A., et al. (2021). Accelerating the rate of progress in reducing mental health burdens: Recommendations for training the next generation of clinical psychologists. *Clinical Psychology: Science and Practice*, 28(2), 107–123. Retrieved from: <https://doi:10.1037/cps0000007>.
4. Gee, D. G., DeYoung, K. A., McLaughlin, K. A., Tillman, R. M., Barch, D. M., Forbes, E. E., et al. (2022). Training the Next Generation of Clinical Psychological Scientists: A Data-Driven Call to Action. *Annual Review of Clinical Psychology*, 18, 43-70. Retrieved from: <https://sdlab.fas.harvard.edu/publications/training-next-generation-clinical-psychological-scientists-data-driven-call>.
5. Sesé, A., Palmer, A. (2011). The Current Use of Statistics in Clinical and Health Psychology Under Review. *Clinical and Health*, 23, 97-108. Retrieved from: <https://doi:10.5093/cl2012v23n1a2>.
6. Hendrastomo, G., Januarti, N. E. (2023). The Characteristics of Generation Z Students and Implications for Future Learning Methods. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran dan Pembelajaran*, 9(2), 484-496. Retrieved from: <https://doi:10.33394/jk.v9i2.7745>.
7. Ning, Q., Shi, J. (2023). Psychological adaptation level optimization to attain the goal of sustainable education. *Journal of Community Psychology*. 51(4), 1607-1621. Retrieved from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jcop.22942>.
8. Dania, T., Chládková, H., Duda, J., Kožíšek, R., Hrdličková, A. (2023). The motivation of generation Z: A prototype of the Mendel University student. *The International Journal of Management Education*, 21(3), 100891. Retrieved from: <https://doi:10.1016/j.ijme.2023.100891>.
9. Akarsu, B. (2017). Upper Secondary School Pupils' Attitudes towards Natural Science. *European Journal of Physics Education*, 4(1), 59-68. Retrieved from: <https://eu-journal.org/index.php/EJPE/article/view/82>.
10. Pruskil, S., Burgwinkel, P., Georg, W., Keil, T., Kiessling, C. (2009). Medical students' attitudes towards science and involvement in research activities: a comparative study with students from a reformed and a traditional curriculum. *Medical Teacher*, 31(6), 254-259. Retrieved from: <https://doi:10.1080/01421590802637925>.

11. Vodopivec, I., Vujaklija, A., Hrabak, M., Lukić, I. K., Marusić, A., Marusić, M. (2002). Knowledge about and attitude towards science of first year medical students. *Croatian Medical Journal*, 43(1), 58-62. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/11530976_Knowledge_about_and_Attitude_towards_Science_of_First_Year_Medical_Students.
12. Ruud, J. R. Den Hartigh, Hill, Y. (2022). Conceptualizing and measuring psychological resilience: What can we learn from physics? *New Ideas in Psychology*, 66, 100934. Retrieved from: <https://doi:10.1016/j.newideapsych.2022.100934>.
13. De Meester, F. (2020). Psychology from a Quantum Physics Perspective. *Tomorrow's Medicine. Annals of Psychiatry and Mental Health*, 8(1), 1143. Retrieved from: <https://doi:10.33425/2641-4317.1045>.
14. Schwartz, J. M., Stapp, H. P., Beauregard, M. (2005). Quantum physics in neuroscience and psychology: a neurophysical model of mind-brain interaction. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 360 (1458), 1309-27. Retrieved from: <https://doi:10.1098/rstb.2004.1598>.
15. Campagne, D. M. (2019). Quantum Physics and the Future of Psychology. *The Journal of Mind and Behavior*, 40(3/4), 213–224. Retrieved from: <https://www.jstor.org/stable/26904002>.
16. Staley, R. (2021). Sensory studies, or when physics was psychophysics: Ernst Mach and physics between physiology and psychology, 1860–71. *History of Science*, 59(1), 93-118. Retrieved from: <https://doi.org/10.1177/0073275318784104>.
17. Fechner, G. T. (1860). *Elemente der Psychophysik*, vol. 1 (p. 8). Leipzig: Breitkopf und Härtel. Retrieved from: <https://archive.org/details/elementederpsych001fech/page/8/mode/2up?q=psychologisch>.
18. Duck, F. A. (2014). The origins of medical physics. *Physica Medica*, 30(4), 397-402. Retrieved from: <https://doi:10.1016/j.ejmp.2014.03.005>.
19. Riedy, S. M., Smith, M. G., Rocha, S., Basner, M. (2021) Noise as a sleep aid: A systematic review. *Sleep Medicine Reviews*, 55, 101385. Retrieved from: <http://doi:10.1016/j.smrv.2020.101385>.
20. Ebben, M. R., Yan, P., Krieger, A. C. (2021). The effects of white noise on sleep and duration in individuals living in a high noise environment in New York City. *Sleep Medicine*, 83, 256-259. Retrieved from: <http://doi:10.1016/j.sleep.2021.03.031>.
21. Meng, Q., Zhang, J., Kang, J., Wu, Y. (2020). Effects of sound environment on the sleep of college students in China. *Science of The Total Environment*, 705, 135794. Retrieved from: <http://doi:10.1016/j.scitotenv.2019.135794>.
22. Niemi, H. (2002). Active learning: A cultural change needed in teacher education and schools. *Teaching and Teacher Education*, 18(7), 763-780. Retrieved from: [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(02\)00042-2](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(02)00042-2).
23. Mirko, M., Sliško, J. (2014). Students' Experiences in Learning Physics: Active Learning Methods and Traditional Teaching. *Latin-American Journal of Physics Education*, 8(4), 4510(1-12). Retrieved from: http://lajpe.org/dec14/4510_Marusic.pdf.

Fediv V., Olar O., Ivanchuk M. Medical psychology students' professional identity development by learning natural science.

Nowadays, it is a lack of research focused on the study of natural sciences, in particular of «Medical and biological physics», by future medical psychologists. The goal of this study is to show the effectiveness of the methodology of cause-and-effect relationships between natural sciences and professional education components for future medical psychologists.

To conduct this study, an anonymous survey was carried out among first-year students studying in specialty «Medical psychology» of Bukovinian state medical university who were agreed to take part in the survey. Opinions were collected by Google forms. Questionnaire was designed to include open-ended and closed-ended questions. Statistical analysis was carried out using non-parametric Mann-Whitney U-tests, T-Wilcoxon tests. χ^2 -Pearson's test, Fisher's exact test and Kramer's correlation analysis.

Results emphasized the importance and effectiveness of cause-and-effect relationships formation among university students through clarification, identification and establishment of professional accents during the study of the subject «Medical and biological physics». 97 % of respondents confirmed the impact of physical factors on a person's psycho-emotional state and necessity of knowledge about them and possibility of influence on it.

Promotion and practicing for the professional orientation of future medical psychologist of subjects in natural sciences, in particular «Medical and biological physics» of «cause-effect» approach will contribute to the growing of motivation to study natural sciences, one of important component in professional training. It is important creation and development of transdisciplinary elective courses, by involving medical and biological physics experts, for future medical psychologist since the importance of professionals in this field will permanently grow only.

Key words: medical psychology; medical and biological physics; natural sciences; psychophysics; cause-and-effect relationships.

УДК 373.3/5.091.26:51(536.2)

DOI 10.5281/zenodo.14567224

І. А. Акуленко

ORCID ID 0000-0003-4603-409X

Г. Б. Побірченко

ORCID ID 0000-0001-7051-1525

Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького

КРИТЕРІАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ УЧНІВ З МАТЕМАТИКИ (ДОСВІД ОБ'ЄДНАНИХ АРАБСЬКИХ ЕМІРАТІВ)

Контроль і оцінювання навчальних досягнень учнів з математики є вагомим складником освітнього процесу. У вітчизняній освітній практиці ці процедури частково унормовані Державним стандартом базової середньої освіти, де наведено вимоги до обов'язкових результатів навчання учнів з математичної освітньої галузі. Однак постає проблема стосовно процедур і засобів для оцінювання груп загальних результатів не лише на завершальному етапі здобування загальної середньої освіти, а й на проміжних етапах. У цьому контексті доречно ознайомитися із зарубіжним досвідом, послуговуючись принципами компаративної дидактики. У статті описано досвід освітньої системи Об'єднаних Арабських Еміратів стосовно оцінювання навчальних досягнень учнів з математики. Розглянуто запроваджені у країні критерії для такого оцінювання: Criteria: A. Knowledge and Understanding (Знання та розуміння); Criteria: B Investigating Patterns (Дослідження закономірностей (патернів)); Criteria: C. Communication in mathematics (Комунікація в математиці); Criteria: D Reflection in mathematics (Рефлексія в математиці). Увага приділена і відповідним засобам-завданням, їхній специфіці для оцінювання навчальних досягнень учнів з математики за відповідним критерієм.

Ключові слова: оцінювання навчальних досягнень учнів, критерії оцінювання, показники рівня навчальних досягнень, індикатори для оцінювання, підсумковий контроль.

Постановка проблеми. Контроль і оцінювання навчальних досягнень учнів з математики є вагомим складником освітнього процесу. У вітчизняній освітній практиці ці процедури частково унормовані Державним стандартом базової середньої освіти (Постанова КМУ № 898 від 30.09.2020 року) [18], де наведено вимоги до обов'язкових результатів навчання учнів з математичної освітньої галузі. Державним стандартом передбачено, що учень: 1) досліджує проблемні ситуації та виокремлює проблеми, які можна розв'язувати із застосуванням математичних методів (ГЗР 1); 2) моделює процеси і ситуації, розробляє стратегії, плани дій для розв'язання проблем (ГЗР 2); 3) критично оцінює процес і результат

розв'язання проблем (ГЗР 3); 4) розвиває математичне мислення для пізнання і перетворення дійсності, володіє математичною мовою (ГЗР 4). Учні, які завершили здобуття базової середньої освіти, проходять процедуру державної підсумкової атестації задля оцінювання відповідності результатів їхнього навчання вимогам державних стандартів. Однак постає проблема стосовно процедур і засобів для оцінювання груп загальних результатів не лише на завершальному етапі здобування загальної середньої освіти, а й на проміжних етапах. У цьому контексті доречно ознайомитися із зарубіжним досвідом, послуговуючись принципами компаративної дидактики.

Аналіз актуальних досліджень. Розвиток шкільної математичної освіти на глобальному, регіональному та державному (національному – окремих країн, етнічному – окремих національностей в межах однієї держави) рівнях в її минулому, сучасному та майбутньому аспектах виступає предметом дослідження (за Н. Тарасенковою і З. Сердюк [17], О. Чашечникової [20]) компаративної дидактики математики. Сучасні європейські студії у галузі компаративної дидактики [1] скеровані на розвиток та інтернаціоналізацію порівняльної дидактики, на передачу методології між шкільними предметами, на виявлення та обмін теоретичними перспективами. У них обґрунтовано тезу, що для покращення загального розуміння феноменів, пов'язаних із викладанням і навчанням, предметну дидактику необхідно доповнити порівняльними підходами, які зіставляють і контекстуалізують результати предметної дидактики (Ligozat et al., 2023; Mercier та ін., 2002; Ротгангель і Фольмер, 2020; Schnewly, 2014; Шубаєв-Леоні і Лейтенеггер, 1997; Vollmer, 2014). Проблематика планування, реалізації та оцінювання навчальної діяльності учнів в освітянській практиці різних країн постають у фокусі уваги низки порівняльних досліджень. Broadfoot, P. та інші (2002) окреслили 10 загальних принципів формувального оцінювання або оцінювання для навчання. Проектом «Аналіз та огляд інновацій в оцінюванні» (ARIA) відібрано 13 ініціатив з чотирьох країн Великобританії: Англії, Уельсу, Шотландії та Північної Ірландії, які сфокусовані на вивченні підходів, що дозволяють вчителям забезпечити ефективність їх формувального та підсумкового оцінювання, та на поширенні вдосконаленої практики оцінювання вчителями цих країн. Їхні висновки описані Gardner, Harlen, Hayward, and Stobart у роботі [3]. Низка наукових студій висвітлюють специфіку формувального оцінювання як оцінювання для навчання у різних країнах: Ehmke, van den Ham, Sälzer, Heine, & Prenzel (2020) [16] презентують досвід Німеччини, Jakubowski (2021) [15] – польський досвід, Marinho, Leite, & Fernandes (2017) [14] – напрацювання освітньої системи Португалії, Zhao, Mulligan, & Mitchelmore (2006) [13] висвітлюють досвід Китаю, Nortvedt, Santos, & Pinto (2016) порівнюють освітні практики щодо оцінювання в Норвегії та Португалії.

Мета статті – охарактеризувати практику оцінювання навчальних досягнень учнів з математики у школах Об'єднаних Арабських Еміратів.

Виклад основного матеріалу. Для оцінювання навчальних досягнень учнів з математики в Об'єднаних Арабських Еміратах (відповідно до Програми основної середньої школи Міжнародного бакалавріата (IB MYP)) запроваджено 4 критерії: Criteria: A. Knowledge and Understanding (Знання та розуміння); Criteria: B Investigating Patterns (Дослідження закономірностей (патернів)); Criteria: C. Communication in mathematics (Комунікація в математиці); Criteria: D Reflection in mathematics (Рефлексія в математиці).

Критерій А у програмі IB MYP з математики (табл. 1) фокусується на тому, наскільки глибоко учень розуміє математичні концепції та ідеї. Він оцінює, чи учень може: 1) точно інтерпретувати математичні ситуації та задачі; 2) використовувати відповідні математичні знання для їх розв'язання; 3) проводити математичні міркування чітко й логічно; 4) виявляти зв'язки між різними математичними поняттями; 5) застосовувати математичні знання в нових контекстах.

Таблиця 1

Критерій А та рівні досягнень учнів за критерієм

Критерій А (Знання і розуміння)		
Рівень досягнень	Опис рівня	Показники (декодери)
0 Незадовільно Unsatisfactory	Учні не досягли стандарту, описаного рівнями, поданими нижче	Немає достатньо доказів, щоб поставити студенту оцінку «Знання розуміння».
1 - Незадовільно Unsatisfactory 2 - Часткове володіння Partially proficient	Учень <i>намагається</i> робити висновки, розв'язуючи <i>прості</i> задачі у <i>знайомих</i> контекстах.	Розв'язуючи задачу, учні включають частину інформації, щоб показати, що вони розуміють принаймні частину проблеми. Використання математичної лексики та символіки обмежене, інколи правильне. Задача не складна і схожа на ті, які учні розв'язували на уроці. Відповідь до задачі не зовсім правильна.
3-4 Часткове володіння Partially proficient	Учень <i>іноді</i> робить <i>відповідні</i> висновки, розв'язуючи <i>прості</i> та <i>більш складні</i> задачі у <i>знайомих</i> контекстах.	Розв'язуючи задачу, учні включають частину інформації, і показують розуміння принаймні частини задачі. Правильне використання математичної лексики та символіки обмежене. Поставлена задача складніша, але схожа на ті, що розв'язували на уроці. Іноді відповіді правильні, а іноді правильна лише частина відповіді.
5-6 Досвідчений Proficient	Учень, як <i>правило</i> , робить <i>відповідні</i> висновки, коли розв'язує <i>складні</i> задачі в <i>різноманітних</i> але <i>знайомих</i> контекстах.	Розв'язуючи задачу, учні включають більшість або всю інформацію і демонструють розуміння задачі. Математичний словник і символіку використовують правильно. Поставлена задача складніша, але схожа на ті, що розв'язували на уроці. Зазвичай відповідь до задачі правильна.
7-8 Просунутий Advanced	Учень <i>послідовно</i> робить <i>відповідні</i> висновки під час розв'язування <i>складних</i> завдань у <i>різних</i> контекстах, включаючи <i>незнайомі</i> ситуації.	Розв'язуючи задачу, учні включають усю необхідну інформацію і демонструють повне розуміння задачі. Математичний словник і символіку використовують правильно. Поставлена задача є складнішою та відрізняється від тих, що розв'язували на уроці. Відповідь до задачі майже завжди правильна.

Завдання для оцінювання за критерієм А повинні дозволяти учням продемонструвати знання та розуміння понять і способів математичної діяльності відповідного рівня. Ці завдання, ймовірно тестові, закритої форми відповіді. З них укладають тематичні контрольні роботи та/або іспити. Вчителям також рекомендують для оцінювання за критерієм А частково використовувати завдання з відкритою формою відповіді. Такі завдання повинні бути різнопланові, поставлені в різних контекстах, перевіряти теоретичну підготовку учнів.

Критерій В (табл. 2) націлений на виявлення спроможності учнів до застосування знань, зокрема навичок творчого розв'язування математичних задач, дослідження, критичного аналізу та узагальнення математичних даних. Він фокусується на тому, наскільки добре учень може: 1) виявляти закономірності (патерни) в даних, представлених у текстовій умові задачі, в таблицях, графіках, числових і буквених виразах, числових послідовностях, інших ситуаціях;

2) формулювати гіпотези щодо цих закономірностей; 3) перевіряти гіпотези, застосовуючи різні математичні способи діяльності; 4) узагальнювати отримані результати й робити висновки; 5) представляти результати розв'язування задачі чи висновки проведеного дослідження у чіткій та зрозумілій формі, обґрунтовувати їх.

Таблиця 2

Критерій В та рівні досягнень учнів за критерієм

Критерій В (дослідження закономірностей, застосування знань)		
Рівень досягнень	Опис рівня	Показники (декодери)
0 Незадовільно	Учні не досягли стандарту, описаного рівнями, поданими нижче	Немає достатньо доказів, щоб поставити студенту оцінку за критерієм
1- Незадовільно 2- Часткове володіння	Учень застосовує, з деякими вказівками, способи математичної діяльності для розпізнавання простих закономірностей.	Учень не розуміє, про що йдеться в задачі. Учень не усвідомлює змін у відомому зразку. Учень може розв'язати задачу за допомогою.
3-4 Часткове володіння	Учень добирає та застосовує відомі способи математичної діяльності, щоб розпізнати закономірності, пропонує співвідношення чи загальні правила для опису закономірностей.	Учень починає розуміти, що потрібно дізнатися в задачі. Учень може описати зміни у закономірності.
5-6 Досвідчений	Учень добирає та застосовує відомі способи математичної діяльності, щоб розпізнати закономірності, описує закономірності через співвідношення чи загальні правила, робить висновки відповідно до знайдених закономірностей.	Учень чітко розуміє, що потрібно дізнатися в задачі. Учень знає, який спосіб математичної діяльності доцільно застосувати. Учні можуть обговорювати застосовані способи математичної діяльності. Учень може описати висновки відповідно до знайдених закономірностей, надати відповідь до задачі.
7-8 Просунутий	Учень добирає та застосовує відомі способи математичної діяльності, щоб розпізнати закономірності, описує закономірності через співвідношення чи загальні правила, робить висновки відповідно до знайдених закономірностей, наводить обґрунтування або доведення своїх висновків	Учень чітко розуміє, що потрібно дізнатися в задачі. Учень знає, який спосіб математичної діяльності доцільно застосувати. Учні можуть обговорювати застосовані способи математичної діяльності Учень може описати висновки відповідно до знайдених закономірностей, надати відповідь до задачі. Учень може обґрунтовувати висновки та правильно повідомити їх за допомогою письмового тексту, малюнків або презентацій.

Наведений вище опис критерію В не достатньо вказує на спільні і відмінні риси у критеріях А і В. Насправді саме ці два критерії є фундаментальними, які використовують для оцінювання математичних досягнень учнів, зокрема в програмах міжнародного бакалавріату (IB). Хоча обидва критерії стосуються математичної компетентності учнів, вони мають різний фокус (табл. 3).

Фокус оцінювання за критеріями А і В

	Критерій А: Знання та розуміння	Критерій В: Дослідження закономірностей, застосування знань
Що оцінюється:	Глибина знань: наскільки учень володіє теоретичним матеріалом, формулами, теоремами. Точність термінології: чи правильно учень використовує математичну термінологію. Застосування знань у стандартних ситуаціях: чи може учень розв'язувати типові задачі, використовуючи вивчені методи.	Здатність до аналізу: чи може учень проаналізувати умову задачі та дібрати відповідний метод розв'язування. Логіка міркувань: чи послідовно учень будує свій розв'язок. Самостійність: чи може учень знайти нестандартні підходи до розв'язування задач.
Фокус оцінювання:	Перевірка теоретичної підготовки учня, здатності їх застосовувати у стандартних ситуаціях.	Оцінка того, як учень може застосувати свої знання на практиці, його здатність аналізувати, добирати методи розв'язування нестандартних задач, або знайомих задач у нестандартних ситуаціях.

Таким чином, завдання для оцінювання за критерієм В повинні дозволяти учням продемонструвати свою здатність міркувати та застосовувати математичні поняття та навички відповідного рівня. Доцільно, щоб такі завдання були з відкритою формою відповіді. Вони мають поставлені в різних контекстах, однак, це мають бути завдання, відмінні від тих, що оцінюють навчальні досягнення учнів за критерієм А.

Приклад. Розв'язування квадратних рівнянь.

Завдання: Розв'язати рівняння $x^2 - 5x + 6 = 0$.

Розглянемо приклади формулювання завдань для оцінювання досягнень учнів за критерієм А (фокус: перевірка теоретичних знань учнів). Завдання тестові, закритої форми відповіді.

1. Оберіть правильну формулу для обчислення коренів квадратного рівняння (оцінюється, чи учень знає формулу коренів квадратного рівняння):

А. $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}$. Б. $x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{a}$. В. $x_{1,2} = \frac{b \pm \sqrt{D}}{2a}$. Г. $x_{1,2} = \frac{b \pm \sqrt{D}}{a}$.

2. Оберіть правильний вираз для обчислення дискримінанта квадратного рівняння (оцінюється, чи учень знає формулу дискримінанта квадратного рівняння):

А. $D = \sqrt{b^2 - ac}$. Б. $D = \sqrt{b^2 - 4ac}$. В. $D = \sqrt{b^2 + 4ac}$. Г. $D = \sqrt{b - 4ac}$.

3. Дискримінант рівняння $x^2 - 5x + 6 = 0$ дорівнює ... (оцінюється, чи правильно учень виконав обчислення і отримав правильні відповіді):

А. 19. Б. 1. В. 49. Г. - 19.

4. Коренями рівняння $x^2 - 5x + 6 = 0$ є числа ... (оцінюється, чи правильно учень виконав обчислення у стандартних ситуаціях і отримав правильні відповіді):

А. 2 і 3. Б. 6 і 1. В. 2. Г. 3.

Розглянемо приклади формулювання завдань для оцінювання математичних досягнень учнів за критерієм В (фокус: глибина розуміння, здатність до аналізу і застосування знань у різних контекстах). Завдання з відкритою формою відповіді.

1. Обчисліть дискримінант даного рівняння і обґрунтуйте кількість коренів даного рівняння (оцінюється, чи учень розуміє, що таке дискримінант і як він впливає на кількість коренів рівняння).

2. Знайдіть корені даного рівняння (оцінюється, чи може учень правильно застосувати формули дискримінанта і коренів квадратного рівняння).

3. Поясніть геометричний зміст коренів даного рівняння (оцінюється, чи може учень правильно пояснити геометричний зміст коренів квадратного рівняння як точок перетину графіка параболи з віссю Ox).

4. Розкладіть квадратний тричлен $x^2 - 5x + 6$ на множники (оцінюється, чи може учень правильно розкласти квадратний тричлен на множники за допомогою його коренів).

Критерій С (Criteria: C communication in mathematics) у програмі Міжнародного бакалавріату (IB) (табл. 4).

Таблиця 4

Критерій С та рівні досягнень учнів за критерієм

Критерій С (комунікація в математиці)		
Рівень досягнень	Опис рівня	Показники (декодери)
0 Незадовільно	Учні не досягли стандарту, описаного рівнями, поданими нижче	Немає достатньо доказів, щоб поставити студенту оцінку за критерієм
1-2 Часткове володіння	Учень демонструє базове використання математичної мови та/або форм математичного представлення. Міркування учня важко відстежити.	Учень може демонструвати розв'язування задачі, використовуючи числа, символи та/або слова, хоча можуть бути присутніми деякі помилки. Учень дає <i>часткові відповіді</i> до задачі, але хід розв'язування може бути незрозумілим. Учень <i>іноді</i> може показувати розв'язування в кількох формах і може встановлювати зв'язки між представленнями розв'язку.
3-4 Досвідчений	Учень демонструє достатнє використання математичної мови та форм математичного представлення. Міркування учня є чіткими, хоча не завжди логічними чи повними. Учень з певним успіхом переходить між різними формами представлення ходу розв'язування.	Учень, як правило, може показувати розв'язки, правильно використовуючи числа, символи та/або слова. Учень дає відповідь на більшість частин завдання у спосіб, який часто є зрозумілим, здебільшого повним і досить легким для сприйняття. Учень зазвичай може показати рішення в кількох формах, встановлюючи зв'язки між представленнями.
7-8 Просунутий	Учень демонструє хороше використання математичної мови та форм математичного представлення. Міркування лаконічні, логічні, повні. Учень оперує різними формами представлення розв'язування завдання.	Учень може правильно демонструвати хід розв'язування, використовуючи цифри, символи та/або слова. Учень дає повну відповідь на усі частини завдання, з чітким і повним розв'язанням, яке легко зрозуміти. Учень може представляти розв'язування більш ніж в одній формі, встановлюючи зв'язки між ними.

Чи варто сприймати критерій С як такий, що сфокусований лише на комунікації в навчанні математики? З одного боку, дійсно, за цим критерієм оцінюють комунікативні навички учнів: 1) пояснення розв'язування задачі (учні повинні вміти чітко та логічно пояснювати, як вони дійшли до певного результату, які математичні методи вони використовували і чому); 2) інтерпретація результатів (важливим є вміння пояснити, що отримані математичні результати означають у контексті реальної задачі); 3) використання математичної мови (учні повинні демонструвати знання математичної термінології та вміння використовувати її для правильного і точного вираження своїх думок); 4) варіативність семіотичних оболонок для представлення результатів (крім письмових пояснень, учні можуть

використовувати графіки, таблиці, діаграми для візуального представлення своїх розв'язків). Однак, критерій С ставить акцент не лише на комунікації у вивченні математики.

Критерій С у програмі ІВ підкреслює важливість застосування математики для розв'язування *реальних задач*. Учень повинен демонструвати здатність *створювати математичні моделі для реальних ситуацій*, добирати відповідні математичні методи та інструменти для *дослідження цих моделей*, а також *інтерпретувати отримані результати* в контексті задачі. Розв'язуючи реальні задачі, учні розвивають свої навички критичного мислення, творчості та співпраці. Задачі за критерієм С часто вимагають від учнів творчого підходу до розв'язування. Таким чином, критерій С можна розглядати як такий, що допомагає в комплексному оцінюванні синтезу кількох важливих навичок: 1) комунікативних: вміння чітко і ясно висловлювати свої думки; 2) математичних: знання математичних концепцій і вміння їх застосовувати в реальних ситуаціях; 3) критичного мислення: здатність аналізувати інформацію, оцінювати аргументи та робити висновки, оцінювати свій розв'язок, виявляти можливі помилки та вносити необхідні корективи, розуміти обмеження застосованих математичних моделей та інтерпретацій; 4) творчих: вміння генерувати нові ідеї та нестандартні рішення.

Отже, якщо критерій В оцінює, наскільки правильно учень застосовує математичні методи та алгоритми, які він знає, то критерій С фокусується на їхньому застосуванні в реальних життєвих ситуаціях. Він оцінює, чи може учень сформулювати математичну модель для реальної проблеми, дібрати відповідні математичні інструменти для її розв'язання та інтерпретувати отримані результати в контексті задачі. Розглянемо приклади формулювання завдань для оцінювання математичних досягнень учнів за критерієм С (фокус: здатність до аналізу й застосування знань у життєвих контекстах). Завдання з відкритою формою відповіді.

Задача. Сашко їхав велосипедом спочатку 20 хвилин на гору і 5 хвилин з гори, загалом проїхавши 3,5 км. Якою була швидкість руху Сашка на гору і з гори, якщо на гору він рухався втричі повільніше, аніж з гори? Складіть систему двох лінійних рівнянь із двома змінними та розв'яжіть її графічним способом.

Оцінка: Крім правильного розв'язання системи, перевіряється, чи учень правильно позначив невідомі (швидкість руху Сашка на гору і з гори), чи склав рівняння відповідно до умови задачі, чи проаналізував отриманий результат (чи може бути отриманий результат від'ємним).

Отже, маємо чіткі відмінності у критеріях В і С. Критерій В відповідає на питання: «Чи вміє учень/учениця правильно розв'язувати математичні задачі?», а критерій С відповідає на кілька питань: «Чи вміє учень/учениця застосовувати математику для розв'язування реальних проблем?», «Чи вміє він/вона створювати математичні моделі для реальних ситуацій, добирати відповідні математичні методи та інструменти для дослідження цих моделей, а також інтерпретувати отримані результати в контексті задачі?», «Чи вміє він/вона надавати чіткі та логічні пояснення, як вони дійшли до певного результату, які математичні методи вони використовували і чому»

Завдання для оцінювання за критерієм С повинні дозволяти учням ефективно спілкуватися, розв'язуючи завдання, пов'язані із реальним життям, використовуючи математичні знання та комунікативні навички відповідного рівня. Для цього критерію можна використовувати завдання для оцінювання за критерієм В, пов'язавши математичні задачі з реальним життям. Однак найкраще використовувати навчальні проєкти, оскільки поруч із умінням застосовувати математичні знання в реальних життєвих ситуаціях їхня презентаційна частина потребує продуманого плану виступу, подачі інформації, обґрунтувань, різних способів оформлення й подання результатів виконання проєкту.

Критерій D (Criteria: D Reflection in mathematics) в програмі ІВ має такий загальний опис (табл. 5).

Таблиця 5

Критерій D та рівні досягнень учнів за критерієм

Критерій D (рефлексія в математиці)		
Рівень досягнень	Опис рівня	Показники (декодери)
0 Незадовільно	Учні не досягли стандарту, описаного рівнями, поданими нижче	Немає достатньо доказів, щоб поставити студенту оцінку за критерієм
1-2 Часткове володіння	Учень намагається пояснити, чи мають зміст його результати у контексті задачі. Учень намагається описати важливість його/її результатів для реального життя.	Учень робить зусилля для пояснення своєї відповіді. Учень може побачити і пов'язати свої результати із реальним життям.
3-4 Досвідчений	Учень правильно але коротко, стисло пояснює, чи мають зміст його результати у контексті задачі і описує важливість його/її результатів для реального життя. Учень намагається перевірити степінь точності і правильності отриманих результатів.	Учень може критично оцінити свою відповідь і намагається її обґрунтувати, пояснити чому вона є правильною. Учень може побачити і пов'язати свої результати із реальним життям. Учень намагається перевірити степінь точності і правильності отриманих результатів, надаючи певні пояснення, чому рівень їхньої обґрунтованості є відповідним.
7-8 Просунутий	Учень критично оцінює і пояснює, чи мають зміст його результати у контексті задачі і надає детальні пояснення щодо важливості його/її результатів для реального життя. Учень перевіряє степінь точності і правильності отриманих результатів. Учень пропонує покращення, удосконалення методу розв'язування задачі, якщо це можливо чи необхідно.	Учень може критично оцінити свою відповідь і намагається її обґрунтувати, пояснити чому вона є правильною. Учень може побачити і детально пояснити, як і чому його /її результати важливі для реального життя. Учень може перевірити степінь точності і правильності отриманих результатів, надати пояснення, чому рівень їхньої обґрунтованості є відповідним. Учень пропонує покращення, удосконалення методу розв'язування задачі, якщо це можливо чи необхідно.

Важливими особливостями критерію D є його комплексність. За цим критерієм оцінюються не лише знання учня, але й уміння застосовувати ці знання на практиці, проводити дослідження, аналізувати результати, обґрунтовувати і представляти їх.

Критерій D у практиці навчання математики в ОАЕ зазвичай пов'язаний з дослідницькою роботою або проєктами, які учні виконують протягом навчання. Він оцінює, наскільки добре учень може: 1) провести дослідження (це включає в себе здатність формулювати дослідницьке питання, збирати дані, аналізувати їх та робити висновки; 2) використовувати дослідницькі методи (учень повинен демонструвати знання і вміння використовувати відповідні дослідницькі методи, такі як експеримент, спостереження, опитування тощо; 3) представити результати (учень повинен вміти чітко та логічно представити результати свого дослідження у письмовому або усному вигляді, використовуючи відповідну наукову термінологію; 4) продемонструвати критичне мислення (учень повинен проаналізувати отримані результати, оцінити їх достовірність та зробити обґрунтовані висновки; 5) дотримуватися етичних норм (учень повинен розуміти і дотримуватися етичних принципів у проведенні дослідження).

Учень повинен продемонструвати здатність працювати самостійно або в команді, приймати рішення та брати відповідальність за свою роботу.

Правильний дизайн навчального проєкту дозволяє оцінити математичні досягнення учнів за критерієм D. З цієї метою завдання у проєкті для оцінювання за критерієм D містять вимогу описати (надати розв'язання) і пояснити (відповісти на запитання «чому» і «як»). Критерій D стимулює учнів до творчого підходу у вирішенні проблем, а також до пошуку нових знань. Він сфокусований на підготовці учнів до подальшого навчання в університеті та до професійної діяльності, де дослідницькі навички високо цінуватимуться.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. В освітній практиці Об'єднаних Арабських еміратів запроваджене критеріальне оцінювання навчальних досягнень учнів з математики. На відміну від традиційної шкали оцінок (від 1 до 12 балів), критеріальне оцінювання фокусується на конкретних критеріях, які описують рівень математичних досягнень учнів. Багаторічний досвід із застосування такого виду оцінювання свідчить на його користь з огляду на такі його параметри, як: 1) конкретність (кожен критерій чітко сформульовано і описано, що саме повинен вміти учень); 2) прозорість (учні та їхні батьки чітко розуміють, за якими критеріями оцінюється їхня робота); 3) формувальний характер та індивідуальний підхід (кожен учень оцінюється за своїми досягненнями, а не порівнюється з іншими). Відповідно, критеріальне оцінювання виступає ефективним інструментом для підвищення якості математичної підготовки школярів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Ågerup, K. (2024). Comparative didactics today: Introducing a special issue. *European Educational Research Journal*, 23(6), 785–789. Retrieved from: <https://doi.org/10.1177/14749041241296009>.
2. Broadfoot, P., Daugherty, R., Gardner, J., Harlen, W., James, M., Stobart, G. (2002). *Assessment for Learning: 10 Principles. Research-based principles to guide classroom practice* Assessment for Learning.
3. Gardner, J., Harlen, W., Hayward, L., Stobart, G. (2011). Engaging and Empowering Teachers in Innovative Assessment Practice. *Assessment Reform in Education*, 105–119. Retrieved from: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-007-0729-0_8.
4. Balan, A. (2012). *Assessment for learning: A case study in mathematics education (DSc thesis)*. Malmö högskola).
5. Tanujaya, B. (2017). Application of assessment as learning in mathematics instruction. In 5th SEA-DR. (South East Asia Development Research). *International Conference (SEADRIC 2017)* (pp. 140–145). Atlantis Press.
6. Hodgen, J., Marshall, B. (2005). Assessment for learning in English and mathematics: A comparison. *Curriculum journal*, 16(2), 153–176.
7. Nortvedt, G. A., Santos, L., Pinto, J. (2016). Assessment for learning in Norway and Portugal: The case of primary school mathematics teaching. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 23(3), 377–395.
8. Wiliam, D., Thompson, M. (2017). Integrating assessment with learning: What will it take to make it work? In *The future of assessment*, Routledge (pp. 53–82).
9. Nortvedt, G. A., Buchholtz, N. (2018). Assessment in mathematics education: Responding to issues regarding methodology, policy, and equity. *ZDM*, 50(4), 555–570.
10. Morgan, C. (1999). Assessment in mathematics education: A critical social research perspective. *Actas do ix seminário de investigação em educação matemática*, 5–23.
11. Weigand, H. G., Trgalova, J., Tabach, M. (2024). Mathematics teaching, learning, and assessment in the digital age. *ZDM–Mathematics Education*, 56(4), 525–541.
12. Li, Y. (2000). Purpose, function and types of mathematics assessment in China. *ZDM–Mathematics Education*, 32(6), 192–200.
13. Zhao, D. C., Mulligan, J., Mitchelmore, M. (2006). Case studies on mathematics assessment practices in Australian and Chinese primary schools. *Mathematics Education in Different Cultural Traditions-A Comparative Study of East Asia and the West: The 13 th ICMI Study*, 261–275.

14. Marinho, P., Leite, C., Fernandes, P. (2017). Mathematics summative assessment practices in schools at opposite ends of performance rankings in Portugal. *Research in Mathematics Education*, 19(2), 184–198.
15. Jakubowski, M. (2021). Poland: Polish education reforms and evidence from international assessments. *Improving a Country's Education: PISA 2018 Results in 10 Countries*, 137–158.
16. Ehmke, T., van den Ham, A. K., Sälzer, C., Heine, J., Prenzel, M. (2020). Measuring mathematics competence in international and national large scale assessments: Linking PISA and the national educational panel study in Germany. *Studies in Educational Evaluation*, 65, 100847.
17. Тарасенкова, Н. А., Сердюк, З. О. (2017). Предмет і методи компаративної дидактики математики.
18. Державний стандарт базової середньої освіти. (2020). Режим доступу: <https://imzo.gov.ua/derzhavnistandarty-bazovoi-seredn-oi-osvity/>. (State standard of basic secondary education. Retrieved from: <https://imzo.gov.ua/derzhavnistandarty-bazovoi-seredn-oi-osvity/>).
19. Чашечникова, О. С. (2022). Застосування методів математичної статистики у процесі перевірки ефективності авторської методичної системи навчання математики. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*, 1(19), 98–111. Chashechnikova, O. S. (2022). Application of mathematical statistics methods in the process of checking the effectiveness of the author's methodical system of teaching mathematics. *Topical issues of natural science and mathematics education*, 1(19), 98–111).
20. Чашечникова, О. С. (2020). Реалізація принципів мультикультурної освіти у процесі педагогічної практики майбутніх вчителів математики. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*, 2(16), 147–153. (Chashechnikova, O. S. (2020). Implementation of the principles of multicultural education in the process of pedagogical practice of future mathematics teachers. *Topical issues of natural science and mathematics education*, 2(16), 147–153).

Akulenko I., Pobirchenko H., Criteria-based assessment of students' academic achievements in mathematics (the experience of the United Arab Emirates).

Assessing and evaluating students' learning achievements in mathematics is a significant component of the educational process. In Ukrainian educational practice, these procedures are partially regulated by the State Standard of Basic Secondary Education, which outlines the requirements for mandatory learning outcomes in mathematics education. However, a challenge arises regarding the procedures and tools used to assess groups of general results not only at the final stage of secondary education but also at the intermediate stages. In this context, it is useful to explore international experiences, using the principles of comparative didactics. This article describes the experience of the educational system in the United Arab Emirates concerning the assessment of students' achievements in mathematics. The article examines the criteria introduced in the country for such assessments: Criteria A: Knowledge and Understanding; Criteria B: Investigating Patterns; Criteria C: Communication in Mathematics; and Criteria D: Reflection in Mathematics. Attention is also given to the corresponding task-based tools and their specific characteristics for evaluating students' mathematical achievements according to each criterion.

Key words: *assessment of student achievements, evaluation criteria, learning achievement indicators, assessment indicators, and final assessment.*

УДК 378.091.26:519.237.7(045)
DOI 10.5281/zenodo.14567115

С. О. Касярум

ORCID ID 0009-0002-1518-5151

Національний університет цивільного захисту України

**ЗНАХОДЖЕННЯ ВЛАСНИХ ЗНАЧЕНЬ ТА ВЛАСНИХ ВЕКТОРІВ
КОРЕЛЯЦІЙНОЇ МАТРИЦІ ФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ
(НА ПРИКЛАДІ ФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ АКАДЕМІЧНОЇ УСПІШНОСТІ
ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ)**

У статті порушується питання академічної успішності здобувачів вищої освіти й чинників, які мають на неї вплив. Підкреслюється, що результати педагогічних досліджень різних етапів розвитку вищої освіти демонструють різні чинники впливу на освітні досягнення студентів. Актуальними на теперішній час є вивчення впливу на академічну успішність здобувачів вищої освіти організації освітнього процесу в умовах воєнного стану і дистанційного або змішаного навчання.

Для визначення факторів впливу на академічну успішність студентів дослідники використовують факторний аналіз. Застосування факторного аналізу уможливило виявлення прихованих структур у множині змінних. Підкреслюється, що факторний аналіз є складною процедурою, що може ускладнюватися недосконалістю зібраних даних і неточним статистичним висновком. Проте така процедура уможливила виокремити цінні для дослідника фактори з набору зібраних даних, і зосередитися у подальшій своїй науковій роботі саме на них. На теперішній час дослідниками використовуються різні методи проведення процедури факторного аналізу. Значно полегшують проведення факторного аналізу програмні продукти для проведення аналізу статистичних даних (SPSS, SAS, Excel та ін.).

У статті на прикладі визначення факторів впливу на академічну успішність студентів показано алгоритм визначення власних значень та векторів кореляційної матриці для проведення факторного аналізу. Особливістю процедури визначення головних факторів було використання автором властивостей власних векторів матриць, що становить нову деталь факторних обчислень. У статті показано, як користуючись досить обмеженими можливостями електронних таблиць Excel, можна реалізувати знаходження власних чисел та власних векторів для достатньо великих за розмірами матриць. У цьому автор статті вбачає методичну привабливість запропонованого способу розв'язання цих задач. Запропонований і презентований автором спосіб не ставить за мету заміни програмних способів, а лише уможливило вирішити проблему доступності обчислень.

Ключові слова: факторний аналіз, метод головних компонент, спільність, характерність, навантаження, кореляційна матриця, власний вектор, власні значення матриці, академічна успішність, здобувачі вищої освіти.

Постановка проблеми. Питання успішності навчальної діяльності студентів у закладах вищої освіти завжди є актуальним. Зацікавленість науковців вказаною проблемою продиктовано зміною умов, в яких здійснюється освітній процес. Так, наприклад, у період пандемії COVID-2019 освітній процес повністю перейшов на дистанційний формат, що, відобразилося на успішності навчальної діяльності студентів [2]. Серед чинників, які вплинули на навчальні досягнення здобувачів освіти, дослідники називають: невідповідність ЗВО швидко перейти на дистанційне навчання, цифрова й методична некомпетентність викладачів, працювати у такому форматі, невідповідність самих здобувачів освіти та інші.

Наразі в умовах воєнного стану організація освітнього процесу в країні відбувається у різних форматах (дистанційному, змішаному), що також породжує багато чинників, які впливають на навчальні досягнення студентів. Результати проведених науковцями досліджень вказують на те, що для підвищення успішності студентів в умовах

дистанційного і змішаного навчання необхідними є такі фактори: розробка навчально-методичного супроводу, зокрема методичні рекомендації з чіткими інструкціями для студентів, визначення «форми взаємодії» викладача зі студентами, забезпечення з боку ЗВО розподіл ресурсів та інвестицій у розвиток технологічного потенціалу закладу, налагоджування діяльності підрозділу підтримки суб'єктів освітнього процесу [3].

Для відокремлення факторів впливу на успішність студентів існує багато способів, які використовують дослідники. Наприклад, узагальнення результатів наукових розвідок, рефлексії професійної діяльності викладачів, проведеного анкетування суб'єктів освітнього процесу (здобувачів і викладачів). Серед факторів пов'язаних з успішністю студентів вітчизняні та закордонні дослідники називають такі: стать, попередня успішність, місце проживання та дохід сім'ї, соціальне оточення, шкільний середній бал, результати вступних тестів до університету, час, витрачений на навчання, здатність до навчання, місце проживання під час університетського життя, володіння мовою, швидкість адаптації до університетського життя, зокрема й до організації освітнього процесу, побудова продуктивної (непродуктивної) взаємодії між студентом і викладачем, навички до виконання самостійної роботи, психологічні фактори тощо. Найбільш суттєвими факторами вважаються: систематичне навчання і відвідування занять, виконання завдань з дисциплін, мотивація і наполегливість у досягненні поставлених цілей, свідомо саморегуляція [1].

У більшості наукових досліджень для визначення факторів, які безпосередньо впливають на успішність навчання здобувачів освіти, й наукове їх підґрунтя, дослідниками застосовується факторний аналіз.

Термін «факторний аналіз» в навчальній та науковій літературі часто використовується для двох різних математичних процедур. Одна з них використовується у задачах регресійного аналізу для підтвердження впливу визначених відомих величин на досліджувану величину. Їх називають чинниками регресії. Засоби розв'язку подібних задач достатньо відомі, часто вони не потребують складних програмних продуктів.

Інша проблема, а отже, більш цікава з точки зору математики, пов'язана із потребою знаходження невідомої кількості невідомих факторів, які за припущенням впливають на систему досліджувані величини. Масив вхідних експериментальних результатів записують у вигляді матриці вхідних даних. Далі, перетворення цієї матриці приводить до появи вихідного результату – кореляційної матриці факторного аналізу. Аналіз результуючої матриці визначає ту мінімальну кількість факторів, які пояснюють досліджувані закономірності. Разом із цим кожному фактору ставиться у відповідність факторна вага, – число, яке визначає міру впливу на досліджувані величини. Задача факторного аналізу полягає у тому, що потрібно знайти мінімальну кількість факторів разом із факторною вагою, які пояснюють досліджувані закономірності. Такі величини прийнято називати головними компонентами факторного аналізу. Результати обчислень цих компонент в решті решт виявляють їх природу. Вони виявляються власними значеннями та власними векторами результуючої кореляційної матриці. Іншими словами, факторний аналіз допомагає спростити складні дані та виявити основні причини, що впливають на спостережувані явища.

З огляду на вказане вище, виникає питання застосування факторного аналізу для виокремлення факторів, які мають безпосередній вплив на академічну успішність здобувачів вищої освіти.

Аналіз актуальних досліджень. Активний розвиток факторного аналізу відбувся у першій половині XX століття. Він з успіхом використовується в психології та соціології до нині. Для цих галузей науки факторний аналіз залишається одним з головних методів досліджень. Принципи та наукове обґрунтування факторного аналізу можна знайти у класичній тепер монографії Harry H. Harman [7].

На сьогодні існує значна кількість наукових праць, в яких надаються рекомендації щодо проведення процедури факторного аналізу і проблем [4; 5; 6; 8; 9], з якими може стикатися дослідник, методологія, опис поетапності факторного аналізу, зокрема за

допомогою сучасних програмних продуктів для статистичного аналізу даних (SPSS, SAS, Stata, Excel, AMOS, R, Python та ін.

У наш час цікавість до факторного аналізу знову зросла у зв'язку із його використанням у цьому аналізі великої кількості інформації, яка для традиційних задач, так і для нових задач, що з'явилися відносно недавно. Ось деякі з цих задач:

- вимірювання латентних (прихованих) величин та побудова нових узагальнених показників (традиційно психологія та соціологія);
- скорочення числа змінних. Необхідність зменшення розмірності змінних при умові збереження втрати потрібної інформації;
- виявлення груп взаємозалежних змінних та структури взаємної залежності між ними. Факторний аналіз забезпечує лаконічнішу та точнішу модель структури залежності між змінними;
- подолання мультиколінеарності змінних у регресійному аналізі в деяких економічних задачах;
- доповнення пропущених значень розріджених матриць для використання у рекомендаційних системах;
- латентний семантичний аналіз, який дозволяє вести інформаційний пошук та аналізу великої кількості документів з метою їх індексації, класифікації і таке інше, там де є потреба виявлення головних факторів з масиву інформаційних даних.

Це далеко не повний список задач, які потребують використання факторного аналізу, а лише задачі більш-менш відомі нам.

Мета статті полягає у презентації процедури виокремлення та оцінювання факторів впливу на успішність навчання студентів за допомогою факторного аналізу. Для знаходження головних компонент факторного аналізу застосовано електронні таблиці Excel, що є підходящим, доступним та зрозумілим інструментом обчислень для вирішення проблеми обчислень при появі матриць великого порядку часто десятки і більше. Особливість процедури визначення головних факторів полягає у використанні властивостей власних векторів матриць, що становить нову деталь факторних обчислень.

Виклад основного матеріалу. З точки зору математики, вибраний нами метод обчислень головних компонент факторного аналізу представляє собою відому задачу матричної алгебри, а саме, знаходження власних значень та власних векторів квадратної матриці [7]. Як правило, в освітньому процесі використовують приклади знаходження цих величин лише для матриць другого та третього порядків. Оскільки відповідна задача розв'язується методом характеристичних рівнянь, які є степеневими, то розв'язок рівнянь із степенем більше ніж третій досить проблемний.

Для матриць високих порядків часто використовують програмні засоби, серед яких відомим є метод Данилевського, але при цьому виникає проблема їх доступності. Ідея проведеного дослідження полягає у тому, як користуючись досить обмеженими можливостями електронних таблиць Excel реалізувати знаходження власних чисел та власних векторів для достатньо великих за розмірами матриць. У цьому вбачаємо методичну привабливість пропонованого способу розв'язання цих задач. Хоча маємо запевнити, що не ставимо за мету заміни програмних способів, а лише вирішуємо проблему доступності обчислень за запропонованим методом.

Орієнтуючись на читача, який можливо детально не знайомий з положеннями факторного аналізу, а також, виходячи з того, що спосіб обчислень за пропонованим методикою тісно зв'язаний з цією теорією, дозволимо собі її короткий виклад.

Параметри статистичного дослідження групи об'єктів. Як правило, у статистичному дослідженні розглядають групу об'єктів, що мають певні спільні для них ознаки. Кількісні оцінки цих ознак називають значеннями їх параметрів. Таким чином кожний об'єкт характеризують набором певної кількості значень параметрів z_j . Така характеристика об'єкта є багатовимірною випадковою величиною з компонентами z_{ij} .

Вимірювання n параметрів для N об'єктів можна записати у вигляді таблиці або матриці даних. У прикладі значення величин довільні.

	A	B	C	D	E
1	1,153813	1,906125	1,291421	1,366405	2,247261
2	3,205298	3,565386	1,576525	2,477157	2,976501
3	1,669088	1,409253	4,087802	4,163335	4,216346
4	3,73513	1,130467	4,666799	5,982727	3,306375
5	4,346538	2,785882	6,368358	5,194159	3,076479
6	4,438002	1,480941	7,345347	4,225135	4,835444
7	5,196905	3,701895	7,751854	8,348704	7,980926
8	5,60094	4,200415	8,259987	9,091952	5,383404
9	9,565203	4,361095	9,192755	8,769219	8,961486
10	9,626179	9,781365	9,873104	9,921171	9,752525

Необхідно провести обчислення: середнє значення кожного параметра; відхилення значення параметра від середнього; вибіркєву дисперсію параметра; нормованє значення параметра j для об'єкту i ; коефіцієнт кореляції для будь яких довільних параметрів j та k .

Після транспонування останньої матриці обчислюють коефіцієнт кореляції для будь яких довільних параметрів j та k .

	1	0,779329	0,86301	0,84794	0,886024
	0,779329	1	0,585664	0,662613	0,746813
[R*]=	0,86301	0,585664	1	0,908483	0,840778
	0,84794	0,662613	0,908483	1	0,849095
	0,886024	0,746813	0,840778	0,849095	1

Зміст таких обчислень можна сформулювати таким чином: знайдєна кореляційна матриця елементи якої становлять основу головної матриці факторного аналізу.

Лінійна модель класичного факторного аналізу. Завдання факторного аналізу полягає у тому щоб виразити кожний нормалізований параметр z_j у термінах прихованих гіпотетичних факторів. Ці фактори розуміють, як деяку нову систему координат із відповідними масштабами, а $F_1, F_2, \dots, F_m$ модулі координатних векторів цієї системи. Найпростішою та вживаною є лінійна модель класичного факторного аналізу.

$$z_j = a_{1j}F_1 + a_{2j}F_2 + \dots + a_{mj}F_m + d_jU_j \quad (1)$$

У цій моделі кожний параметр z_j лінійно залежить від m спільних факторів $F_1, F_2, \dots, F_m$ ($m \ll n$) та одного характерного фактора U_j , який відображає ту частину параметра z_j , яку не можливо пояснити спільними факторами. Спільні фактори вважають змінними, а $a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{mj}$ – коефіцієнтами при змінних $F_1, F_2, \dots, F_m$. Те саме стосується характерного фактора U_j та коефіцієнта d_j . Лінійна модель класичного факторного аналізу схожа на рівняння регресії, але на відміну від регресії нам невідомо, як вимірювати ці змінні.

На фактори моделі накладають певні вимоги. Фактори мають бути величинами із нормованим нормальним розподілом, а, отже, мати математичне очікування рівне нулю та дисперсію рівну одиниці. Крім того, як вектори нової системи координат, фактори мають бути ортогональними, а, отже, варіації між різними факторами мають бути рівними нулю.

Коефіцієнти при факторах $a_{1j}, a_{2j}, \dots, a_{mj}$ називають навантаженнями. Навантаження визначають долю впливу окремого фактора на даний параметр, а їх значення є предметом обчислень у факторному аналізі.

Для j параметра та i об'єкту відповідна лінійна модель набуває вигляду:

$$z_{ij} = a_{1j}F_{1i} + a_{2j}F_{2i} + \dots + a_{mj}F_{mi} + d_jU_{ij} = \sum_{p=1}^m a_{pj}F_{pi} + d_jU_{ij} \quad (2)$$

Основною проблемою факторного аналізу є визначення $m \cdot n$ навантажень спільних факторів. Така задача у решті-решт розв'язується процедурою аналізу матриці коефіцієнтів

$$r_{Zj;Fp} = a_{jp}$$

Як підсумок: елементи матриці A – це коефіцієнти кореляції між параметрами та факторами. Матрицю A називають факторною структурою.

Фундаментальна факторна теорема. На підставі рівнянь (2), які дають значення параметрів, можна обчислити коефіцієнти кореляції між ними, як добуток правих частин рівнянь, враховуючи нормованість та некорельованість факторів між собою. Нехтуючи деталями отримаємо вирази виду:

$$r_{ij} = a_{1i}a_{1j} + a_{2i}a_{2j} + \dots + a_{mi}a_{mj}, \quad (i, j = 1, 2, \dots, n)$$

Перейдемо до матричної форми цього результату

$$Z = A \cdot F \Rightarrow R = \frac{Z \cdot Z'}{N} \Rightarrow R = \frac{1}{N} (A \cdot F \cdot F' \cdot A') \Rightarrow R = A \cdot A'$$

Оскільки, фактори нормовані та некорельовані між собою, то:

$$\frac{F \cdot F'}{N} = I \Rightarrow I = \begin{vmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{vmatrix} \Rightarrow A \cdot I = A$$

Таким чином, маємо співвідношення $R = A \cdot A'$ яке виражає фундаментальну факторну теорему. Знайдене співвідношення зв'язує між собою величини, які доступні для вимірювання R і величини $A \cdot A'$, які безпосередньо не вимірюються.

Метод головних факторів. Основна задача факторного аналізу знаходження навантажень a_{ij} факторів. Існує багато методів [7] розв'язку цієї задачі (деякі з них досить архаїчні). Скористаємося методом головних факторів, розробленим Г. Томсоном.

Вище, виведена формула (3) $s_{zj}^2 = 1 = \sum_{p=1}^m a_{pj}^2 + d_j^2 = a_{1j}^2 + a_{2j}^2 + \dots + a_{mj}^2 + d_j^2$, яка

показує структуру дисперсії показника, що має дві складові: $h_j^2 = \sum_{p=1}^m a_{pj}^2 = a_{1j}^2 + a_{2j}^2 + \dots + a_{mj}^2$

та d_j^2 . Перша, спільність h_j^2 – показує яка частина дисперсії показника пояснюється факторами, а друга, характерність d_j^2 – показує яку частину дисперсії показника не можна пояснити факторами. Чим більша перша частина та менша друга, тим є кращим результат факторного аналізу. Отже умова, за якою послідовно визначають фактори, вимагає максимуму вкладів кожного з факторів у сумарну спільність.

Для певного фактора F_j ця сума: $V_j = \sum_{i=1}^n a_{ij}^2 = a_{1j}^2 + a_{2j}^2 + \dots + a_{nj}^2$

На першій стадії обчислень шукають навантаження при першому факторі таким чином, щоб була максимальною сума вкладів цього фактора у сумарну спільність, при

цьому має бути забезпечена умова, що $r_{jk} = \sum_{p=1}^m a_{jk} \cdot a_{kp}$.

Це задача на умовний екстремум функції багатьох змінних, яку розв'язують методом множників Лагранжа. Так, для першого фактора маємо:

$$2L = \sum_{i=1}^n a_{ij}^2 - \sum_{i=1}^n \lambda_{jk} r_{jk} = \sum_{i=1}^n a_{ij}^2 - \sum_{i=1}^n \sum_{p=1}^m \lambda_{jk} a_{jk} a_{kp} - \text{функція Лагранжа,}$$

$$\frac{\partial L}{\partial a_{i1}} = a_{i1} - \sum_{i=1}^n \lambda_{1i} a_{1i} = 0 - \text{частинні похідні функції Лагранжа рівні нулю.}$$

Знаходження умовного екстремуму функції Лагранжа краще вести у матричному форматі і тоді об'єднана система рівнянь із частинним похідними набуде виду характеристичного рівняння:

$$\begin{vmatrix} h_1^2 - \lambda & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & h_2^2 - \lambda & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & h_m^2 - \lambda \end{vmatrix} = 0 \Rightarrow R \cdot \vec{a} = \lambda \cdot \vec{a}$$

Отже, задача зводиться до знаходження власних векторів $\vec{a}$ та власних значень, так званої, редукованої кореляційної матриці R . У редукованої кореляційної матриці на головній діагоналі розміщені значення спільності h_j замість одиниць звичайної кореляційної матриці. Власні вектори $\vec{a}$ – матриця стовпчик спільностей відповідного фактора. Власні значення λ (коефіцієнти Лагранжа), – сума дисперсій параметрів або значення функції V_j , яка підлягала максимізації.

У підсумку зауважимо наступне: нарешті знайдене матричне рівняння $R \cdot \vec{a} = \lambda \cdot \vec{a}$, що зв'язує кореляційну матрицю показників (реальних величин) із величинами (прихованими) та дозволяє їх визначати.

Саме з цим рівнянням пов'язана практична проблема визначення способу розв'язку рівняння з метою обчислень недоступних до вимірювання факторних параметрів. Також маємо задачу, як знайти реальну редуковану кореляційну матрицю. Основною проблемою тут – є визначення спільностей h_j .

Схема обчислень по методу головних факторів. Порядок обчислень наступний:

Для знаходження параметрів першого головного компонента F_1 розв'язуємо рівняння

$$R \cdot \vec{a}_1 = \lambda_1 \cdot \vec{a}_1, \text{ що максимізує суму } V_1 = \sum_{i=1}^n a_{i1}^2 = a_{11}^2 + a_{21}^2 + \dots + a_{n1}^2, \text{ знаходимо перший}$$

корінь характеристичного рівняння λ_1 та один із можливих розв'язків вектор $\vec{b}_1 = (b_{11}, b_{21}, \dots, b_{n1})$. Щоб задовольнити співвідношення для V_1 обчислюємо a_{i1} :

$$a_{i1} = \frac{b_{i1} \sqrt{\lambda_1}}{\sqrt{b_{11}^2 + b_{21}^2 + \dots + b_{n1}^2}} : \quad (4)$$

Отримаємо навантаження для першого фактора, яке запишемо у вигляді матриці-стовпця $\vec{a}_1$.

Щоб знайти розв'язок для другого за величиною компонента F_2 потрібно вирахувати із редукованої кореляційної матриці внесок від компонента F_1 . Для цього знаходимо добуток матриці $\vec{a}_1$ на транспоновану матрицю $\vec{a}_1'$ та отримаємо матрицю $\tilde{R} = \vec{a} \cdot \vec{a}'$, після чого знайдемо наступну редуковану матрицю R_1 :

$$R_1 = R - \tilde{R}$$

Далі процедура знаходження навантажень та наступного кореню характеристичного рівняння повторюється. Розв'язуємо рівняння $R_1 \cdot \vec{a}_2 = \lambda_2 \cdot \vec{a}_2$, що максимізує суму $V_2 = a_{12}^2 + a_{22}^2 + \dots + a_{n2}^2$, знаходимо другий корінь характеристичного рівняння λ_2 та матрицю-стовпець $\vec{a}_2$.

Оскільки стандартна дисперсія окремого нормованого параметра дорівнює одиниці, то знаходження наступних компонент припиняють коли λ_j стає менше 1.

Отже, схема обчислень визначена – лишається доповнити схему алгоритмом обчислень.

Формування редукованої матриці. Виберемо масив даних для проведення факторного аналізу. Наприклад, нами взяті оцінки у стобальній шкалі сесійного контролю навчання 28 студентів по 11 освітнім компонентам.

Відповідно цьому, оцінки розміщені у матриці розміром 28x11 (28 рядків та 11 стовпців). Для дослідження результатів навчання студентів по окремим дисциплінам можна побудувати матрицю кореляцій оцінок між студентами. Це буде квадратна кореляційна матриця порядку 28. Тоді можемо шукати фактори, що впливають на якість навчання студентів. Якщо ми хочемо порівняти якість викладання дисциплін, то можна побудувати матрицю кореляцій оцінок студентів по дисциплінам. Така матриця буде порядку 11.

Приклад наведено лише для того, щоб показати, що перший етап роботи це здобуття реальних даних. Далі говоритимемо лише про математичні процедури.

Вибираємо масив даних, нормуємо їх та записуємо прямокутну матрицю X з m параметрами та з n вимірюваннями кожної.

Транспонуємо матрицю X у X' , та обчислюємо кореляційну матрицю R як добуток $R=X'X$. Діагональ цієї матриці складається з одиниць. Тут виникає проблема визначення спільності h_j^2 , значеннями якої потрібно замінити одиниці діагоналі звичайної кореляційної матриці. Як пише Г. Харман [7], існує декілька методів оцінки спільності і жоден не є надійним. Але при великих розмірах кореляційної матриці похибка в обчисленнях, пов'язаних із цією обставиною, не є суттєвою. Чим більша матриця – тим менша похибка результатів аналізу.

Нас влаштовує оцінка спільності h_j^2 через обчислення коефіцієнта множинної кореляції r_j (КМК) кожного окремого параметра з усіма іншими. У цьому є логіка, бо r_j є мірою того, що спільного у параметра j з усіма іншими параметрами (у літературі вважають, що КМК – лише нижня оцінка спільності h_j^2).

Отже, знаходимо обернену матрицю $C=(X'X)^{-1}$, вибираємо діагональний елемент c_{jj} та обчислюємо КМК як $r_j=1-1/c_{jj}$.

Замінюємо діагональні одиниці кореляційної матриці R коефіцієнтом множинної кореляції r_j та отримаємо редуковану кореляційну матрицю, для якої збережемо те саме позначення R .

Таким чином маємо редуковану кореляційну матрицю R , з якої починаємо процедуру обчислень.

	Редукована матриця (у діагоналях КМК)				
	0,874161	0,779329	0,86301	0,84794	0,886024
	0,779329	0,684417	0,585664	0,662613	0,746813
$[R]=X'X=$	0,86301	0,585664	0,87989	0,908483	0,840778
	0,84794	0,662613	0,908483	0,857475	0,849095
	0,886024	0,746813	0,840778	0,849095	0,832888

Обчислення головних факторів. Подальша процедура починається з виділення першого фактора, яка полягає у послідовності ітераційних обчислень. Ітерації припиняємо, коли результат обчислень перестав мінятися у межах допустимих похибок (нехай буде 5-6 знак після коми). Основу обчислень становить співвідношення: $R \cdot \bar{a}_1 = \lambda_1 \cdot \bar{a}_1$. Після виділення чергового фактора ітераційні обчислення повторюються для наступного.

Опишемо процедуру обчислень. Знаходимо добуток матриці R на матрицю стовпчик $\bar{a}_1$. У якості першого наближення стовпчика $\bar{a}_1$ виберемо матрицю, утворену сумою рядочків матриці R . В цьому є певна логіка, бо результатом дії буде матриця стовпчик: $\lambda_1 \cdot \bar{a}_1$, а максимальний елемент цієї матриці буде близький до факторного коефіцієнта λ_1 (власного значення).

Вибираємо найбільший елемент стовпчика $\lambda_1 \cdot \bar{a}_1$ та ділимо на нього всі інші елементи. Отримаємо перше наближення власного вектора $\bar{a}_1$.

Знову знаходимо добуток матриці R на наближення власного вектора $\vec{a}_1$. Повторюємо подальшу процедуру, та обчислюємо друге наближення $\vec{a}_1$. Після деякої кількості ітерацій результат дії перестає змінюватися.

Знаходження головних компонент																	
						сер.знач.	м.умнож							λ	bi1	bi1^2	a
		0,874161	0,779329	0,86301	0,84794	0,886024	0,850093	3,422119	1	4,033788	1	4,033928	1	4,033943	1	1	0,946847
		0,779329	0,684417	0,585664	0,662613	0,746813	0,691767	2,781033	0,812664	3,277257	0,812451	3,277334	0,812442	3,277343	0,812442	0,660061	0,769258
[R]=		0,86301	0,585664	0,87989	0,908483	0,840778	0,815565	3,304786	0,965713	3,896256	0,965905	3,89645	0,965919	3,896467	0,96592	0,933002	0,914578
		0,84794	0,662613	0,908483	0,857475	0,849095	0,825121	3,333349	0,97406	3,929785	0,974217	3,92996	0,974226	3,929976	0,974227	0,949118	0,922444
		0,886024	0,746813	0,840778	0,849095	0,832888	0,83112	3,348369	0,978449	3,946891	0,978458	3,947034	0,978459	3,947048	0,978459	0,957382	0,926451
																4,499564	4,479577

Формулюємо результат виявлення першої головної компоненти факторного аналізу. Найбільший елемент отриманого стовпчика $\lambda_1 \cdot \vec{a}_1$ дорівнює факторній вазі першого фактора λ_1 . Навантаження першого фактора обчислимо за формулою (4) використавши стовпчик b_1 з результатами ділення елементів $\lambda_1 \cdot \vec{a}_1$ на λ_1 .

Знаходження 1 фактора			
λ	bi1	bi1^2	a
4,033943	1	1	0,946847
3,277343	0,812442	0,660061	0,769258
3,896467	0,96592	0,933002	0,914578
3,929976	0,974227	0,949118	0,922444
3,947048	0,978459	0,957382	0,926451
		4,499564	4,479577

Для виявлення другого фактора F_2 із результатів вимірювання параметрів потрібно виключити інформацію зв'язану із фактором F_1 . Для цього матрицю-стовпчик навантажень $\vec{a}_1$ першого фактора транспонуємо і отримаємо матрицю рядок $\vec{a}'_1$. Потім знаходимо матрицю $\tilde{R} = \vec{a}_1 \cdot \vec{a}'_1$ та віднімаємо її від редукованої матриці R . Маємо $R_1 = R - \tilde{R}$ – наступну матрицю для якої повторюємо всю попередню процедуру. Знаходимо суму рядків R_1 , повторюємо ітерації та обчислення до знаходження R_2 .

Розрахунки для наступних компонент продовжуємо поки не отримаємо $\lambda_{m+1} < 1$, тоді останнім компонентом аналізу буде фактор номер m .

Результати обчислень можна оформити у вигляді таблиці.

Отже, описана процедура визначення головних компонентів у факторному аналізі кореляційної матриці засобами Excel, яка відрізняється використанням методу ітерації від традиційних програмних методів. Це надає запропонованому методу певної привабливості над традиційними.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Зацікавленість науковців проблемою з'ясування факторів впливу на академічну успішність студентів обґрунтовується зміною умов організації освітнього процесу у закладах вищої освіти. На теперішній час у науковій літературі можна відслідкувати різні підходи до виокремлення таких факторів. Проте, для багатьох дослідників переважає такий спосіб як проведення факторного аналізу.

Факторний аналіз є складною процедурою, що може ускладнюватися недосконалістю зібраних даних і неточним статистичним висновком. Проте така процедура уможливорює виокремити цінні для дослідника фактори з набору зібраних даних, і зосередитися у подальшій своїй науковій роботі саме на них.

Попри існуючі способи проведення факторного аналізу запропонована і описана процедура визначення головних компонентів у факторному аналізі кореляційної матриці засобами Excel. Наведено пояснення цієї процедури з позицій теоретичних положень факторного аналізу і наведено приклад її застосування для знаходження факторів впливу на академічну успішність студентів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Дужич, Н. В., Мялюк, О. П., Марущак, М. І. (2023). Аналіз чинників, які впливають на академічну успішність. Медична освіта, 3, 54–61. (Duzhych, N. V., Mialiuk, O. P., Marushchak, M. I. (2023). Analysis of factors affecting academic success. Medical education, 3, 54–61)
2. Гуменюк, Н. (2023). Дослідження впливу дистанційної освіти на успішність навчання та психологічний стан студентів в умовах воєнного періоду. Перспективи та інновації науки, 10(28), 561–569. (Gumenyuk, N. Y. (2023). Investigation of the influence of distance education on study success and psychological state of students in the conditions of marital state using information technologies. Prospects and innovations of science", 10(28), 561–569).
3. Квятковська, А. (2022). Факторний аналіз дистанційного та змішаного навчання закладів фахової передвищої освіти. Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського, 2(133), 145–150. (Kviatkovska, A. Factor analysis of distance and blended learning in institutions of professional prehigher education. Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, 2(133), 145–150.)
4. Beavers, A. S., Lounsbury, J. W., Richards, J. K., Huck, S. W., Skolits, G. J., Esquivel, S. L. (2019). Practical considerations for using exploratory factor analysis in educational research. Practical Assessment, Research and Evaluation, 18(1), 6.
5. Costello, A. B., Osborne, J. (2019). Best practices in exploratory factor analysis: Four recommendations for getting the most from your analysis. Practical assessment, research and evaluation, 10(1), 7.
6. Goretzko, D., Pham, T. T. H., Bühner, M. (2021). Exploratory factor analysis: Current use, methodological developments and recommendations for good practice. Current psychology, 40, 3510–3521.
7. Harman, H. H. (1976). Modern Factor Analysis; University of Chicago Press: Chicago, IL, USA.
8. Shrestha, N. (2021). Factor analysis as a tool for survey analysis. American journal of Applied Mathematics and statistics, 9(1), 4–11.
9. Tavakol, M., Wetzel, A. (2020). Factor Analysis: a means for theory and instrument development in support of construct validity. International journal of medical education, 11, 245.

Kasirum S. Finding eigenvalues and eigenvectors of factor analysis correlation matrix (a study of higher education students' academic success factor analysis).

The issue of academic success of higher education students and the factors that influence it is raised in the paper. It is emphasized that the results of pedagogical research on different stages of development of higher education demonstrate different factors of influence on students' educational achievements. Currently, the study of the impact of the organization of the educational process under martial law and distance or blended learning on the academic success of higher education students is relevant.

Researchers use factor analysis to determine the factors influencing students' academic success. The use of factor analysis makes it possible to identify hidden structures in a set of variables. It is emphasized that factor analysis is a complex procedure that can be complicated by the imperfection of the collected data and inaccurate statistical conclusions. However, such a procedure makes it possible to isolate factors valuable to the researcher from the set of collected data and to focus on them in their further scientific work. Currently, researchers use various methods for conducting the factor analysis procedure. Software products for analyzing statistical data (SPSS, SAS, Excel, etc.) greatly facilitate the conduct of factor analysis.

The article uses the example of determining the factors influencing students' academic success to show an algorithm for determining the eigenvalues and vectors of the correlation matrix for factor analysis. A feature of the procedure for determining the main factors was the author's use of the properties of the eigenvectors of matrices, which is a new detail of factor calculations. The article shows how, using the rather limited capabilities of Excel spreadsheets, it is possible to implement the finding of eigenvalues and eigenvectors for matrices of sufficiently large sizes. The author of the article sees in this the methodological attractiveness of the proposed method for solving these problems. The

method proposed and presented by the author does not aim to replace software methods, but only makes it possible to solve the problem of accessibility of calculations.

Key words: factor analysis, principal components method, commonality, characteristic, load, correlation matrix, eigenvector, eigenvalues of the matrix, academic success, higher education students.

УДК 51:37.091.3

DOI 10.5281/zenodo.14566729

С. А. Кирилашук

ORCID ID 0000-0002-8972-3541

З. В. Бондаренко

ORCID ID 0009-0009-1032-1469

В. І. Ключко

ORCID ID 0000-0003-4100-1838

Вінницький національний технічний університет

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ВИВЧЕННЯ КУРСУ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ

У статті досліджено проблему проектування технології візуалізації вивчення курсу вищої математики студентами інженерних спеціальностей. Виділено основні компоненти моделі технології візуального навчання: формування базових навчальних елементів; моделі образів об'єктів навчання; підвищення якості аналітичної підготовки студентів, формування знань, умінь та навичок застосування науково-методологічного апарату. Особливістю запропонованої педагогічної технології є те, що у ході її використання поряд із візуалізацією застосовуються сучасні інформаційні технології.

Проектування візуалізації навчального матеріалу з вищої математики пропонується реалізовувати у декілька етапів: відбір навчального матеріалу, структурно-логічний аналіз і побудова структурно-логічної схеми навчальної інформації; виділення методологічних і прикладних аспектів теми; розміщення візуального навчального матеріалу з урахуванням логіки формування навчальних понять; добір опорних образів (ключових понять, символів, фрагментів схем); пошук внутрішніх логічних взаємозв'язків та міжпредметних зв'язків; складання первинного варіанта, компонування матеріалу в блоки; критичне осмислення первинного варіанта, перекомпонування, перебудова, спрощення; заключна корекція опорного конспекту, схеми чи іншого візуального образу.

При доборі змісту враховується технологія професійної спрямованості вивчення курсу вищої математики, що реалізується в трьох напрямках: методологічні знання, уміння для здійснення дослідницьких функцій; міждисциплінарна взаємодія навчальних дисциплін, що дозволяє розкрити роль математики у якісному засвоєнні спеціальних дисциплін, а також в майбутній професійній діяльності; використання комплексу навчальних професійно-орієнтованих завдань, розв'язування яких істотно впливає на мотивацію вивчення курсу вищої математики.

Дослідження підтвердило, що використання візуального контенту значно покращує ефективність подання та засвоєння понять курсу вищої математики.

Ключові слова: курс вищої математики, проектування, візуалізація, сучасні інформаційні технології, структурно-логічної схеми, педагогічні технології, професійно-орієнтовані завдання, знаково-символьні засоби.

Постановка проблеми. Згідно з європейськими принципами та напрямками розвитку вищої технічної освіти слід впроваджувати методики навчання, основами яких є принцип «створити» замість принципу «повторити». Ця методика особливо ефективна саме у технічній освіті, де компонента знання є лише основою для здійснення компоненти уміння, де створення

нового є метою технічної освіти, якій підпорядковані всі завдання, етапи та структура навчання. Підготовка майбутніх інженерів спрямована на формування дослідницької діяльності студентів. В умовах сучасної освіти, особливо у галузі інженерних спеціальностей, виникає необхідність удосконалення методик викладання вищої математики. Традиційні підходи до викладання не завжди забезпечують достатній рівень засвоєння складних теоретичних концепцій та їх практичного застосування. Одним із можливих шляхів вирішення цієї проблеми є впровадження технологій візуалізації навчального матеріалу, що дозволяє більш наочно та зрозуміло подати складні математичні поняття і процеси.

Основна проблема полягає у розробці ефективної технології візуалізації, яка б не тільки покращувала розуміння та засвоєння навчального матеріалу, але й інтегрувала сучасні інформаційні технології для підвищення якості аналітичної підготовки студентів. У цьому контексті важливо визначити ключові компоненти моделі технології візуального навчання, що включає формування базових навчальних елементів, створення моделей образів об'єктів навчання та розвиток навичок застосування науково-методологічного апарату.

Аналіз актуальних досліджень. Аналіз наукової літератури з проблем візуалізації навчання свідчить про розмаїття публікацій у наукових часописах і монографіях, що з'ясовують проблеми візуалізації в різних контекстах.

У численній психолого-педагогічній літературі термін візуалізація пояснюється неоднозначно. У Великому тлумачному словнику сучасної української мови поняття «візуалізація» подано як «процес одержання видимого зображення яких-небудь предметів, явищ, процесів, недоступних для безпосереднього спостереження» [3]. Одні вважають візуалізацію, як подання числової та текстової інформації у вигляді графіків, діаграм, структурних схем тощо. Інші, розглядають візуалізацію, як процес подання даних шляхом зображення. Ще одне тлумачення терміну «візуалізація» полягає не стільки у демонстрації образу навчального об'єкта, скільки у створенні цього образу. Це зумовило тлумачення терміну «візуалізація» як специфічної і складнішої категорії дидактики у порівнянні з традиційним поняттям «наочності», оскільки ще включає у систему дій викладача конструювання образу об'єктів. З точки зору Ф. Джеймсона, візуалізація стає «знаком» нашого часу, «симптоматичним індексом духу часу» [5]. Дидактичні аспекти використання технологій візуалізації, з урахуванням психолого-педагогічних особливостей сприйняття сучасними учнями інформаційних потоків, детально розглянуто у роботі Л. Білоусової та Н. Житеньової [2]. Створено оригінальні прийоми комп'ютерної візуалізації навчального матеріалу, розроблено нові методики її застосування у навчанні деяких дисциплін. Зокрема, визначено технологічні напрями їх застосування в сучасній освіті, розкрито можливості їх застосування для візуального подання інформації.

Підходи до означення понять «наочність» і «візуалізація» розглянуто у статті О. Бабич, О. Семеніхіної [1]. За аналізом тлумачень цих термінів зроблено висновок про хибність їх отождествлення. Поняття «наочність» є більш широким по відношенню до терміну «візуалізації», але поняття «візуалізація» не може «поглинутися» наочністю через включення у цей термін додаткових вимог конструювання наочного образу. За аналізом підходів у тлумаченні терміну «візуалізація» можна стверджувати про однаковість у думках про сприйняття навчального об'єкту через зір, тобто наочний образ.

Г. Корицька [8] наголошує на застосуванні інноваційних підходів до реалізації основних завдань освіти. Водночас осмислює роль цифрової культури, яка впливає на соціалізацію сучасної особистості, акцентує на готовності викладачів ефективно використовувати новітні технології візуалізації в педагогічній діяльності.

Разом з цим, сам термін «візуалізація» і його походження від англійського слова *visualization* як похідні від дієслова вимагають дії, тому візуалізацію скоріше варто сприймати як процес унаочнення навчального матеріалу, що вимагає не тільки відтворення зорового образу, а й процес його конструювання.

Мета статті – створення візуального контенту як засобу ефективного подання понять, змісту курсу вищої математики, що вивчається у технічних закладах вищої освіти. Гіпотеза дослідження полягає в тому, що опанування студентами технічних закладів вищої освіти

змістом курсу вищої математики буде ефективнішим, якщо супроводжуватиметься візуальною навчальною інформацією. Завдання дослідження зосереджується на тому, щоб виділити такі основні компоненти моделі технології візуального навчання: формування базових навчальних елементів (поняття, теореми, задачі, алгоритми розв'язування задач, засоби оцінювання набутих знань); моделі образів об'єктів навчання (графіки, тексти, образи об'єктів); підвищення якості аналітичної підготовки студентів, формування у них знань, умінь та навичок застосування науково-дослідницького апарату та інформаційних технологій у процесі обґрунтування та оцінювання розв'язків.

Виклад основного матеріалу. Процес проектування візуалізації навчання вищої математики згідно із запропонованою технологією реалізується з урахуванням нашого досвіду укладання навчальних програм. За нашими спостереженнями у зміст курсу вищої математики у технічних закладах вищої освіти може бути внесено матеріал, що не відноситься до навчальної програми курсу; матеріал, що відповідає потребам відповідних галузей інженерної науки; матеріал, що використовується лише для конкретної інженерної практики; матеріал, що звужує зміст курсу вищої математики введенням питань, що стосуються певного технологічного змісту.

Серед задач математичної освіти у технічному університеті, з урахуванням візуального підходу, є:

- оволодіння конкретними математичними знаннями та методами, необхідними для вивчення спеціальних дисциплін;
- оволодіння навичками математичних досліджень: навичками будувати математичні моделі, оцінювати похибки розв'язків.

Проблема ілюстрації математичних понять і методів певними застосуваннями складна. У фундаментальних і спеціальних дисциплінах необхідність використання формули або методу намагаються обґрунтувати розрахунками для якої-небудь конкретної ситуації. Такий підхід зберігається і в математиці, коли наводяться міркування щодо понять або математичних методів. Для ілюстрації застосування на практиці конкретного математичного поняття або моделі необхідно показати широту його можливостей при розв'язуванні різних інженерних, економічних чи інших задач. Отже, форма подачі ілюстративного матеріалу зовсім інша – в основному візуальна.

Подання змісту вищої математики має бути побудовано так, щоб не тільки давати студентам певний обсяг знань, який необхідний для засвоєння подальших дисциплін, але й систематично демонструвати на доступних прикладах можливість і необхідність застосування математичних методів для пізнання закономірностей реальних процесів. Через конкретні обчислення студентіві простіше оволодіти абстрактними математичними конструкціями.

Запропоновані завдання мають дозволити студентам визначати свої стратегії.

Перша стратегія – це прийняття даних, коли студенти починають із статичної ситуації, що може бути виразом, таблицею, умовою, малюнком, схемою, реченням, розрахунком або просто набором даних, на основі яких вони формують запитання, щоб сформулювати проблему. Друга стратегія полягає у розширенні заданого завдання шляхом зміни того, що задано. З інформації, що міститься в проблемі, студенти формують запитання, визначають, що є відомим, що є невідомим, які є умови та обмеження, що собою представляє відповідь у розв'язанні задачі. Модифікація цих аспектів або запитань формують нові запитання.

Проектування візуалізації навчального матеріалу з вищої математики ми пропонуємо реалізувати у декілька етапів: відбір навчального матеріалу, структурно-логічний аналіз і побудова структурно-логічної схеми навчальної інформації; виділення методологічних і прикладних аспектів теми; розміщення візуального навчального матеріалу з урахуванням логіки формування навчальних понять; добір опорних образів (ключових понять, символів, фрагментів схем); пошук внутрішніх логічних взаємозв'язків та міжпредметних зв'язків; складання первинного варіанта, компонування матеріалу в блоки; критичне осмислення первинного варіанта, перекомпонування, перебудова, спрощення; заключна корекція опорного конспекту, схеми чи іншого візуального образу.

Візуальна здатність уявлення поєднана з формуванням образу, що розширює пізнавальні можливості людини. Створення розумових (ментальних) образів шляхом уявлення і вільне оперування ними є результатом творчого осяяння (інсайту). Він постає незвичним поєднанням образів, ідей, думок, елементів побаченого і мислимого. При цьому, важливо, щоб візуальні уявлення були інтерактивними, в яких студент міг би змінювати початкові умови, параметри перебігу процесів та спостерігати за змінами у поведінці образу об'єкта, що вивчається. Це дозволить висувати достовірні гіпотези, правильно визначати напрями дослідження та вносити корективи у побудовану модель.

При візуалізації умов численних теорем курсу вищої математики доцільно розглядати приклади, у яких теорема виконується. Прикладами є теореми Ролля, Лагранжа і Коші. Зупинившись на їх змісті слід наголосити на тому, що не завжди слід вважати, що менш загальне твердження є наслідком загальнішого (загальна теорема Коші є наслідком теореми Ролля).

Але особливого значення набувають приклади, де будь-яка умова теореми не виконується. На рис.1 наведено графіки функцій для яких не виконується висновок теореми Ролля: кожна із умов теореми є необхідною умовою. Ця можливість візуального уявлення невиконання умов теорем виховує математичну і логічну культуру студента.

Обов'язковими є приклади, де інтуїція неспроможна нам підказати відповідну відповідь. Так, інтуїція каже, що якщо функція неперервна, то графік функції між двома різними досить близькими точками з'єднується відрізком і, тоді, у проміжних точках існує дотична, тобто похідна. Але, якщо функція всюди не диференційована, кожна точка є кутовою (наприклад, функція Вейерштрасса) рис.1.

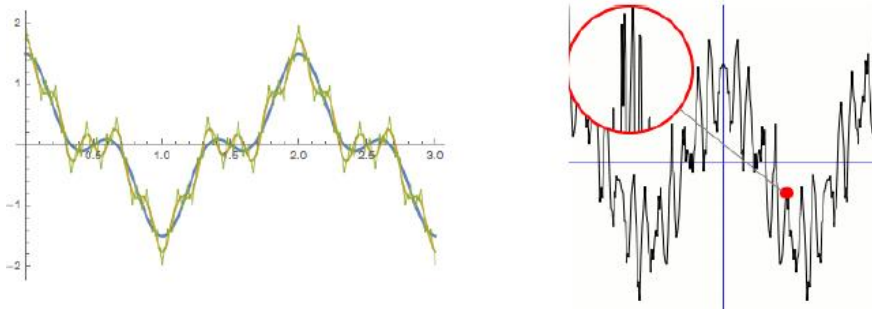


Рис. 1. Функція Вейерштрасса (неперервна функції, яка ніде не має похідної).

При використанні комп'ютерної графіки для ілюстрації тих чи інших понять, методів, процесів необхідно оцінювати потрібний рівень візуалізації і у зв'язку з цим, будувати методику застосування інформаційної технології навчання. Як показала практика вивчення похідної, визначеного інтегралу, значний обсяг візуалізації може мати негативний вплив на формування у студентів цих понять. Деякі студенти поняття похідної ототожнюють з прямою, тобто з дотичною до графіка функції, а визначений інтеграл з площею фігури. Ілюстрації виконують свою функцію тільки в тому випадку, коли вони ґрунтуються на свідомо засвоєних знаннях.

Вивчення неперервності функції в точці доцільно вводити на конкретних прикладах графіків функцій, які мають та які не мають таку властивість, активно залучаючи графічну ілюстрацію. У теорії систем та сигналів, в залежності від ситуації, поняття функції доводиться розуміти з різним ступенем загальності. В одних випадках розглядаються неперервні, гладкі, багато разів диференційовані функції. В інших – доводиться припускати, що функції диференційовані лише кілька разів або лише один раз. Опора на візуальні уявлення понять математичного аналізу дозволяють студентам глибше ними оволодіти.

Оскільки, у зміст образу входять основні ознаки системи образів, то демонстрація об'єктів, які належать даній системі особливо важлива. Візуальне розмаїття розвиває чутливість до відмінностей, що знадобиться під час роботи з об'єктами надалі. Аналітичною діяльністю під час дослідження функції студенти володіють на достатньому рівні. Проте перехід до відповідних графічних побудов здійснюється студентами з помилками. В

основному це стосується характеру поведінки функції і відповідного графіка на проміжку. Студенти правильно формулюють умови монотонності за першою похідною та опуклості, угнутості за другою похідною, але виникають труднощі з графічним тлумаченням цих умов.

Проблема ілюстрації математичних понять і методів певними застосуваннями дуже складна. У фундаментальних і спеціальних дисциплінах необхідність використання формули або методу намагаються обґрунтувати розрахунками для якої-небудь конкретної ситуації. Такий підхід зберігається і в математиці, коли уводиться поняття або розглядається математичний метод (наприклад, метод невизначених коефіцієнтів). Для ілюстрації застосування на практиці конкретного математичного поняття або моделі необхідно показати обсяг її можливостей при розв'язуванні різних інженерних, економічних чи інших задач. Отже, форма подачі ілюстративного матеріалу зовсім інша – в основному візуальна. Спочатку повинен бути аналіз графічного подання понять і лише після цього наводити його аналітичну форму. Такий підхід дозволить формувати системи понять, включати завдання, що розширюють рамки застосування теорії одного розділу в інший.

Математична мова - символічна, але, коли сприймаються не символи самі по собі, а їх зміст, що, по суті, і є уявним, то й використання цієї мови символів стає рівнозначним використанню власної мови. Оскільки, розв'язання задач потребує певної швидкості обробки інформації, ці фактори мають першорядне значення.

Зупинимось на проблемах: читання зображень просторових об'єктів, невміння їх зображати; сприйняття двовимірних графіків як просторових, визначення відношення між окремими елементами зображених двовимірних об'єктів, зокрема графіків функцій; подумки змінювати взаємне розташування елементів, розчленовувати об'єкт або скласти новий [5]. Використання систем комп'ютерної математики у навчальній діяльності дає можливість наблизити процес навчання до реального процесу пізнання понять з використанням різних програмних засобів, зазвичай деяких спеціальних програм для побудови зображення. На рис. 2 наведено приклади завдань щодо оцінювання рівня набутих знань, їх систематизації та змістовності за результатами вивчення функцій багатьох змінних. Візуалізація доповнює пізнавальний процес, дає змістовні знання про математичні об'єкти. Так, під час вивчення теми «Умовний екстремум» студентам не завжди зрозуміло, чому так називається цей екстремум, та що він собою являє. Якщо побудувати за допомогою систем комп'ютерної математики перерізи поверхні та площини, або двох поверхонь, то можна побачити точки екстремуму, що належать перерізу та задовольняють умову задачі.

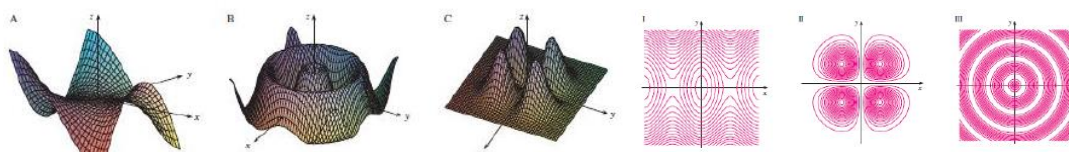


Рис. 2. Візуалізація поверхонь та їх перерізів.

Головним стає питання про використання візуалізації для тлумачення математичних понять з використанням різних програмних засобів. Образами також можуть бути об'ємні фігури, тому використання даної технології під час вивчення «Аналітичної геометрії» створює можливості візуалізації формувати у студентів просторові уявлення, просторове мислення. Візуалізація і поєднання цифрових образів реальних об'єктів надає можливість нового способу вирішення проблем формування фахово зорієнтованих знань та умінь з курсу вищої математики.

Відповідно до поставлених мети і гіпотези дослідження, педагогічний експеримент здійснювався зі студентами 1 курсу. Для проведення педагогічного експерименту з оцінки: рівня розуміння математичних концепцій, вміння застосовувати математичні методи, рівня критичного мислення було обрано експериментальну (150 студентів) та контрольну групи (150 студентів). В експериментальній групі проводилось навчання з використанням сучасних інформаційних технологій та візуалізації математичних концепцій, в той час як контрольна група вивчала матеріал традиційними методами.

Обидві групи були протестовані перед початком експерименту для визначення їхнього початкового рівня знань та навичок з математики. Результати показали, що не існує таких відмінностей.

Експериментальній групі було проведено навчання з використанням сучасних інформаційних технологій, таких як інтерактивні візуалізації, віртуальні лабораторії, інтерактивні відеоуроки. Контрольна група отримала традиційні уроки.

Після закінчення навчання в експериментальній і контрольній групах було проведено тестування для оцінки засвоєння матеріалу.

За допомогою t-критерію Стьюдента порівняли результати тестування між експериментальною та контрольною групами. Для $\alpha = 0,05$ критичне значення t-статистики приблизно 1,64. Оскільки, наше розраховане значення $t = 3,96$ більше за критичне, ми можемо відхилити нульову гіпотезу і прийняти альтернативну гіпотезу. Це означає, що є статистично значуща різниця між середніми результатами тестування експериментальної та контрольної груп. У нашому випадку, експериментальна група (яка використовувала сучасні технології) показала кращі результати у порівнянні з контрольною групою.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Дослідження підтвердило, що використання візуального контенту значно покращує ефективність подання та засвоєння понять курсу вищої математики. Аналіз результатів свідчить про те, що студенти краще розуміють і запам'ятовують навчальний матеріал, коли він супроводжується візуальними елементами, такими як графіки, схеми, тексти і образи об'єктів.

Гіпотеза дослідження, яка стверджувала, що опанування змістом курсу буде ефективнішим за умови використання візуальної навчальної інформації, знайшла своє підтвердження. Студенти, які навчалися за візуальною методикою, показали вищі результати в аналітичній підготовці, здобутті знань, умінь та навичок застосування науково-дослідницького апарату та інформаційних технологій.

У процесі дослідження були виділені основні компоненти моделі технології візуального навчання, що включають формування базових навчальних елементів, створення моделей образів об'єктів навчання та підвищення якості аналітичної підготовки студентів.

Візуальне ознайомлення з математичними поняттями, зорове сприйняття їхніх властивостей, зв'язків та відношень між ними дозволяють візуально розгорнути перед студентами окремі фрагменти теорії, сформувати та поширити узагальнений алгоритм операцій, застосувати набуті знання та вміння до пізнання змісту інших розділів курсу вищої математики та галузей знань.

Попередні дослідження вже показали, що проблема проектування та застосування візуалізації навчальної інформації у навчання математики в технічному ВНЗ вимагає додаткових пошуків, зокрема, в аспекті сучасних методичних підходів до навчання вищої математики майбутніх технічних фахівців під час дистанційного навчання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Бабич, О., Семеніхіна, О. (2014). До питання про співвідношення понять наочність і візуалізація. Фізико-математична освіта. Суми : СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2, 47–53. (Babich, O., Semenikhina, O. (2014). On the question of the relationship between the concepts of clarity and visualization. Physical and mathematical education. Sumy: Sumy State University named after A.S. Makarenko, 2, 47–53).
2. Білоусова, Л. І., Житеньова, Н. В. (2017). Функціональний підхід до використання технологій візуалізації для інтенсифікації навчального процесу. Інформаційні технології і засоби навчання, 57, 38–49. (Bilousova, L. I., Zhytenyova, N. V. (2017). A functional approach to the use of visualization technologies for the intensification of the educational process. Information technologies and teaching aids, 57, 38–49).
3. Бусел, В. Т. (2003). Великий тлумачний словник сучасної української мови. Ірпінь : Перун. (Busel, V. T. (2003). A large explanatory dictionary of the modern Ukrainian language. Irpin: Perun).

4. Вакалюк, Т. А., Спірін, О. М. (2021). Інформаційно-цифрові технології: сутність поняття. Звітна науково-практична конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України : матеріали науково-практичної конференції (11 лютого, 2021, м. Київ). Упоряд. О. П. Пінчук, Н. В. Яськова. ІІТЗН НАПН України (сс. 16–17). (Vakalyuk, T. A. Spirin, O. M. (2021). Information and digital technologies: the essence of the concept. Report of the scientific-practical conference of the Institute of Information Technologies and Teaching Aids of the National Academy of Sciences of Ukraine: Proceedings of the Scientific and Practical Conference (February 11, 2021, Kyiv). In O. P. Pinchuk, N. V. Yaskova (Comp). IITZN NAPS of Ukraine (pp. 16–17).).
5. Джеймисон, Ф. (2008). Постмодернізм, або Логіка культури пізнього капіталізму. Київ: Курс. (Jamison, F. (2008). Postmodernism or the Logic of the Culture of Late Capitalism. Kyiv: Kurs).
6. Дяденчук, А. Ф., Халанчук, Л. В. (2020). Візуалізація задач диференціального числення при підготовці студентів інженерних спеціальностей. Класичні та прикладні математичні проблеми у наукових дослідженнях здобувачів вищої освіти і молодих вчених: історичний та сучасний аспекти: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти і молодих вчених. Харків, 114–117. (Dyadenchuk, A. F., Khalanchuk, L. V. (2020). Visualization of differential calculus problems in the preparation of engineering students. Classical and applied mathematical problems in scientific research of higher education graduates and young scientists: historical and modern aspects: materials of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Higher Education Graduates and young scientists. Kharkiv, 114–117).
7. Кирилащук, С. А., Бондаренко, З. В., Ключко, В. І., Хом'юк, І. В. (2022). Застосування знаково-символічного підходу у процесі формування професійних компетентностей студентів вищих технічних навчальних закладів. ІТКІ, 53(1), 91–100. (Kyrylashchuk, S. A., Bondarenko, Z. V., Klochko, V. I., Khomyuk, I. V. (2022). Application of the sign-symbolic approach in the process of formation of professional competences of students of higher technical educational institutions". ІТКІ, 53(1), 91–100).
8. Корицька, Г. Р. (2018). Візуалізація освітнього процесу в умовах розвитку цифрового суспільства. Запоріжжя: Запорізький обласний інститут післядипломної педагогічної освіти, 75–81. (Korytska, H. R. (2015). Visualization of the educational process in the conditions of the development of the digital society. Zaporizhzhia: Zaporizhzhia Regional Institute of Postgraduate Pedagogical Education, 75–81).

Kyrylashchuk S. A., Bondarenko Z. V., Klochko V. I. Designing visualization technology for teaching higher mathematics.

The article deals with the problem of designing a technology for visualisation of studying a course of higher mathematics by students of engineering specialities. The main components of the model of visual learning technology are allocated: formation of basic educational elements; models of images of learning objects; improvement of the quality of analytical training of students, formation of knowledge, skills and abilities to apply the scientific and methodological apparatus. The peculiarity of the proposed pedagogical technology is that in the course of its use, along with visualisation, modern information technologies are used.

The design of visualisation of educational material in higher mathematics is proposed to be implemented in several stages: selection of educational material, structural and logical analysis and construction of a structural and logical scheme of educational information; highlighting methodological and applied aspects of the topic; placement of visual educational material taking into account the logic of formation of educational concepts; selection of reference images (key concepts, symbols, fragments of schemes); search for internal logical relationships and interdisciplinary connections; preparation of the primary version,

When selecting the content, the technology of professional orientation of studying a higher mathematics course is taken into account, which is implemented in three areas: methodological knowledge, skills for research functions; interdisciplinary interaction of academic disciplines, which

allows to reveal the role of mathematics in the quality learning of special disciplines, as well as in future professional activities; the use of a set of educational professionally oriented tasks, the solution of which significantly affects the motivation to study a higher mathematics course.

The study has confirmed that the use of visual content significantly improves the effectiveness of presentation and learning of higher mathematics concepts.

Key words: course of higher mathematics, design, visualisation, modern information technologies, structural and logical schemes, pedagogical technologies, professionally oriented tasks, sign and symbolic means.

УДК 371.321

DOI 10.5281/zenodo.14566851

І. В. Никифорчин

ORCID ID 0000-0003-0210-3188

Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника

РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ ЗАДАЧ З ЕКОНОМІЧНИМ ЗМІСТОМ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

Всі галузі суспільного життя постійно та зі зростаючою швидкістю розвиваються. Це стосується і економіки, яка вивчає поведінку людей і прийняття рішень в умовах обмежених ресурсів.

Цей розвиток неможливо здійснити без використання математики. Незважаючи на те, що економіка належить до предметів соціально-гуманітарного циклу, основним методом є метод математичного моделювання. Ми вважаємо математичну освіту вагомим фактором розвитку економіки. Використання математичних методів дозволяє учасникам економічного процесу приймати оптимальні рішення, взаємодіяти з економічною системою, планувати ресурси та прогнозувати наслідки.

Сьогодні вміти використовувати математично-економічні знання потрібно не тільки економістам, а і всім відповідальним громадянам нашої держави. Перш за все, людина повинна знати, як оптимізувати свій час, свої фінанси, свою діяльність. Наприклад, як мінімізувати витрати на паливо, як збільшити свій фінансовий дохід, як раціонально використати вільний час тощо.

Людей завжди цікавило питання вибору найкращого (оптимального) варіанту серед усіх можливих. Завдання полягають у пошуку найбільшого або найменшого значення та змінних, при яких воно досягається. Ці завдання об'єднуються під поняттям «задачі на знаходження екстремуму», а методи їх розв'язання є основою теорії оптимізації.

На жаль, задачі на оптимізацію рідко зустрічаються в шкільному курсі математики. Проте доступніші з них можуть пропонуватись учням на різних етапах їх математичної освіти і привчати їх до критичного розуміння розв'язку, до застосування методів оптимізації. Ми пропонуємо впровадити оптимізаційні задачі різного рівня складності до шкільної математики.

Аналіз публікацій з даної теми показує, що ані питання формування економічної культури учнів загальноосвітніх шкіл, ані аспекти підготовки вчителів школи до такої категорії проблем не висвітлені в сучасних педагогічних дослідженнях достатньою мірою.

Ми розглядаємо кілька категорій задач, які можна розв'язувати в обов'язкових темах програми алгебри для середньої школи. Це сприятиме формуванню міжпредметних компетентностей і готуватиме учнів до використання абстрактних понять і методів у повсякденному житті. Запропоновано приклади задач, більшість з яких розв'язано.

Ключові слова: економічна грамотність, міжпредметні компетентності, математика, середня освіта, оптимізація, економічна культура, математична компетентність, здобувачі освіти.

Постановка проблеми. Аналіз публікацій з даної теми показує, що ані питання формування економічної культури учнів закладів загальної середньої освіти, ані аспекти підготовки вчителів до такої категорії проблем не висвітлені в сучасних педагогічних дослідженнях достатньою мірою.

Аналіз актуальних досліджень. Проблеми, пов'язані з підвищенням економічної культури засобами математики в Україні досліджували такі науковці: О.І. Білик, Т.В. Новікова, Б.І. Пшик, В.В. Слобода, Т.С. Смовженко, Д.В. Васильєва, В.А. Швець, В.В. Коваль, З.І. Слєпкань, Л. Соколенко та ін [2,3,4,5,7].

Результати аналізу доробку вчених свідчать, зокрема, що недостатньо розкрита проблема формування математичних компетентностей, як складника економічної населення; не розглянуто проблему підготовки майбутнього вчителя математики до вивчення економічного виховання учнів; не визначено обсяг складників змісту цієї підготовки.

Метою статті є дослідження ролі оптимізаційних задач з економіки у формуванні економічної культури учнів та знаходження способів формування знань та навичок, необхідних в орієнтуванні в економічній системі і ефективному управлінні особистими ресурсами.

Виклад основного матеріалу. Багато задач, з якими люди зустрічаються в щоденній практиці, є багатоваріантними. Серед багатьох можливих варіантів доводиться вибирати найкращі при деяких обмеженнях, накладених на природні, економічні та технологічні можливості [1,6]. Таким чином, виникає необхідність використання методів оптимізації для розв'язування таких задач. Оптимізаційні задачі в економіці включають в себе пошук оптимальних рішень для максимізації прибутку, мінімізації витрат, розподілу ресурсів та багатьох інших важливих завдань. Вони застосовуються в різних галузях, включаючи фінанси, виробництво, логістику, маркетинг, торгівлю та ін.

Відповідно виникає необхідність використовувати сучасні математичні методи та обчислювальну техніку. При розв'язанні таких задач відбувається формування наукового мислення, здатність бачити ситуацію в цілому, розвиток пізнавального інтересу, здатність виходити з кризових ситуацій з найменшими втратами. Цінність співробітника, який володіє такими якостями, очевидна для суспільства.

Математичне програмування — область математики, яка розробляє теорію і числові методи розв'язування екстремальних задач з обмеженнями, тобто задач на екстремум функції багатьох змінних з обмеженнями на область зміни цих змінних.

Функцію, екстремальне значення якої потрібно знайти в умовах економічних можливостей, називають цільовою, показником ефективності, чи критерієм оптимальності. Економічні можливості формалізуються в вигляді системи обмежень. Все це складає математичну модель. Математична модель задачі — це відображення вихідної економічної ситуації в вигляді функцій, рівнянь, нерівностей, цифр.

Модель задачі математичного програмування включає в себе:

- сукупність невідомих величин, діючи на яку, ми можемо удосконалити систему. Їх називають планом, вектором управління, тощо;
- цільову функцію (показник ефективності, критерій оптимальності тощо).

Також важливо відзначити, що математичний апарат при розв'язуванні задач оптимізації використовується не тільки як інструмент розрахунку, але відіграє важливу роль саме в задачі прийняття рішень – виборі найкращого варіанту, при якому можна досягти найбільш ефективного результату.

На уроках математики в основній школі можна розглядати задачі оптимізації, для розв'язання яких не потрібно використовувати похідну. Тут розглядають способи перебору, властивості функцій, властивості певних нерівностей, тощо. Коли учням подається тема «Квадратична функція», можна навчити дітей розуміти, що таке найбільше чи найменше значення, де воно досягається тощо. Такого типу задачі можна ввести також при вивченні теми «Доведення нерівностей». Наведемо приклади таких задач.

Задача 1. В розпорядженні керівника є бригада з 24 людей. Їх потрібно розподілити на два об'єкти. Якщо на першому об'єкті працює t чоловік, то їх добова зарплата становить

$4t^2$ гривень. Якщо на другому об'єкті працює t чоловік, то їх добова зарплата становить t^2 гривень. Як потрібно розподілити ці об'єкти бригаду робітників, щоб виплати на їх добову зарплату були найменші?

Очевидно, що задача зводиться до мінімізації квадратичної функції $f(t) = 4t^2 + (24 - t)^2 = 5t^2 - 48t + 576$, де t – кількість людей, яких скеровано на перший об'єкт, $t \in [0, 24]$, $t \in \mathbb{N}$. Найменше значення буде в точці $t_0 = 4,8$. Зауважимо, що точка мінімуму не є натуральним числом, тому досліджувана функція досягає мінімального значення в точці 4, або в точці 5. Потрібно знайти і порівняти ці значення: $f(4) = 464$, $f(5) = 461$. Таким чином, на множині натуральних значень аргумента найменше значення досягається в точці 5.

Задача 2. Столярний цех виробляє деяку кількість виробів, які продаються за ціною $p(x) = 50 - 0,1x$, де x – кількість вироблених виробів. Сукупні витрати становлять $c(x) = 0,02x^2 + 14x + 800$. Знайти оптимальний для цеху обсяг виготовлення товару та відповідний йому максимальний прибуток.

Розв'язання. Прибуток — це різниця між доходом і витратами, в даному випадку функція прибутку буде дорівнювати наступній квадратичній функції: $s(x) = p(x)x - c(x) = (50 - 0,1x)x - 0,02x^2 - 14x - 800 = -0,12x^2 + 36x - 800$.

Як бачимо, знаходження оптимального випуску зводиться до знаходження максимального значення даної квадратичної функції при $x > 0$.

Задача 3. Андрій купив цінний папір за ціною 7 тис. грн. Ціна паперу кожного року зростає на 2 тис. грн. В кожен момент Андрій може продати папір і покласти гроші на банківський рахунок під 10% річних. Протягом якого року після покупки паперу Андрій повинен продати цінний папір, щоб через двадцять років після купівлі цього паперу сума на банківському рахунку була найбільшою.

Розв'язання. Якщо Андрій продасть цінний папір протягом k -го року, то через 20 років після покупки сума на його рахунку буде $(2k + 5)1,1^{20-k}$. Таким чином, нам потрібно знайти номер максимального члена послідовності $a_k = (2k + 5)1,1^{20-k}$, де k набуває натуральні значення від 1 до 20. Розглядаючи прирости членів послідовності $c_k = a_k - a_{k-1} = (1,1)^{20-k}(2k + 5 - 1,1(2k - 1) + 5) = (1,1)^{20-k}(1,7 - 0,2k)$, бачимо, що $c_k < 0$ при $k \leq 8$ і що $c_k > 0$ при $k > 8$. Отже, найбільшого значення послідовність a_k набуває при $k = 8$. Таким чином, цінний папір потрібно продати протягом восьмого року.

Задача 4. У фермера є два поля, кожне площею 10 га. На кожному з них можна вирощувати картоплю і моркву, поля можна ділити між культурами в будь-якій пропорції. Урожайність картоплі на першому полі становить 500 ц/га, на другому полі – 300 ц/га. Урожайність моркви на першому полі становить 300 ц/га, на другому полі становить 500 ц/га. Фермер може продати картоплю по ціні 2000 грн. за центнер, а моркву — по ціні 3000 грн. за центнер. Який найбільший дохід може отримати фермер?

Розв'язання. Нехай x га – кількість гектарів, що відведено під картоплю на першому полі, тоді $10 - x$ га – кількість гектарів, що відведена під моркву на першому полі. Аналогічно y га – кількість гектарів, що відведено під картоплю на другому полі, тоді $10 - y$ га – кількість гектарів, що відведена під моркву на другому полі. Функція доходу буде наступною:

$s(x) = 2000 * 500x + 3000 * 300(10 - x) + 2000 * 300y + 3000 * 500(10 - y)$ при умові $0 \leq x \leq 10$, $0 \leq y \leq 10$.

Отже, задача зводиться до максимізації функції $s(x, y) = 100000x - 900000y + 4500000$ при попередніх умовах. Використання властивостей лінійних нерівностей приводить до того, що максимальне значення рівне $s(x, y) = 5500000$ і досягається при $x = 10$ і $y = 0$.

Задача 5. Виробництво x тис. одиниць продукції обходиться в $q = 0,5x^2 + x + 7$ млн. грн. в рік. При ціні p грн. в рік за одиницю продукції річний прибуток від продажу продукції становить $px - q$. При якому найменшому значенні p сумарний річний прибуток складе не менше 25 тис. грн.?

Розв'язання. Задача зводиться до знаходження найменшого значення p , що задовольняє нерівність $px - (0,5x^2 + x + 7) \geq 25$. З даної нерівності ми можемо виразити p і

скористатися нерівністю Коші між середнім арифметичним та середнім геометричним.

$$p \geq \frac{x}{2} + \frac{32}{x} + 1 \geq 2\sqrt{\frac{x}{2} \cdot \frac{32}{x}} + 1 = 9.$$

Таким чином, найменше значення рівне $p = 9$.

Очевидно, що найбільша кількість задач на екстремуми розв'язується при вивченні теми «Похідна функції та її застосування». В профільних класах доцільно при формуванні поняття похідної виробляти розуміння того, що похідна моделює не лише швидкість механічного руху, а й швидкість зміни будь-якого процесу з часом. Можна поруч з фізичним та геометричним змістом похідної ввести економічний зміст похідної, як граничної величини (граничний прибуток, граничні витрати, тощо) [1].

Основними теоремами теми «Похідна функції та її застосування», які використовуються в практичних розрахунках, є необхідна і достатня умови існування екстремумів функцій.

Тому прикладні задачі, які використовують дані теореми, застосовуються для повторення або закріплення знань і формування вмінь учнів по даній темі і вчать застосовувати математичні знання в реальних економічних ситуаціях [3]. Учні повинні вміти побудувати модель задачі, визначити змінні і знайти екстремальне значення [4,5].

Задача 6. В двох шахтах працюють по 160 робітників, кожен з яких може працювати по 5 год на видобуванні нікелю або алюмінію. В першій шахті один робітник за годину добуває 0,1 кг. алюмінію або 0,3 кг. нікелю. В другій шахті для добування x кг. алюмінію в день потрібно x^2 людино-годин праці, а для добування y кг нікелю потрібно y^2 людино-годин праці. Для потреб промисловості можна використовувати і алюміній, і нікель, причому 1 кг. алюмінію можна замінити 1 кг. нікелю. Яку найбільшу масу металів можна добути в обох шахтах сумарно для потреб промисловості?

Розв'язання. Оскільки нікель і алюміній взаємозамінні, всі робітники першої фабрики повинні бути направлені на виробництво нікелю, оскільки вони більш ефективні в добуванні цього металу.

Нехай в другій шахті x робітників добувають алюміній, тоді нікель $160 - x$. Тоді за добу вони добувають $\sqrt{5x}$ алюмінію і $\sqrt{5(160 - x)}$ кг. нікелю. Задача зводиться до максимізації функції: $f(x) = \sqrt{5x} + \sqrt{800 - 5x}$ при умові $0 \leq x \leq 60$.

Задача 7. Підприємство виробляє протягом інтервалу часу задану величину x певних товарів. При цьому воно повинно платити податок $C(x) = x^2 - 20x + 400$. Середні єдині загальноприйняті податки становлять $C_m(x) = \frac{C(x)}{x}$. Який об'єм товарів повинно виробляти підприємство, щоб платити мінімальний середній єдиний податок?

Розв'язання. Задача зводиться до мінімізації функції $C_m(x) = \frac{C(x)}{x} = x - 20 + \frac{400}{x}$ при умові $x > 0$.

Якщо ми працюємо з учнями, які вивчають економіку або мають відповідний факультативний курс, можна розглянути задачу на знаходження оптимального споживчого набору. Це вже є прикладом найпростішої задачі на умовний екстремум.

Задача 8. Загальна корисність від споживання товарів x та y раціональним споживачем має вигляд $u(x, y) = xy$, де x та y — обсяги споживання зазначених товарів. Ціни товарів $p_x = 10$ та $p_y = 5$, бюджет споживача $I = 300$. Скільки одиниць товарів придбає споживач?

Розв'язання. Задача зводиться до знаходження максимального значення функції $u(x, y) = xy$ при умовах $10x + 5y \leq 300$, $x \geq 0$, $y \geq 0$. Оскільки максимальне значення досягається, якщо виконується рівність $10x + 5y = 300$, то виразивши y через x і підставивши в цільову функцію, отримаємо функцію однієї змінної $u(x) = x(60 - x) = 60x - x^2$, для якої потрібно знайти точку екстремуму.

Важливо підбирати завдання так, щоб вони відповідали рівню підготовки учнів, не містили багато нової інформації з економіки, фінансів, тощо. Такі задачі формують математичну і економічну культуру учнів, виконують профорієнтаційну роботу.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Оптимізаційні задачі з економічним змістом сприяють поглибленню розуміння учнями математичних концепцій і одночасно готують учнів до розуміння базових економічних понять. Вчителі математики повинні вміти впроваджувати такі задачі різного рівня складності в загальноосвітній курс математики, узагальнювати, систематизувати та використовувати знання, вміння та навички щодо окремих методичних особливостей розв'язування задач різного рівня, проектувати й організовувати сучасне освітнє середовище для навчання, виховання та розвитку учнів засобами математики на уроках і в позаурочний час. Такий підхід допоможе підготувати майбутнє покоління, що має компетенції для застосування в практичній діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Бугір, М. К. (2001). Математика для економістів. Тернопіль: Підручники і посібники. (Bugir, M. K. (2001). Mathematics for economists. Ternopil : Pidruchnyky i posibnyky).
2. Дутка, Г. Я. (1999). Застосування диференціального числення в задачах економічного змісту. Математика в школі, 2, 23–25. (Dutka, G. Ya. (1999). Application of differential calculus in economic problems. Mathematics at school, 2, 23–25).
3. Соколенко, Л. О., Швець, В. О. (2014). Різні типи прикладних задач, що призначені для вивчення похідної та її застосувань у курсі алгебри і початків аналізу. Математика в рідній школі, 9, 2–10. (Sokolenko, L. O., Shvets, V. O. (2014). Various types of applied problems intended for studying the derivative and its applications in the course of algebra and the beginnings of analysis. Mathematics at home school, 9, 2–10).
4. Фесенко, Г. А. (2016). Залучення учнів до розв'язування математичних задач фінансового змісту та підготовка майбутніх учителів математики до їх використання в навчальному процесі. Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти, 9, частина 2, 57–64. (Fesenko, G. A. (2016). Involving students in solving mathematical problems of financial content and preparing future mathematics teachers for their use in the educational process. Scientific notes. Series: Problems of the methodology of physical, mathematical and technological education, 9, part 2, 57–64).
5. Васильєва, Д. В., Василюк, Н. І. (2016). Розвиток математичної компетентності учнів на уроках математики. Математика в рідній школі, 6, 2–7. (Vasilyeva, D. V., Vasilyuk, N. I. (2016). Development of mathematical competence of students in mathematics lessons. Mathematics in the native school, 6, 2–7).
6. Леоненко, М. М., Мішура, Ю. С., Пархоменко, В. М., Ядренко, М. Й. (1995). Теоретико-ймовірнісні та статистичні методи в економетриці та фінансовій математиці. Київ : Інформатика. (Leonenko, M. M., Mishura, Yu. S., Parkhomenko, V. M., Yadrenko, M. Y. (1995). Theoretical-probability and statistical methods in econometrics and financial mathematics. Kyiv : Informatika).
7. Мерзляк, А. Г., Номіровський, Д. А., Полонський, В. Б. (2018). Алгебра і початки аналізу: профільний підручник для 10 класу закладів загальної середньої освіти. Харків : Гімназія. (Merzlyak, A. G., Nomirovsky, D. A., Polonsky, V. B. (2018). Algebra and the beginnings of analysis: a specialized textbook for the 10th grade of general secondary education institutions. Kharkiv : Gymnasium).

Nykyforchyn I. V. Solving optimization problems with economic contents at Mathematics classes.

All aspects of social life are constantly and steadily developing. This is related also to economics, which studies human behaviour and decision making under limited resources.

This development is impossible without use of mathematics. Despite economics is considered to be a subject in the field of social sciences and humanities, its main method is mathematical simulation. We believe that mathematical education is a significant factor of development of economy. Use of

mathematical methods allows participants of economic processes to make optimal decisions, to interact with the system of economy, to plan resources, and to predict consequences.

Nowadays ability to use mathematical and economic knowledge is crucial not only for the economists, but for all responsible citizens of our country. First of all, a person should be able to optimize his/her time, finance, and activity. For example, to minimize fuel expenses, to increase financial income, to use spare time reasonable, etc.

People have always been interested in choosing the optimal (the best) variant of all the possible ones. The goal is to find the least or the greatest value and variables for which it is attained. These problems are called «extremal», and methods for their solving are the essence of optimization theory.

Unfortunately, optimization problems are seldom met in school Mathematics. Nevertheless, some if they are quite tractable and can be proposed to the pupils at different stages of their mathematical education to make them accustomed to critical view on the solutions found and to use of optimization methods. We suggest introduction of optimization problems of different levels of complexity into school Mathematics program.

Analysis of publications on the topic shows that neither questions of economic culture of secondary school students nor aspects of preparation of teachers for this category of problems are not covered sufficiently in modern pedagogical research.

We consider several types of problems that can be solved within mandatory topics of Algebra for secondary schools. This will facilitate formation of interdisciplinary competences and prepare students to use of abstract notions and methods in their daily life. Most of the problems are provided with solutions.

Key words: economic literacy, interdisciplinary competences, mathematics, secondary education, optimization, economic culture, mathematical competence, education seekers.

УДК 373.3/.5.091.279.7:51"540.6"

DOI 10.5281/zenodo.14567022

Н. А. Тарасенкова

ORCID ID 0000-0002-6418-6380

І. А. Акуленко

ORCID ID 0000-0003-4603-409X

Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького

ОЦІНЮВАННЯ ГРУП ЗАГАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ У ПІДСУМКОВОМУ КОНТРОЛІ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ УЧНІВ З МАТЕМАТИКИ

У Державному стандарті базової середньої освіти унормовано вимоги до обов'язкових результатів навчання учнів з математичної освітньої галузі, які об'єднано в групи загальних результатів (ГЗР). Оцінювання відповідності результатів навчання учнів, які завершили здобуття базової середньої освіти, вимогам державного стандарту здійснюється шляхом державної підсумкової атестації. Однак нині перед учителями постає проблема оцінювання ГЗР не лише на завершальному етапі здобування загальної середньої освіти, а й в освітньому процесі загалом, зокрема здійснюючи підсумковий контроль навчальних досягнень учнів з математики. У статті окреслено шляхи розв'язання проблеми оцінювання ГЗР у підсумковому контролі навчальних досягнень учнів з математики. Обґрунтовано, що чотири ГЗР формуються у будь-якій математичній діяльності; усі ГЗР формуються комплексно, у взаємозв'язку; ГЗР формуються поступово, кумулятивно, розв'язування будь-якої математичної задачі робить певний внесок у формування кожної ГЗР; немає потреби у спеціальних математичних задачах, спрямованих на забезпечення формування однієї конкретної ГЗР. Емпірично встановлено, що питома вага внеску розв'язування будь-якої математичної задачі до певної групи результатів варіюється залежно від типу задачі. Представлено калькулятор для визначення внеску задач на обчислення, на доведення, на

побудову, на дослідження, на вибір відповіді, рафінованих сюжетних задач і компетентнісних задач через вагові коефіцієнти етапів їх розв'язування, які визначено для кожної ГЗР. Запропоновано спосіб унаочнення, «підсвічування» тих фрагментів, етапів, кроків у розв'язуванні традиційних математичних задач, що «додають» внесок до окремої ГЗР. Обґрунтовано, що певні модифікації в їх умовах або вимогах, подібнення на підзадачі створюють передумови для оцінювання ГЗР у підсумковому контролі навчальних досягнень учнів з математики засобами традиційних математичних задач.

Ключові слова: Державний стандарт базової середньої освіти, групи загальних результатів, підсумковий контроль, математичні задачі, контроль навчальних досягнень, оцінювання, освітній процес з математики.

Постановка проблеми. У Державному стандарті базової середньої освіти (Постанова КМУ № 898 від 30.09.2020 року) унормовано вимоги до обов'язкових результатів навчання учнів з математичної освітньої галузі. Ними передбачено, що учень: 1) досліджує проблемні ситуації та виокремлює проблеми, які можна розв'язувати із застосуванням математичних методів (ГЗР 1); 2) моделює процеси і ситуації, розробляє стратегії, плани дій для розв'язання проблем (ГЗР 2); 3) критично оцінює процес і результат розв'язання проблем (ГЗР 3); 4) розвиває математичне мислення для пізнання і перетворення дійсності, володіє математичною мовою (ГЗР 4). Оцінювання відповідності результатів навчання учнів, які завершили здобуття базової середньої освіти, вимогам державних стандартів здійснюється шляхом державної підсумкової атестації. Однак нині перед учителями постає проблема оцінювання ГЗР не лише на завершальному етапі здобування загальної середньої освіти, а й в освітньому процесі загалом, зокрема здійснюючи підсумковий контроль навчальних досягнень учнів з математики.

Аналіз актуальних досліджень. Контроль (фр. *contrôle* від *contrerôle* — подвійний список) – одна з основних функцій системи управління. Контроль здійснюється на основі спостереження за поведінкою керованої системи з метою забезпечення оптимального її функціонування (вимірювання досягнутих результатів і співвіднесення їх із очікуваними результатами). На основі даних контролю здійснюється адаптація системи, тобто прийняття оптимальних управлінських рішень.

Контроль в освіті має свою специфіку, тісно пов'язаний з оцінюванням, застосовується на різних етапах освітнього процесу. Палітра теоретико-методичних і практичних напрацювань щодо різних аспектів забезпечення якісного, надійного контролю й оцінювання в навчанні є досить широкою, але невичерпною, оскільки будь-які зміни в системі освіти зумовлюють появу нових кутів зору на зазначену проблему, а відтак і появу нових фарб у палітрі наукових студій.

Імплементация засадничих положень Законів України «Про освіту» (2017) і «Про повну загальну середню освіту» (2020), на яких нині ґрунтується реформа – Нова українська школа (НУШ), – зумовили осучаснення поглядів науковців і вчителів-практиків на види контролю й оцінювання. Актуальні наукові студії зосереджуються довкола: 1) теоретико-методологічного обґрунтування контрольно-оцінювальної діяльності учасників освітнього процесу (О. Онопрієнко [7] та ін.); 2) виокремлення й обґрунтування складників навчальних досягнень (О. Ляшенко, С. Раков [5], О. Школьний [10] та ін.); 3) вивчення й порівняння зарубіжного досвіду з проблематики контролю й оцінювання (О. Локшина [4], Anderson, Krathwohl [12], Bloom [13] та ін.); 4) контролю й оцінювання в контексті компетенцізації освіти (О. Савченко., Т. Байбара, Н. Бібік, О. Онопрієнко [9] та ін.), формування і розвитку творчого мислення учнів в умовах диференційованого навчання математики (О. Чашечникова [11]) 5) проблематики організаційно-методичного забезпечення моніторингових досліджень якості загальної середньої освіти (О. Ляшенко [8] та ін.).

Контроль навчальних досягнень учнів здавна у педагогіці [0] визначається перевіркою (виявлення та вимірювання) й оцінюванням. Контроль (за О. Онопрієнко [7]) передбачає одержання об'єктивної інформації про досягнуті учнями результати навчальної діяльності, міри їх відповідності вимогам стандартів освіти й освітніх програм; відстеження

індивідуального розвитку кожної дитини у навчанні; визначення позитивних і негативних тенденцій у діяльності вчителя, ефективності застосованих методик і технологій навчання; з'ясування чинників, що впливають на зростання або зниження рівня досягнень учнів з метою подальшої корекції освітнього процесу тощо.

Оцінювання – встановлення кількісного еквівалента якісних змін в особистому досвіді учня на основі збирання, оброблення, аналізу (в тому числі й самоаналізу) даних щодо просування учнів у навчанні, співвіднесення отриманих ними результатів навчання з очікуваними. За Законом «Про повну загальну середню освіту» [14] основними видами оцінювання результатів навчання учнів є формувальне, поточне, підсумкове (тематичне, семестрове, річне) оцінювання, державна підсумкова атестація, зовнішнє незалежне оцінювання. За результатами контролю й оцінювання учасники освітнього процесу можуть робити висновок про його ефективність, визначати слабкі місця, прогалини або недоліки, розробляти напрямки і способи й засоби впливу задля його покращення.

Мета підсумкового оцінювання – співвіднесення фактичних результатів навчання, яких досягли здобувачі освіти, з обов'язковими або ж очікуваними результатами, визначеними Державним стандартом чи освітньою програмою, за певний період навчання. Період навчання може бути більш або менш тривалим. Щоб розрізнити оцінювання за менший період навчання (завершення вивчення певної теми, або кількох тем, або розділу) і більший період (завершення семестру або року навчання) послуговуються термінами тематичне підсумкове оцінювання і семестрове (річне) підсумкове оцінювання. Висновки на основі цих видів оцінювання є своєрідним орієнтиром щодо того, на що варто звернути увагу учасникам освітнього процесу на наступному етапі навчання. Адекватність цих висновків ґрунтується на тому, як оцінено поступ учня/учениці в досягненні тих обов'язкових результатів навчання, що визначені Державним стандартом і об'єднані в групи загальних результатів; яких ГЗР досягнуто краще, а на які потрібно звернути більшу увагу. Вважається, що вимірювати й оцінювати навчальні досягнення учнів у тематичному й семестровому (річному) підсумковому оцінюванні також потрібно за групами загальних результатів. Інструментом для проведення таких видів оцінювання виступають відповідні підсумкові контрольні роботи.

Мета статті – окреслити шляхи розв'язання проблеми оцінювання груп загальних результатів у підсумковому контролі навчальних досягнень учнів з математики.

Виклад основного матеріалу. Вихідною нашою позицією є те, що чотири ГЗР, передбачені Державним стандартом, відображають етапи розумової діяльності під час розв'язування будь-якої математичної задачі, навіть, якщо ця задача є тестовим завданням «закритого типу» (табл. 1).

Таблиця 1

Відповідність ГЗР етапам розв'язування математичної задачі

Етапи розв'язування математичної задачі	Групи загальних результатів (за ДСБСО)
Аналіз формулювання задачі: аналіз тексту задачі, виділення умови, вимоги, зв'язків в умові, у вимозі, зв'язків між умовою і вимогою	Досліджує проблемні ситуації та виокремлює проблеми, які можна розв'язувати із застосуванням математичних методів
Пошук плану, стратегії розв'язування задачі, створення математичної моделі	Моделює процеси і ситуації, розробляє стратегії, плани дій для розв'язання проблем
Здійснення створеного плану, перетворення математичної моделі	Критично оцінює процес і результат розв'язання проблем
Оцінка результату: порівняння з умовою, перевірка і доведення відповідності результату вимозі, дослідження кількості розв'язків задачі	
Обговорення (аналіз) виконаного розв'язання, дослідження можливості іншого розв'язання	Розвиває математичне мислення для пізнання і перетворення дійсності, володіє математичною мовою

Наприклад, успішне виконання завдання скоротити дріб $\frac{15a^2b^3c^5}{3a^5b^2}$ передбачає, що учень подумки проводить міні дослідження: якими способами можливо скорочувати дроб, під який із відомих йому способів підходить даний дріб, на що треба звертати особливу увагу в застосуванні цього способу, чи потрібно враховувати ці особливості у даному дробі. Таким чином, це завдання вносить свій вклад у формування ГЗР 1. Провівши попередній аналіз, учень, звичайно, у даному випадку не моделює процеси і ситуації, але обов'язково «розробляє стратегії, плани дій для розв'язання проблеми» (ГЗР 2), оскільки процедура розв'язування даного завдання має розгалуження, спирається на: 1) правила дій зі степенями; 2) правила дій з раціональними дробами. І те, за яким розгалуженням учень піде у розв'язуванні, яку операцію він виконає першою, як побудує ланцюжок обґрунтувань, чи він буде намагатися скоротити кількість логічних кроків у своєму розв'язанні (ГЗР 3), це і буде формувати його індивідуальну стратегію розв'язування даного завдання. У такий спосіб це завдання робить внесок у формування ГЗР 2, ГЗР 3. Правильний запис відповіді, співвіднесення відповіді і завдання – такий внесок цього завдання у ГЗР 4. Зрозуміло, що ГЗР 4 поповнюється не лише під час оформлення відповіді, а й на всіх етапах розв'язування завдання, оскільки кожен із них безпосередньо впливає на розвиток мислення і математичного мовлення учня.

Таким чином вихідна наша позиція полягає в тому, що: 1) чотири ГЗР формуються у будь-якій математичній діяльності; 2) усі ГЗР формуються комплексно, у взаємозв'язку; 3) ГЗР формуються поступово, кумулятивно, розв'язування будь-якої математичної задачі вносить певний внесок у формування кожної ГЗР (зауважимо, що питома вага такого внеску до певної групи результатів варіюється залежно від типу задачі); 4) немає потреби у спеціальних математичних задачах, спрямованих на забезпечення формування певної однієї конкретної ГЗР.

Оскільки питома вага внеску розв'язування будь-якої математичної задачі до певної групи результатів варіюється залежно від виду задачі, пропонуємо їх узагальнити для оцінювання ГЗР за успішністю розв'язування математичної задачі певного виду. Як відомо, у традиційній дидактиці математики існує розподіл математичних задач на види за їх вимогою: задачі на обчислення, на доведення, на побудову, на дослідження. Цей традиційний перелік видів математичних задач пропонуємо доповнити суто рафінованими сюжетними задачами (РС-задачі), компетентнісними задачами (К-задачі), оскільки, за нашою концепцією компетентізації математичної освіти, розв'язування РС-задач і К-задач є важливою частиною формування математичної компетентності учнівства. Ураховуємо також, що у контрольних роботах (підсумкових тематичних, підсумкових семестрових) часто пропонуються тестові завдання із закритою формою відповіді (наприклад, у наших КР – це чотири перші завдання, у інших авторів – інша кількість), тому додатково визначаємо внесок таких завдань в оцінювання ГЗР. Відтак, пропонуємо таку схему розподілу вагових коефіцієнтів етапів розв'язування кожного виду математичних задач за ГЗР (табл. 2).

Зауважимо, що «проявити» для учнів і їх батьків, підкреслити, який саме фрагмент, етап, крок учня у розв'язуванні задачі «додає» до окремої ГЗР, на наш погляд, можливо й доцільно. Це може бути враховано у конструюванні тематичних і підсумкових контрольних роботах.

Такий підхід нами реалізовано, наприклад, у тематичних (діагностувальних) контрольних роботах з алгебри і геометрії для 8-го класу. Одну із задач цієї контрольної роботи пропонуємо розкласти на підзадачі, що виокремлені відповідно до етапів розумової діяльності учнів у розв'язуванні математичних задач. Успішність їхнього розв'язання учнем може бути індикатором для оцінювання певної групи ГЗР. Проілюструємо це прикладами.

Таблиця 2

Вагові коефіцієнти етапів розв'язування задачі				
Математичні задачі	Д	М	К	Р
	Аналіз задачі	Побудова моделі / вибір стратегії	Розв'язання	Відповідь
К-задача	35 %	30 %	25 %	10 %
РС-задача	30 %	30 %	25 %	15 %
М-задача на дослідження	25 %	30 %	30 %	15 %
М-задача на доведення	25 %	25 %	35 %	15 %
М-задача на побудову	20 %	30 %	35 %	15 %
М-задача на обчислення	20 %	25 %	40 %	15 %
М-задача на вибір відповіді	25 %	35 %	35 %	5 %

Задача 1. Учні музичної школи організували тижневий фестиваль класичної музики, протягом якого вони виконували для гостей фестивалю музичні твори на скрипці, на баяні і на фортепіано (твори виконувались на одному музичному інструменті). Кількість музичних творів, виконаних школярами на баяні, на 3 більша, ніж на скрипці, а на фортепіано – на 4 більша, ніж на баяні. Глядачі підраховали, що кількість виконаних творів для скрипки відноситься до кількості творів для баяну так само, як кількість творів для баяну відноситься до кількості творів для фортепіано. Скільки всього музичних творів було виконано протягом музичного фестивалю?

1) Складіть короткий запис задачі. **ГЗР-1**

А.

Баян x
 Скрипка на 3 $>$
 Фортепіано на 4 $>$

Б.

Скрипка x
 Баян на 3 $>$
 Фортепіано на 4 $>$

В.

Скрипка x
 Баян на 3 $>$
 Фортепіано на 4 $>$

Г.

Фортепіано x
 Баян на 3 $>$
 Скрипка на 4 $>$

Наступні підзадачі укладено відповідно до кроків розв'язування основної задачі, вони оцінюють ГЗР 2 і ГЗР 3 і можуть бути сформульовані так: 1) складіть вираз для обчислення...; 2) укладіть рівняння за умовою задачі; 3) складіть модель для розв'язування допоміжної математичної задачі.

2) Нехай x творів учні виконали на скрипці, тоді умові задачі відповідає рівняння:

А. $\frac{x}{x+3} = \frac{x+3}{x+7}$. **Б.** $\frac{x}{x+3} = \frac{x+3}{x+4}$. **В.** $\frac{x}{x+3} = \frac{x+4}{x+3}$. **Г.** $\frac{x+3}{x} = \frac{x+3}{x+7}$. **ГЗР-2**

3) Розв'яжіть отримане рівняння. **ГЗР-3**

А.

$$\begin{aligned} \frac{x}{x+3} &= \frac{x+3}{x+7}, \\ x(x+7) &= (x+3)^2, \\ x^2 + 7x &= x^2 + 9, \\ 7x &= 9, \\ x &= \frac{9}{7}. \end{aligned}$$

В.

$$\begin{aligned} \frac{x}{x+3} &= \frac{x+4}{x+3}, \\ x &= x + 4, \\ 0 &= 4. \end{aligned}$$

Рівняння розв'язків не має.

Б.

$$\frac{x}{x+3} = \frac{x+3}{x+4},$$

$$x(x+4) = (x+3)^2,$$

$$x^2 + 4x = x^2 + 6x + 9,$$

$$-2x = 9,$$

$$x = -4,5.$$

Г.

$$\frac{x}{x+3} = \frac{x+3}{x+7},$$

$$x(x+7) = (x+3)^2,$$

$$x^2 + 7x = x^2 + 6x + 9,$$

$$7x = 6x + 9,$$

$$7x - 6x = 9,$$

$$x = 9.$$

4) Зіставте отриманий розв'язок з умовою задачі. **ГЗР-3, ГЗР-4**

А.
 $x = \frac{9}{7}$ – не задовольняє умову задачі, бо кількість творів – це натуральне число.

Б.
 $x = -4,5$ – не задовольняє умову задачі, бо кількість творів не може бути від'ємною.

В.
 Рівняння розв'язків не має, отже, і задача розв'язків не має.

Г.
 $x = 9$ – може задовольняти умову задачі.

Перевірка:

$$\frac{9}{9+3} = \frac{9+3}{9+7},$$

$$\frac{3}{4} = \frac{3}{4}.$$

Отже, на скрипці було виконано 9 творів.

5) Запишіть відповідь до задачі. **ГЗР-3, ГЗР-4**

- А.** Протягом фестивалю було виконано 9 творів.
Б. Протягом фестивалю було виконано 37 творів.
В. Задача розв'язків не має.
Г. Протягом фестивалю було виконано 34 твори.

Задача 2. Садову ділянку прямокутної форми з периметром 112 м батько вирішив обгородити парканом двох видів: для тильної і двох бічних сторін ділянки використати металеву сітку рабицю (мал. 5), а для фронтальної сторони ділянки – зварну металеву сітку (мал. 6). Скільки погонних метрів сітки рабиці та зварної металевої сітки знадобляться батькові, якщо сторони ділянки відносяться, як 3 : 5, а на фронтальній стороні огорожі ділянки має бути хвіртка завширшки 110 см, яку куплятимуть окремо?



Мал. 5



Мал. 6

1) Яку геометричну фігуру треба використати для розв'язування задачі? **ГЗР-1**

А. Паралелограм. **Б.** Ромб. **В.** Прямокутник. **Г.** Квадрат.

2) Складіть допоміжну геометричну задачу. **ГЗР-1, ГЗР-2**

А. Сторони паралелограма, периметр якого дорівнює 112 м, відносяться, як 3 : 5. Знайдіть довжину сторін.

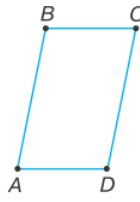
Б. Сторони ромба, периметр якого дорівнює 112 м, відносяться, як 3 : 5. Знайдіть довжину сторін.

В. Сторони прямокутника, периметр якого дорівнює 112 м, відносяться, як 3 : 5. Знайдіть довжину сторін.

Г. Сторони квадрата, периметр якого дорівнює 112 м, відносяться, як 3 : 5. Знайдіть довжину сторін.

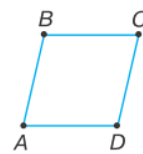
3) Складіть скорочений запис допоміжної геометричної задачі. **ГЗР-1**

А.



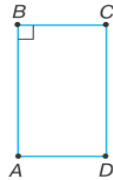
Дано:
 $ABCD$ – паралелограм,
 $P_{ABCD} = 112$ м,
 $AB : BC = 3 : 5$.
Знайти: AB і BC .

Б.



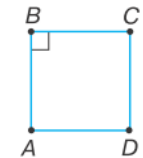
Дано:
 $ABCD$ – ромб,
 $P_{ABCD} = 112$ м,
 $AB : BC = 3 : 5$.
Знайти: AB і BC .

В.



Дано:
 $ABCD$ – прямокутник,
 $P_{ABCD} = 112$ м,
 $AB : BC = 5 : 3$.
Знайти: AB і BC .

Г.



Дано:
 $ABCD$ – квадрат,
 $P_{ABCD} = 112$ м,
 $AB : BC = 3 : 5$.
Знайти: AB і BC .

4) Складіть модель допоміжної геометричної задачі. **ГЗР-2**

А.
 Нехай x – спільний множник,
 тоді $AB : BC = 3x : 5x$,
 $3x + 5x = 112$.

В.
 Нехай x – спільний множник,
 тоді $AB : BC = 5x : 3x$,
 $5x + 3x = 112 : 2$.

Б.
 Сторони ромба рівні, тому
 довжина сторони становить $P_{ABCD} : 2$.

Г.
 Сторони квадрата рівні, тому
 довжина сторони становить $P_{ABCD} : 4$.

5) Розв'яжіть допоміжну геометричну задачу. **ГЗР-3**

А.
 $3x + 5x = 112$,
 $8x = 112$,
 $x = 14$.
 $AB = 3 \cdot 14 = 42$ (м),
 $BC = 5 \cdot 14 = 70$ (м).

В.
 $5x + 3x = 56$,
 $8x = 56$,
 $x = 7$.
 $AB = 5 \cdot 7 = 35$ (м),
 $BC = 3 \cdot 7 = 21$ (м).

Б.
 $112 : 2 = 56$ (м).
 $AB = BC = CD = AD = 56$ (м).

Г.
 $112 : 4 = 28$ (м).
 $AB = BC = CD = AD = 28$ (м).

6) Скільки погонних метрів сітки рабиці знадобиться? **ГЗР-3, ГЗР-4**

А. 154 м. **Б.** 42 м. **В.** 91 м. **Г.** 21 м.

7) Скільки погонних метрів зварної металевої сітки може знадобитися для фронтальної сторони ділянки, якщо не враховувати хвіртку? **ГЗР-3, ГЗР-4**

А. 42 м. **Б.** 14 м. **В.** 21 м. **Г.** 7 м.

8) Скільки погонних метрів зварної металевої сітки достатньо придбати, якщо хвіртку куплятимуть окремо? **ГЗР-3, ГЗР-4**

А. 41 м. **Б.** 13 м. **В.** 20 м. **Г.** 6 м.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Загалом, на нашу думку, певні модифікації в умовах або вимогах традиційних математичних задач, подрібнення їх на підзадачі створюють передумови для оцінювання ГЗР у підсумковому контролі навчальних досягнень учнів з математики засобами традиційних математичних задач. Подальших наукових студій вимагають питання критеріїв оцінювання етапів розв'язування задач.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Бондар, В. І. (2005). Дидактика. Київ : Либідь. (Bondar, V. (2005). Didactics. Kyiv : Libid).
2. Енциклопедія освіти (2021). Академія педагогічних наук України; головний редактор В. Г. Кремень. Київ : Юрінком Інтер. (Encyclopedia of Education (2021). Pedagogical Academy Sciences of Ukraine. In V.G. Kremin (Ed). Kyiv : Yurinkom Inter).
3. Костюк, Г. С. (1989). Навчально-виховний процес і психічний розвиток особистості. Київ : Радянська школа. (Kostyuk, G. (1989). Educational process and mental development of personality. Kyiv: Radianska shkola).
4. Локшина, О. І. (2009). Інновації в оцінюванні навчальних досягнень учнів у шкільній освіті країн Європейського Союзу. Порівняльно-педагогічні студії, 2, 107–113. (Lokshina, O. I. (2009). Innovations in the assesment of educational achievements of students in school education in the countries of the European Union. Comparative pedagogical studies, 2, 107–113).
5. Ляшенко, О. І., Раков, С. А. (2012). Тест загальної навчальної компетентності: загальні положення і результати пілотування. Педагогіка і психологія, 2, 27–35. (Lyashenko, O. I., Rakov, S. I. (2012). Test of general educational competence: general provisions and results of piloting. Pedagogy and psychology, 2, 27–35.)
6. Нова українська школа. Концептуальні засади реформування середньої освіти: Міністерство освіти і науки України. Режим доступу: [https:// www.kmu.gov.ua/storage/app/media/reforms/ukrainska-shkolacompressed.pdf](https://www.kmu.gov.ua/storage/app/media/reforms/ukrainska-shkolacompressed.pdf). (New Ukrainian school. Conceptual principles of secondary education reform: Ministry of Education and Science of Ukraine. Retrieved from: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/media/reforms/ukrainska-shkolacompressed.pdf>).
7. Онопрієнко, О. В. (2020). Дидактико-методичні засади контролю й оцінювання навчальних досягнень молодших школярів : монографія. Київ: Педагогічна думка. (Onoprienko, O. V. (2020). Didactic and methodical principles of control and assessment of educational achievements of junior high school students: monograph. Kyiv: Pedahohichna dumka).
8. Ляшенко, О. І., Лукіна, Т. О., Ващенко, Л. С., Полянський, П. Б., Жук, Ю. О. (2013). Організаційно-методичне забезпечення моніторингових досліджень якості загальної середньої освіти : монографія, за ред. Ляшенка О. І. Київ: Педагогічна думка. (Lyashenko, O. I., Lukina, T. O., Vashchenko, L. S., Polyanskyi, P. B., Zhuk, Yu. O. (2013). Organizational and methodological support of monitoring studies of the quality of general secondary education: monograph, In O. Lyashenko (Ed). Kyiv: Pedahohichna dumka).
9. Савченко, О. Я., Байбара, Т. М., Бібік, Н. М., Онопрієнко, О. В. (2012). Дидактико-методичне забезпечення контролю та оцінювання навчальних досягнень молодших школярів на засадах компетентнісного підходу: монографія. Київ: Педагогічна думка. (Savchenko, O. Ya., Baybara, T. M., Bibyk, N. M., Onoprienko, O. V. (2012). Didactic and methodical support for control and assessment of educational achievements of junior high school students based on the competence approach: monograph. Kyiv: Pedahohichna dumka).
10. Шкільний, О. В. (2015). Основи теорії та методики оцінювання навчальних досягнень з математики учнів старшої школи в Україні : монографія. Київ: НПУ імені М. П. Драгоманова. (Shkolny, O. V. (2015). Basics of the theory and methodology of assessment of educational achievements in mathematics of high school students in Ukraine : monograph. Kyiv: NPU named after M. P. Drahomanov).
11. Чашечникова О. С. (2013). Теоретико-методичні основи формування і розвитку творчого мислення учнів в умовах диференційованого навчання математики. Science and education a new dimension. Том 1. Budapest (с.с. 29–33). (Chashechnikova, O. (2013). Theoretical and methodological foundations of the formation and development of students' creative thinking in the conditions of differentiated teaching of mathematics. Science and education a new dimension. Vol. 1. Budapest (pp. 29–33).).
12. Anderson, L. W., Krathwohl, D. R. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing. New York.
13. Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of Educational Objectives. Book 1: Cognitive Domain. New York.

14. Закон України «Про повну загальну середню освіту» від 16.01.2020 № 463-IX (зі змінами і доповненнями, чинна редакція 29.10.2024. Діє з 17.11.2024. Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/T200463?an=26>). (Law of Ukraine « On Comprehensive General Secondary Education»(2020). Retrieved from: <https://ips.ligazakon.net/document/T200463?an=26>).
15. Державний стандарт базової середньої освіти (2020). Режим доступу: <https://imzo.gov.ua/derzhavnistandarty-bazovoi-seredn-oi-osvity/>. (State standard of basic secondary education). Retrieved from: <https://imzo.gov.ua/derzhavnistandarty-bazovoi-seredn-oi-osvity/>.

Tarasenkova N. A., Akulenko I. A. Assessing groups of general results in the final control of students' educational achievements in mathematics.

The State Standard of Basic Secondary Education regulates the requirements for the mandatory learning outcomes of students in the mathematical educational field, which are combined into groups of general results (GZR). The assessment of the compliance of the learning outcomes of students who have completed basic secondary education with the requirements of the state standard is carried out through state final certification. However, today teachers are faced with the problem of assessing GZR not only at the final stage of obtaining general secondary education, but also in the educational process as a whole, in particular, by carrying out the final control of students' educational achievements in mathematics. The article outlines ways to solve the problem of assessing GZR in the final control of students' educational achievements in mathematics. It is substantiated that four GZR are formed in any mathematical activity; all GZR are formed comprehensively, in interrelation; GZR are formed gradually, cumulatively, the solution of any mathematical problem makes a certain contribution to the formation of each GZR; There is no need for special mathematical problems aimed at ensuring the formation of one specific GZR. It has been empirically established that the specific weight of the contribution of solving any mathematical problem to a certain group of results varies depending on the type of problem. A calculator is presented for determining the contribution of calculation, proof, construction, research, answer selection, refined plot problems and competency problems through the weight coefficients of the stages of their solution, which are defined for each GZR. A method is proposed for visualizing, «highlighting» those fragments, stages, steps in solving traditional mathematical problems that «add» a contribution to a separate GZR. It is substantiated that certain modifications in their conditions or requirements, fragmentation into subtasks create the prerequisites for assessing GZR in the final control of students' academic achievements in mathematics by means of traditional mathematical problems.

Key words: State standard of basic secondary education, groups of general results, final control, mathematical problems, mathematical problems, monitoring of academic achievements, assessment, educational process in mathematics.

УДК 372.851

DOI 10.5281/zenodo.14567051

О. В. Школьний

ORCID 0000-0002-3131-1915

Український державний університет
імені Михайла Драгоманова

**МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СТОХАСТИКИ
В ІНТЕГРОВАНОМУ КУРСІ «МАТЕМАТИКА» ДЛЯ УЧНІВ 7 КЛАСУ НУШ**

Реформа освіти «Нова Українська Школа» (НУШ) ставить за пріоритетну мету власну реалізованість та особисте щастя випускників школи. Задля цієї мети основою реформи був обраний компетентнісний підхід до навчання, який орієнтує все навчання в школі не лише на здобуття учнями знань, умінь і навичок у різноманітних предметних областях, а

також і на формування в них характеристик особистості, котрі дозволять у майбутньому забезпечити їм успішну самореалізацію. Важливими кроками до впровадження реформи НУШ стало затвердження Міністерством освіти і науки України (МОН) Державних стандартів освіти та модельних навчальних програм, в тому числі й з математики. Колективи авторів створили за цими модельними програмами підручники. Одним із таких підручників є підручник інтегрованого курсу «Математика» для 7 класу авторського колективу О.В. Школьник, Є.П. Нелін, А.І. Милянник і Ю.С. Простакова. Цей підручник передбачає еволюційне оновлення змісту шкільної математики в 7 класі, зокрема, введення теми «Статистичні ймовірності», яка стосується розвитку стохастичної лінії в базовій середній школі.

Метою статті є висвітлення методичних особливостей вивчення елементів стохастичності в курсі математики 7 класу НУШ. У роботі ми показали, яким чином розвивати в семикласників розуміння суті статистичного дослідження та використовувати статистичний підхід до обчислення ймовірностей випадкових подій. Пілотування згаданого підручника з математики для 7 класу демонструє інтерес учнів до вивчення елементів стохастичності, а також показує, що після опанування цього матеріалу вони краще розуміють сутність явищ і процесів оточуючої дійсності. У подальшому ми плануємо продовжувати дослідження в цьому напрямку, оскільки даний підручник рекомендований МОН України для навчання математики в 7 класі НУШ.

Ключові слова: Нова Українська Школа (НУШ), інтегрований курс «Математика», елементи стохастичності, статистичне дослідження, статистичний підхід до обчислення ймовірностей випадкових подій, освітній процес з математики, реформування освіти, здобувачі освіти.

Постановка проблеми. Ідея реформування української освіти, яка в подальшому реалізувалася в концепції «Нова Українська Школа» (НУШ), виникла в результаті наявності невідповідності запитів суспільства щодо освітньої системи в Україні та результатів її функціонування. Особливо яскраво дана невідповідність проявлялася в результатах державної підсумкової атестації (ДПА) випускників 9 та 11 класів, зовнішнього незалежного оцінювання якості знань (ЗНО) абітурієнтів закладів вищої освіти (ЗВО), а також у результатах міжнародних порівняльних досліджень на кшталт PISA (НУШ, 2024; Бахрушин, 2019; Мазорчук та ін., 2019; Вакуленко та ін, 2021; УЦОЯО, 2021).

Головною ідеєю реформи НУШ є орієнтація учнівства, перш за все, на успішне влиття в суспільне життя після закінчення закладу середньої освіти, власну реалізованість та особисте щастя в дорослому світі. Внаслідок цього природно, що теоретичною базою реформи НУШ обрано компетентнісний підхід, який орієнтує навчання в школі не лише на здобуття учнями знань, умінь і навичок у різноманітних предметних областях, а також і на формування в них характеристик особистості, котрі дозволять у майбутньому забезпечити їм успішну самореалізацію.

Реалізація концепції НУШ здійснювалася поетапно. Спочатку були створені Державні стандарти освіти – для початкової, базової середньої та старшої профільної школи. Ці стандарти були затверджені відповідно у 2018, 2020 та 2024 році (КМУ України, 2018; КМУ України 2020; МОН України, 2023). На основі стандартів освіти авторські колективи фахівців розробили модельні навчальні програми (МНП) для кожної з 9 визначених у стандартах освітніх галузей (мовно-літературної, математичної, природничої, технологічної, інформатичної, соціальної і здоров'язбережувальної, громадянської та історичної, мистецької, фізкультурної). Для математичної освітньої галузі наразі вже створено більше десяти МНП з математики різних авторів для початкової школи та для базової середньої школи (МОН України, 2024).

Аналіз актуальних досліджень. У межах своєї академічної свободи та керуючись власною педагогічною майстерністю, вчителі на базі модельних навчальних програм мають розробити і впровадити власні навчальні програми для кожного окремого закладу освіти, створити календарно-тематичне планування та розробити інші дидактичні матеріали для здійснення освітньої діяльності. Проте не варто забувати, що наразі основним засобом

навчання досі залишаються підручники, створені за затвердженими МОН України модельними навчальними програмами. Зараз існує також більше 10 таких підручників з математики для початкової школи та для базової середньої школи (ІМЗО, 2024).

Авторський колектив М.С. Васишин, А.І. Милянник, М.В. Працьовитий, Ю.С. Простакова, О.В. Шкільний створив МНП інтегрованого курсу «Математика» для 5-6 та 7-9 класів (Васишин та ін., 2021, Васишин та ін., 2023). Головною особливістю цієї програми порівняно з іншими МНП є її інноваційність та орієнтація авторського колективу на сучасні освітні тенденції навчання математики в Європі та світі. Зокрема, в цій програмі суттєво посилено вивчення імовірісно-статистичного матеріалу, пропонується вивчати в 7-9 класах паралельно з плоскими геометричними фігурами також і просторові, вводяться елементи фінансової математики тощо. Більш детально особливості цієї програми висвітлено в статті (Shkolnyi, 2023).

За вказаною МНП інтегрованого курсу «Математика» для 7-9 класів авторський колектив О.В. Шкільний, Є.П. Нелін, А.І. Милянник і Ю.С. Простакова розпочали підготовку серії підручників. У підручнику з математики для 7 класу (Шкільний та ін., 2024) з метою вже згаданого посилення імовірісно-статистичної лінії вивчається розділ «Статистичні ймовірності», в якому на простих прикладах із повсякденного життя закладаються основи розуміння суті статистичного дослідження та імовірісної природи явищ і процесів оточуючої дійсності.

Метою статті є висвітлення методичних особливостей вивчення елементів стохастичності в курсі математики 7 класу НУШ. Ми покажемо, яким чином розвивати в семикласників розуміння суті статистичного дослідження та використовувати статистичний підхід до обчислення ймовірностей випадкових подій.

Виклад основного матеріалу. Згідно з МНП з математики для 5-6 класів (Васишин та ін., 2021) розвиток стохастичної лінії в курсі математики розпочинається у 5 класі з теми «Робота з даними». Тут передбачається обговорення з учнями способів отримання даних та групування їх за спільними ознаками, подання даних у вигляді таблиць і діаграм (переважно кругової та стовпчикової), використання комп'ютерних програм для побудови цих діаграм, а також умінь отримання даних із уже побудованих діаграм. Продовжується розвиток цієї лінії у 6 класі під час вивчення теми «Робота з даними». Тут розглядається поняття випадкової події, яка відбувається внаслідок стохастичного експерименту, вводиться поняття ймовірності випадкової події та вивчається класичний підхід до обчислення ймовірностей випадкових подій. Також передбачено використання комбінаторних правил додавання і множення для обчислення згаданих ймовірностей.

МНП (Васишин та ін., 2021) реалізована у підручниках «Математика, 5 клас» (Біос, 2022) та «Математика, 6 клас» (Біос, 2023), причому поняття ймовірності випадкової події спочатку розглядається в 5 класі опосередковано на якісному рівні, без числових характеристик (неможлива подія, малоімовірна подія, однаково ймовірна подія, дуже ймовірна подія, достовірна подія), а в 6 класі вводиться формула обчислення ймовірності випадкової події за класичним підходом (як частка сприятливих елементарних рівноможливих наслідків експерименту і загальної кількості цих наслідків). Слід зауважити, що в цих самих підручниках при вивченні роботи з даними вже зроблено акцент на способах отримання цих даних, важливості перевірки достовірності даних та уникнення фейків та відмінності між даними та інформацією, яка здобувається на їх основі (на жаль, ці поняття плутають не лише учні).

Згідно з МНП (Васишин та ін., 2023) у 7-9 класах відбувається розширення і розвиток набутих у 5-6 класах компетентностей, пов'язаних із роботою з даними та способами обчислення ймовірностей випадкових подій. Зокрема, у 7 класі передбачено вивчення теми «Статистичні ймовірності», яка включає в себе «повторення теоретичного матеріалу, що стосується способів отримання даних; обговорення способів проведення статистичного спостереження та забезпечення його належної якості; розв'язування практичних завдань щодо організації та проведення статистичного спостереження; обговорення поняття статистичного групування та зведення; виконання статистичного

групування та зведення на конкретних прикладах; побудова статистичних діаграм за допомогою комп'ютера; повторення теоретичного матеріалу, що стосується ймовірностей подій; повторення обчислення ймовірностей випадкових подій з класичним підходом; обговорення статистичного підходу до обчислення ймовірностей; обчислення ймовірностей за статистичним підходом» (Василишин та ін., 2023).

Тому в підручнику (Школьний та ін., 2024) спочатку розглядається статистичне дослідження, яке розбивається на 4 етапи: статистичне спостереження, статистичне зведення, розрахунок системи доречних статистичних показників та етап виявлення закономірностей, прогнозування та прийняття рішень. Поділ статистичного дослідження на етапи з такими назвами є традиційним для статистики як науки, а вивчення даної теми в курсі математики 7 класу є пропедевтикою більш ґрунтовного опанування цієї науки в подальшому. Тому доречно згадані етапи називати саме так.

Зрозуміло, що учні в подальшому познайомляться з кожним із етапів статистичного дослідження більш ретельно. Зокрема, важливою проблемою статистичного спостереження є забезпечення достовірності даних та репрезентативності отриманої вибірки. Проте, для семикласників теоретичне обґрунтування способів забезпечення такої репрезентативності поки що недоступне, тому ми пропонуємо вчителям звернути увагу на цю проблему, зазначити, що вона є важливою і дати можливість учням запропонувати власні способи її розв'язання. Проте, під час обговорення слід зауважити, що з науково обґрунтованими способами забезпечення репрезентативності вибірки вони познайомляться дещо пізніше.

На етапі статистичного зведення варто розглянути достатню кількість зрозумілих учням конкретних прикладів із їх повсякденного життя, в кожному з яких потрібно подати велику кількість даних спостереження у зручному для сприйняття вигляді. Зауважимо, що для цього доречно розглядати лише дискретні ознаки зі скінченною множиною можливих значень, оскільки, наприклад, для неперервних ознак, можливі значення яких утворюють певний проміжок (маса, температура, довжина тощо) використання дискретного варіаційного ряду не дозволяє вирішити проблему зручного подання даних. Дійсно, для неперервних ознак, вимірюваних із достатньою точністю, значення ознаки практично не будуть повторюватися, а отже, побудова дискретного варіаційного ряду, який пропонується для вивчення, не дозволить спростити сприйняття даних. Для неперервних ознак доречніше будувати інтервальні варіаційні ряди, які будуть вивчатися пізніше.

Побудову статистичних діаграм і графіків доречно вивчати з використанням інформаційних технологій. У курсі інформатики вивчаються різноманітні табличні процесори на кшталт Excel і здебільшого майже всі учні різною мірою знайомі з ними. Додатково поглиблює цей напрямок розвитку учнівських компетентностей передбачений у підручнику наприкінці відповідної чверті інтегрований модуль «Побудова статистичних діаграм і графіків за допомогою комп'ютера», яким ми радимо доповнити вивчення матеріалу цього параграфа.

При вивченні статистичних показників вибірки автори підручника обмежуються «класичним» набором: обсяг вибірки, розмах, мода, медіана і середнє арифметичне значення. Більш детально про класифікацію статистичних показників (абсолютні, відносні, середні), згідно з МНП (Василишин та ін., 2023), йтиметься у курсі математики 8 та 9 класів. Однак, навіть тут варто зауважити, що, крім 5 розглянутих числових характеристик вибірки, існують і інші, оскільки, наприклад, при середній температурі на курорті в 26 градусів, відхилення від цього середнього значення можуть бути різними, а отже, відпочивальникам варто обирати різний гардероб для подорожі. Корисною в пропедевтичному напрямку може бути дискусія з учнями стосовно того, як саме можна виміряти відхилення значень вибірки від середнього арифметичного значення. На пропозиції, висловлені під час цієї дискусії, можна буде в майбутньому спертися при вивченні дисперсії та середнього квадратичного відхилення в наступних класах.

Етап виявлення закономірностей, прогнозування та ухвалення рішень у 7 класі подається виключно на рівні інтуїції. Наприклад, можна порівняти середній час, витрачений учнями класу на спілкування в соціальних мережах, чи час користування гаджетами та комп'ютером із

рекомендованими Всесвітньою організацією з охорони здоров'я та Міністерства охорони здоров'я України показниками та зробити відповідні висновки. Також корисним є приклад порівняння середніх цін на крупи в двох сусідніх магазинах одного міста, за яким можна зробити висновок, у якому магазині вигідніше їх купувати. Крім цього, варто зазначити для учнів, що існують науково обґрунтовані методи прогнозування, з якими вони познайомляться лише у профільній старшій школі або під час здобуття вищої освіти.

Перед вивченням статистичного підходу до обчислення ймовірностей випадкових подій спочатку відбувається повторення вже знайомого учням із курсу математики 5-6 класів класичного підходу до обчислення ймовірностей таких подій, але це повторення здійснюється на більш високому теоретичному рівні. Зокрема, вводиться поняття випадкового (стохастичного) експерименту як сукупності умов навколишнього світу, внаслідок яких відбуваються події, а також виокремлюється природний та спеціально організований експеримент. Далі дається означення випадкової події як будь-якого наслідку експерименту, а також розглядаються часткові випадки випадкових подій – неможлива і достовірна.

Після цього наводиться описове визначення ймовірності події як числа, що певним чином характеризує ступінь можливості її здійснення. Очевидно, що цей вислів не можна вважати коректним означенням ймовірності події, бо наразі існує лише один науково обґрунтований спосіб означення ймовірності події – аксіоматичний. Але аксіоматичний спосіб для семикласників є недоступним за рівнем складності. Тому на даному етапі важливо, щоб учні усвідомили, що ймовірність події – це число (з проміжку $[0;1]$), яке можна обчислити певним способом, залежно від експерименту, внаслідок якого відбувається ця подія.

Із цих більш загальних позицій розглядається вже відомий учням із 5-6 класів класичний підхід до обчислення ймовірностей подій. Спочатку серед усіх подій, що відбуваються внаслідок експерименту, виділяють так звані елементарні події. Вони мають задовольняти три умови:

- бути рівноможливими;
- одна з них має обов'язково відбуватися внаслідок даного експерименту;
- дві різні елементарні події внаслідок цього експерименту відбуватися не можуть.

Зрозуміло, що поняття «рівноможливі події», по суті, є неозначуваним і тлумачиться на конкретних прикладах як події, що не мають ніяких переваг одна перед одною під час проведення експерименту. На рівноможливість елементарних подій в умовах задач здебільшого вказують певні ключові слова, головним із яких є слово «навмання» або його синоніми. Також відзначимо, що тлумачити рівноможливі події як події, ймовірності яких однакові, буде логічною помилкою, бо саме поняття ймовірності події за класичним підходом, фактично, вводиться, використовуючи поняття рівноможливих подій.

Після розгляду достатньої кількості прикладів на обчислення ймовірностей подій за класичним підходом слід зауважити, що далеко не у всіх випадках елементарні події вдається виокремити (наприклад, у ситуації придбання якогось товару, вочевидь, вибір навмання не здійснюється) або їх кількість є нескінченною (наприклад, при пострілі з лука в мішень такою є кількість можливих точок влучення наконечника стріли). Іноді не просто навіть описати всі можливі наслідки експерименту. Наприклад, при придбанні квитка на автобус складно сказати навіть, які фактори і яким чином впливають на його відправлення за графіком, а підрахувати їх кількість та встановити, чи є ці фактори рівноможливими – взагалі неможливо. У цій ситуації, вочевидь, скористатися класичним підходом до обчислення ймовірностей подій не вийде, доведеться шукати інший підхід.

Таким підходом до обчислення ймовірностей подій у багатьох випадках може бути статистичний підхід, який вводиться на основі поняття відносної частоти події в серії випробувань. Вона обчислюється як частка кількості випробувань, де подія відбулася, та загальної кількості випробувань. Зрозуміло, що це число не може вважатися ймовірністю випадкової події, оскільки в різних серіях випробувань відносна частота однієї й тієї самої події може відрізнятися. Щоб переконати в цьому учнів можна, наприклад, підкинути

монету 10 разів і підрахувати кількість випадань герба, а потім зробити серію з 10 підкидань монети іще 2-3 рази. Очевидно, що в усіх цих серіях кількість випадань герба відрізнятиметься, а отже, відповідна відносна частота випадання герба також буде різною. Проте слід наголосити, що при проведенні кількох серій з досить великою кількістю випробувань відмінність між цими частотами ставатиме все меншою. Строго обґрунтувати цей факт для учнів наразі ми не можемо, але слід наголосити, що в курсі теорії ймовірностей у вищій школі вони можуть познайомитися з цим доведенням.

Також важливо наголосити учням, що на практиці досить нечасто нам потрібно знати точне значення ймовірності події. Здебільшого для прийняття певних рішень у повсякденному житті досить знати значення цієї ймовірності з певною точністю. Найчастіше досить знати значення ймовірності події з точністю до сотих, тому доволі часто для запису ймовірностей використовують відсотки. Наприклад, якщо за прогнозом погоди ймовірність опадів завтра становить 0,72 або 72%, то на рішення брати з собою завтра парасольку чи ні (брати!) збільшення точності, скажімо, до 0,723 або 72,3%, вочевидь, не вплине.

Слід зауважити, що у використанні відсотків для запису ймовірностей подій є й певний недолік – окремі учні можуть почати вважати, що ймовірність події може бути більшою за одиницю. Тому фінальне зауваження теоретичного матеріалу пункту про те, що ймовірність події є числом, яке НЕ може бути меншим за нуль і більшим за одиницю, є надзвичайно важливим. На нього обов'язково слід звернути увагу учнів.

Зрозуміло, що розвиток імовірнісно-статистичної лінії згідно з МНП (Василишин та ін., 2023) після 7 класу буде продовжуватися й у 8 та 9 класах. Програмою, зокрема, передбачено вивчення геометричного підходу до обчислення ймовірностей випадкових подій (як одне із застосувань формул обчислення площ многокутників, а також круга та його частин), вивчення більш широкої системи статистичних показників (абсолютних, відносних та середніх) для здійснення відповідного етапу статистичного дослідження.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. На нашу думку, наведені вище методичні особливості вивчення елементів стохастики в 7 класі НУШ сприятиме досягнення вчителями мети щодо формування адекватного світосприйняття учнями явищ і процесів оточуючої дійсності, більшість із яких мають імовірнісну природу. Також сподіваємось, що така підготовка дозволить семикласникам більш впевнено досягати своїх життєвих цілей і реалізовувати свої вподобання в умовах невизначеності, зумовленої діяльністю інших людей, соціальних інститутів, державних установ тощо, краще адаптує їх до умов реального життя після закінчення школи.

Заходи з пілотування та апробації модельної навчальної програми (Василишин та ін., 2023) і підручника (Школьний та ін., 2024) протягом 2023-2024 навчального року в більш ніж 100 навчальних закладах України свідчать, що учні розуміють його актуальність і добре сприймають вказаний матеріал, а також активно співпрацюють з учителями в процесі його засвоєння. Однак, зауважимо також, що ретельне дослідження ефективності вивчення елементів стохастики учнями 7 класу НУШ іще попереду, оскільки дана програма та підручник використовуються в навчальному процесі лише один навчальний рік. Проте ми переконані в доцільності та перспективності впровадження цього матеріалу в базову середню школу і будемо й надалі використовувати його для формування ключових компетентностей учнів у контексті реформи «Нова Українська Школа».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Бахрушин, В. (2019). Математика у PISA–2018: Результати і висновки. Нова українська школа. Режим доступу: <https://nus.org.ua/articles/matematyka-u-pisa-2018-rezultaty-i-vysnovky/>. (Bakhrushin, V. (2019). Mathematics in PISA–2018: Results and conclusions. New Ukrainian School. Retrieved from: <https://nus.org.ua/articles/matematyka-u-pisa-2018-rezultaty-i-vysnovky/>).
2. Біос, Дж. Е. (2022). Математика: підручник для 5 класу закладів загальної середньої освіти. Київ : Формула. (Bios, J. E. (2022). Mathematics: a textbook for the 5th grade of general secondary education institutions. Kyiv: Formula).

3. Біос, Дж. Е. (2023). Математика: підручник для 6 класу закладів загальної середньої освіти. Київ : Формула. (Bios, J. E. (2023). Mathematics: a textbook for the 6th grade of general secondary education institutions. Kyiv: Formula).
4. Вакуленко, Т., Горох, В., Раков, С., Терещенко, В. (2021). PISA–2022: Рамковий документ з математики. Режим доступу: http://pisa.testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2021/12/pisa_2022_ramkovyj_dokument_matematyka.pdf. (Vakulenko, T., Gorokh, V., Rakov, S., Tereshchenko, V. (2021). PISA–2022: Framework document on mathematics. Retrieved from: http://pisa.testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2021/12/pisa_2022_ramkovyj_dokument_matematyka.pdf).
5. Васишин, М. С., Милянник, А. І., Працьовитий, М. В., Простакова, Ю. С., Школьний, О. В. (2021). Модельна навчальна програма «Математика. 5–6 класи» для закладів загальної середньої освіти. Режим доступу: https://osvita.ua/doc/files/news/830/83023/Matem_5-6-kl-Vasylyshyn_ta_in_14_07_1.pdf. (Vasylyshyn, M. S., Mylyanyk, A. I., Pratsyovyty, M. V., Prostakova, Yu. S., Shkolny, O. V. (2021). Model curriculum "Mathematics. 5–6 grades" for general secondary education institutions. Retrieved from: https://osvita.ua/doc/files/news/830/83023/Matem_5-6-kl-Vasylyshyn_ta_in_14_07_1.pdf).
6. Васишин, М. С., Милянник, А. І., Працьовитий, М. В., Простакова, Ю. С., Школьний, О. В. (2023). Модельна навчальна програма «Математика. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти. Режим доступу: https://osvita.ua/doc/files/news/896/89677/Matematyka_7-9_kl_Vasylyshyn_ta_in_26_07.pdf. (Vasylyshyn, M. S., Mylyanyk, A. I., Pratsyovyty, M. V., Prostakova, Yu. S., Shkolny, O. V. (2023). Model curriculum "Mathematics. Grades 7–9" for secondary education institutions. Retrieved from: https://osvita.ua/doc/files/news/896/89677/Matematyka_7-9_kl_Vasylyshyn_ta_in_26_07.pdf).
7. ІМЗО (2024). Електронні версії підручників. Режим доступу: <https://imzo.gov.ua/pidruchniki/elektronni-versiyi-pidruchnikov/>. (IMZO (2024). Electronic versions of textbooks. Retrieved from: <https://imzo.gov.ua/pidruchniki/elektronni-versiyi-pidruchnikov/>).
8. КМУ України (2018). Державний стандарт початкової освіти. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-п#Text>. (CMU of Ukraine (2018). State standard of primary education. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-п#Text>).
9. КМУ України (2020). Державний стандарт базової середньої освіти. Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898>. (CMU of Ukraine (2020). State standard of basic secondary education. Retrieved from: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-deyaki-pitannya-derzhavnih-standartiv-povnoyi-zagalnoyi-serednoyi-osviti-i300920-898>).
10. Мазорчук, М., Вакуленко, Т., Терещенко, В., Бичко, Г., Шумова, К., Раков, С., Горох, В. (2019). Національний звіт за результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA–2018. Режим доступу: https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2019/12/PISA_2018_Report_UKR.pdf. (Mazorchuk, M., Vakulenko, T., Tereshchenko, V., Bychko, G., Shumova, K., Rakov, S., Gorokh, V. (2019). National news based on the results of the international study of the quality of education PISA–2018. Retrieved from: https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2019/12/PISA_2018_Report_UKR.pdf).
11. МОН України (2023). Державний стандарт профільної середньої освіти. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/gromadske-obgovorennya/2023/10/30/HO-proyekt.Derzhstandartu.profilnoyi.serednoyi.osvity-30.10.2023.pdf>. (MES of Ukraine (2023). State standard of specialized secondary education. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/gromadske-obgovorennya/2023/10/30/HO-proyekt.Derzhstandartu.profilnoyi.serednoyi.osvity-30.10.2023.pdf>).
12. МОН України (2024). Математика. Модельні програми для 5–6 класів і 7–9 класів НУШ. Режим доступу: <https://osvita.ua/school/program/program-5-9/83194/>. (MES of Ukraine (2024). Mathematics. Model programs for grades 5–6 and grades 7–9 of the National Secondary School. Retrieved from: <https://osvita.ua/school/program/program-5-9/83194/>).

13. НУШ (2024). Офіційний сайт проєкту «Нова Українська школа». Режим доступу: <https://nus.org.ua>. (National Secondary School (2024). Official website of the New Ukrainian School project. Retrieved from: <https://nus.org.ua>).
14. УЦОЯО (2021). Офіційний звіт про проведення в 2021 році зовнішнього незалежного оцінювання результатів навчання, здобутих на основі повної загальної середньої освіти. Режим доступу: https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2021/11/ZVIT_ZNO_2021-Tom_2_.pdf. (UCEQA (2021). Official report on the conduct of an external independent assessment of learning outcomes obtained on the basis of complete general secondary education in 2021. Retrieved from: https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2021/11/ZVIT_ZNO_2021-Tom_2_.pdf).
15. Школьній, О. В., Нелін, Є. П., Милянник, А. І., Простакова, Ю. С. (2024). Математика: підручник інтегрованого курсу для 7 класу закладів загальної середньої освіти (у 2 частинах). Харків : Ранок. (Shkolnyi, O. V., Nelin, E. P., Mylyanik, A. I., Prostakova, Yu. S. (2024). Mathematics: an integrated course textbook for the 7th grade of general secondary education institutions (in 2 parts). Kharkiv: Ranok).
16. Shkolnyi, O. (2023). New approach to studying mathematics in the 7th grade within the New Ukrainian School project. In «Educația în contextul provocărilor societale: paradigme, inovații, transfer tehnologic: Materialele Conferinței științifice naționale cu participare internațională» (17 noiembrie 2023, Chișinău). Chișinău. Universitatea Pedagogică de Stat «Ion Creangă» din Chișinău. (Shkolnyi, O. (2023). New approach to studying mathematics in the 7th grade within the New Ukrainian School project. In «Education in the context of societal challenges: paradigms, innovations, technological transfer: Materials of the National Scientific Conference with International Participation» (November 17, 2023, Chisinau). Chisinau. State Pedagogical University «Ion Creangă» of Chisinau).

Shkolnyi O. Methodological features of studying the elements of stochastic in the integrated course «Mathematics» for students of the 7th grades of NUS.

The education reform of the «New Ukrainian School» (NUS) sets the priority goal of self-realization and personal happiness of the school's graduates. For this purpose, a competency-based approach to education was chosen as the basis of the reform, which focuses all school education not only on the acquisition of knowledge, skills and abilities by students in various subject areas, but also on the formation of personality characteristics in them, which will allow them to ensure a successful future self-realization. The approval by the Ministry of Education and Science of Ukraine (MES) of State Standards of Education and Model Educational Programs, including mathematics, was an important step towards the implementation of the reform of the NUS. Author teams created textbooks based on these model programs. One of these textbooks is the textbook of the integrated course «Mathematics» for the 7th grade, authored by O.V. Shkolnyi, Ye.P. Nelin, A.I. Mylianyk and Yu.S. Prostakova. This textbook provides an evolutionary update of the content of school mathematics in the 7th grade, in particular, the introduction of the topic «Statistical probabilities», which deals with the development of the stochastic line in the basic secondary school.

The purpose of the article is to highlight the methodological features of studying of elements of stochastics in the mathematics course of the 7th grade of NUS. In the work, we showed how to develop seventh-graders' understanding of the essence of statistical research and use a statistical approach to calculating the probabilities of random events. The piloting of the mentioned mathematics textbook for the 7th grade demonstrates the students' interest in studying the elements of stochastics, and also shows that after mastering this material, they better understand the essence of the phenomena and processes of the surrounding reality. In the future, we plan to continue research in this direction, since this textbook is recommended by the MES of Ukraine for teaching mathematics in the 7th grade of New Ukrainian School.

Key words: *New Ukrainian School (NUS), integrated course «Mathematics», elements of stochastics, statistical research, statistical approach to calculating probabilities of random events, educational process in mathematics, education reform, education seekers.*

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

УДК 372.8.016:514.16:159.954
DOI 10.5281/zenodo.14567107

D. Boykina
ORCID ID 0000-0002-4920-3736
University of Plovdiv Paisii Hilendarski

GOMERY PROBLEMS WITH AN IMPLICITLY DEFINED STRUCTURE – A
MEANS FOR DEVELOPING INTELLECTUAL SKILLS IN LEARNERS

Стаття присвячена планіметричним задачам, пов'язаним із серединою трикутника та вписаним у нього колом. Важливою проблемою в цих проблемах є те, що для визначення їхньої структури потрібні більш конкретні, додаткові міркування, оскільки вона не визначена явно. По одній проблемі, яка називається «основною», зроблена детальна методична розробка, яка має дві мети. Перше завдання – комплексно окреслити їх «освітні» рішення, спрямовані на цілеспрямовану підготовку учнів, які складатимуть атестат зрілості з математики чи кандидатський іспит, тому ця проблема має критеріальний характер. Інша мета — продемонструвати методичну технологію створення серії нових проблем, які впливають із цієї основної проблеми. Розглянуто різні ідеї створення систем задач і наведено відповідні формулювання.

Ключові слова: методична розробка, структура задачі, способи розв'язування, інтелектуальні вміння, складання задач.

Problem statement. According to the national strategy for comprehensive development of students' personality, the main focus of education is their intellectual development. A. Krasteva notes that "intellect is definitely associated with intellectual actions, which in itself is an indicator of the development of a person's mental activity, i.e. the procedural characteristics of intelligence are determined by a person's ability to solve problems – reasoning ability" [6, p. 114]. This fully applies to learning mathematics, which is impossible without solving problems. When performing this activity, students not only carry out relevant constructions, transformations and learn the formulations of definitions, theorems, rules, but also learn to express their thoughts and ideas clearly, acquire purposeful intellectual skills to reason correctly, compare and contrast facts, to discover the common and the different in them, to make correct conclusions, to think critically, to argue their conclusions, to master methods of acquiring knowledge. According to D. Polya "Problem-solving is a specific feature of the intellect, and intelligence is a special gift of man, so problem-solving can be considered as one of the most characteristic manifestations of human activity. To master mathematics means to be able to solve problems, not only standard but also those that require originality, ingenuity, independence of thinking" [15, p. 5]. Therefore, the activity of solving mathematical problems is quite complicated, and its description is relatively complex and time-consuming. That is why this activity includes many actions and operations, such as analyzing the text of the problem, building auxiliary models, reformulating the sought (thesis), the given, comparing with familiar problems, etc. This can explain the fact that well-known authors of textbooks and teaching aids prefer, with a view to teaching students, to describe the process of searching for and discovering a solution rather than directly presenting the solution itself, for example: [2], [12], [16], [20].

Analysis of current research. In order for the training to be successfully implemented, it is necessary for both the trainers and the trainees to master and apply the correct methodology for carrying out the activity of solving mathematical problems. For this purpose, it is appropriate that current teachers, as well as students preparing to become secondary school mathematics teachers,

should be able to carry out methodical development of the mathematical problems included in the textbooks, books with problems and teaching aids.

Methodical development of a mathematical problem in this article is understood as the implementation of the four-stage scheme for solving problems proposed by D. Polya [14, p. 72], which has been repeatedly quoted, applied, enriched and improved by a number of methodologists K. Slavov [19], R. Cherkasov & A. Stolyar [1], V. Krupich [7], I. Ganchev [3], P. Petrov [13], etc.

Research shows that the activity of solving mathematical problems has a staged character, that is why some authors consider it as a "solving process" [18, p. 170].

The model of D. Poya [14] is extensively enriched in the article [9, p. 96 – 100], where a modern version of technological model of the activity of solving mathematical problems (ASMP) is developed, which has a large practical application. It not only describes in detail the main stages and their corresponding sub-stages of the ASMP, but also presents a diagram of this activity, which also reflects the connections between individual stages and sub-stages. In such a way, it presents both the content and the very structure of the activity of solving mathematical problems, that is why it is called a model of ASMP. In this regard, K. Koleva notes that "the stages of this model can be related to the corresponding stages of the psychological concept of the formation of skills" [5, p. 12].

In the monograph [10], the ASMP model has been repeatedly applied to solving multiple problems that have different structures or are from different areas of mathematics, but the question of composing new problems has not been considered there.

The objectives of the article is to consider various ideas for creating problem systems and provide appropriate formulations.

Findings. Educational pedagogical practice and teaching experience show that the training of students, which is aimed at mastering the ASMP and its model, contributes to the assimilation and deepening not only of knowledge about the theory and structure of mathematical problems, but also to the acquisition of generalized mathematical knowledge and intellectual skills at a reflective level. This confirms the thesis that the problem of the methodical development of tasks continues to be relevant.

In this article, the ASMP model is applied to a planimetric problem (with an implicitly defined structure), which will be subjected to a detailed methodological development, including the sub-stage of composing new problems by applying different ideas and methods. For definiteness, we call this output problem the "basic problem".

Basic problem. In a right triangle $\triangle ABC$ ($\angle ACB = 90^\circ$), the midcenter G lies on the inscribed circle. Find the ratio $\frac{r}{R}$ of the radii r and R , respectively, of the circle inscribed in $\triangle ABC$ and the circle circumscribed around it.¹

Solution. I stage: Learning the statement and the requirements of the problem and determining its structure. Each right triangle is uniquely defined by two parameters, at least one of which must be metric. No new parameters are needed for the inscribed and circumscribed circles because, according to the relevant theorems, their centers are uniquely determined for each triangle. There is no metric element given in the statement of the problem, and the non-metric element is implicitly set here as well. To make it easier to understand the statement of the problem and state the non-metric element in it, it is useful to introduce the following notations: let CM be the median to the hypotenuse AB , and let O be the center of the inscribed circle k in $\triangle ABC$. Since the midcenter G is given to lie on the inscribed circle, and by definition it is the point of intersection of the medians, then G is the common point of the median CM and the circle k . But CM and k have two common points. Which one is the midcenter? Since it divides each median in the ratio 2:1 from the vertex, G must be the intersection of CM and k that is closer to M . It should be noted,

¹ This problem is a modification of problem M1224, which was proposed by V. Senderov [17, p. 26] for the Kvant magazine, 1990, vol. 5, p. 26 in the rubric "Quantum problem" and one of its variants is discussed in the article [4, p. 46]. Here, from the text of the cited problem M1224, essentially only the given is borrowed: "The medians of a right-angled triangle intersect at its inscribed circle. Find the angles of this triangle", and what is sought is formulated by the author of this article.

however, that the given right triangle $\triangle ABC$ cannot be isosceles, because in that case one of the common points of CM and k is the point of contact of the circle k with the hypotenuse, and the other common point is closer to the vertex C , but the specified 2:1 ratio is not fulfilled for them. Therefore, the statement and the requirements given in the problem will be fulfilled when the right triangle $\triangle ABC$ is not isosceles. Let us, for definiteness, assume, for example, that $AC < BC$, which is equivalent to the inequality $\angle ABC < \angle BAC$ (Fig. 1).

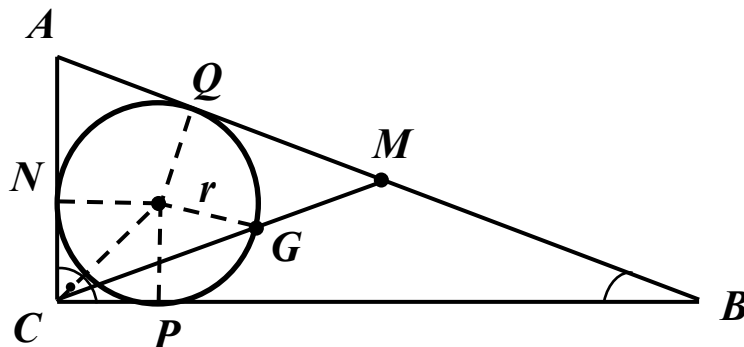


Fig. 1

In such a way, the implicitly assigned element in the problem is expressed (has a relationship) with the specified relation in which the intersection point G of CM and k divides the median CM . Therefore, it can be concluded that the figure is defined by the *similarity relation* – this is the structure of the basic problem and represents the main information in it. Everything else in the statement (both given and sought) refers to the specific information. There is no redundant information in the basic problem statement.

II stage: Generating a solution idea.

The main information in the problem (the figure is defined to the *similarity relation*) points to the idea: introducing an additional metric parameter. But which is suitable? Such a linear element would be suitable, which could make a connection between what is sought in the problem and the implicitly set ratio. Since the ratio $\frac{r}{R}$ is sought, either r , or R , or some other segment but related to both radii r and R could be chosen as an additional metric parameter.

III stage: Implementation of the idea.

Perhaps, taking into account that AB is the hypotenuse in $\triangle ABC$, and it is a diameter of the circumscribed circle and $CM = \frac{1}{2}AB = R$, and on the other hand, the $CG:GM = 2:1$ is satisfied, it seems that the third possibility is preferable, namely – to choose the length x of the segment GM , $x > 0$, as a parameter. Then $CG = 2x$, $R = 3x$. It remains to express the radius r of the inscribed circle by x . For this purpose it (r) must be included in some triangle for which there is some information, i.e. for which sides or for some of them it is possible to express by the parameter x . Such could be those triangles in which both r (directly or indirectly) and a segment expressed by x are involved. In order to account the condition that the midcenter $G \in k$ and that the segment CG is already expressed by x , and the segment CO is the bisector of the right angle at the vertex C and at the same time it is very easily expressible by r (Why?), it would be obtained a suitable triangle if the radius $OG = r$ is additionally constructed. This gives the triangle $\triangle COG$. For it, it is satisfied: $CO = r\sqrt{2}$ (CO is a diagonal in the square $CPON$), $OG = r$ and $CG = 2x$. Therefore, the desired relationship between r and x can be achieved by applying the cosine theorem for $\triangle COG$. However, the question arises here: "For which side should it be applied?". Since $\angle OCG$ is the angle between the bisector of the right angle ($\angle ACB$) and the median CM , and it is expressible by $\angle ABC = \beta$, it is appropriate to apply the cosine theorem to the side OG , which lies opposite $\angle OCG$. Since $\angle OCG = \angle OCB - \angle BCM$, and $\angle BCM = \angle CBM = \beta$, then $\angle OCG = 45^\circ - \beta$. Then the equalities are satisfied:

$$OG^2 = CO^2 + CG^2 - 2 \cdot CO \cdot CG \cdot \cos(45^\circ - \beta)$$

$$r^2 = 2r^2 + 4x^2 - 2 \cdot r\sqrt{2} \cdot 2x \cdot (\cos 45^\circ \cdot \cos \beta + \sin 45^\circ \cdot \sin \beta)$$

$$r^2 + 4x^2 - 4r\sqrt{2} \cdot x \frac{\sqrt{2}}{2} (\cos \beta + \sin \beta) = 0 \quad (1)$$

In order to find $\cos \beta + \sin \beta$, the characteristic equality for a right triangle can be used: $a + b = 2r + 2R$, which, in order to obtain the sought ratio $\frac{r}{R}$, it is appropriate to be written in the following form: $\frac{a}{2R} + \frac{b}{2R} = \frac{r}{R} + 1$.

But $\frac{a}{2R} = \cos \beta$, a $\frac{b}{2R} = \sin \beta$.

Therefore $\cos \beta + \sin \beta = \frac{r}{R} + 1$ (2)

Then equality (1) takes the form:

$$r^2 + 4x^2 - 4rx \left(\frac{r}{R} + 1 \right) = 0 \quad (3)$$

In order to obtain a suitable equation for the sought ratio $\frac{r}{R}$, it is appropriate to divide equation (3) by R^2 , resulting in

$$\frac{r^2}{R^2} + \frac{4x^2}{R^2} - \frac{4rx}{R^2} \left(\frac{r}{R} + 1 \right) = 0 \quad (4)$$

But $R = 3x$, therefore, it is appropriate to write (4) as follows

$$\frac{r^2}{R^2} + \frac{4x^2}{9x^2} - 4 \frac{r}{R} \cdot \frac{x}{3x} \left(\frac{r}{R} + 1 \right) = 0 \quad \text{or, after simplification, in the form:}$$

$$\left(\frac{r}{R} \right)^2 + \frac{4}{9} - \frac{4}{3} \left(\frac{r}{R} \right) \left(\frac{r}{R} + 1 \right) = 0 \quad (5)$$

It is appropriate to make the substitution here $\frac{r}{R} = t$, $t \in (0; 1)$, by which from (5) the equation is obtained $t^2 + \frac{4}{9} - \frac{4}{3}t(t + 1) = 0$. Simplifying, it takes the following normal quadratic equation form $3t^2 + 12t - 4 = 0$. The latter has only one positive root and it is $t = \frac{-6+4\sqrt{3}}{3} \in (0; 1)$. Hence the sought relation in the basic problem 2 has value: $\frac{r}{R} = \frac{-6+4\sqrt{3}}{3}$.

In order to implement the idea of I. B. Olbinskii for a "development of the problem" [11, p. 15], it is also appropriate to note that from equality (2), with the thus found value of the ratio $\frac{r}{R}$ for the angle β , the trigonometric equation $\cos \beta + \sin \beta = \frac{-6+4\sqrt{3}}{3} + 1$ is obtained, which, after simplifying its right side, takes the form $\cos \beta + \sin \beta = \frac{4\sqrt{3}}{3} - 1$ (6).

Since this equation is of the type: $a \cdot \sin \beta + b \cdot \cos \beta = c$ and $c^2 \leq a^2 + b^2$ is fulfilled for its coefficients (even in the particular case the strict inequality in it is present, which is easily verified), then equation (6) will have a solution. Various ideas can be applied to find it. Since $c > 0$ is fulfilled for the free term c of equation (6) and the left side is also positive, there is no danger of obtaining foreign solutions when squaring its two sides. This exponentiation results in the following basic trigonometric equation $\sin 2\beta = \frac{8}{3}(2 - \sqrt{3}) \approx 0,72$. Since it was assumed above that $AC < BC$, i.e. $\angle ABC < 45^\circ < \angle BAC$, then $2\beta < 90^\circ$. Therefore, the last equation for 2β has a unique solution in the interval $((0^\circ; 90^\circ)$, i.e. $\beta \in (0^\circ; 45^\circ)$.

The comments made above can be continued along the following lines. Through the formula $\sin 2\beta = \frac{2 \cdot \operatorname{tg} \beta}{1 + \operatorname{tg}^2 \beta}$, from the equation $\sin 2\beta = \frac{8}{3}(2 - \sqrt{3})$ a fractional equation for $\operatorname{tg} \beta$ is obtained, namely $\frac{2 \cdot \operatorname{tg} \beta}{1 + \operatorname{tg}^2 \beta} = \frac{8}{3}(2 - \sqrt{3})$. It leads to the following quadratic equation for $\operatorname{tg} \beta$, which is reciprocal:

$$8(2 - \sqrt{3})\operatorname{tg}^2 \beta + 6 \cdot \operatorname{tg} \beta - 8(2 - \sqrt{3}) = 0.$$

If the senior coefficient and its free term are rationalized, the equation is obtained $4 \cdot \operatorname{tg}^2 \beta + 3(2 + \sqrt{3})\operatorname{tg} \beta - 4 = 0$. It has only one positive root for $\operatorname{tg} \beta$, which, however, is expressed by a complex radical, namely $\operatorname{tg} \beta = \frac{1}{8}(\sqrt{127 + 36\sqrt{3}} - 6 - 3\sqrt{3})$.

The reasoning and research conducted here has a twofold role. On the one hand, they are a concrete implementation of the idea of "development" of the basic problem, and on the other hand,

they can also support the creation of new problems during the implementation of the next stage. And all this contributes to the development of the intellect of the learners.

IV stage: A look back. Other ideas for solution can be presented here, their advantages and disadvantages clarified, and also compared in terms of rationality. Thus, for example, since the figure in the basic problem is defined to the similarity relation, it is possible to apply the method of similarity, i.e. to find the required ratio for one of the many similar triangles – for example, the one whose hypotenuse is 6 units. Then $R = 3$, $CG = 2$, $GM = 1$. The rest of the reasoning repeats those that were carried out during the application of the parameterization method, as a result of which, for the sought ratio $\frac{r}{R}$, we again arrive at equation (5), having one positive root: $\frac{r}{R} = \frac{-6+4\sqrt{3}}{3}$. Of course, in order to realize the idea of developing the problem, the reasoning concerning the angle β can also be carried out.

Another idea for finding a solution to the basic problem is based on the metric dependence that connects the tangent and the secant constructed from an external point to the given circle (Fig. 2).

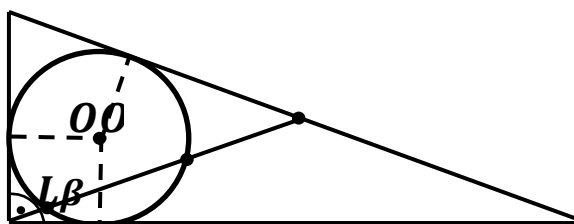


Fig. 2

It shows that the median CM , crossing the inscribed circle at points G and L , forms two secants. One is CG with outer part CL and the other is ML with outer part MG . On the other hand, CN is tangent to this circle and therefore the equality is satisfied

$$CG \cdot CL = CN^2 \quad (1)$$

Analogously for the tangent MQ we have the equality

$$ML \cdot MG = MQ^2 \quad (2)$$

In order to use these relations, since the considered figure in the basic problem is defined to similarity, it is necessary, as in the first solution, to introduce a metric parameter. Here it is also appropriate to accept the length x of the segment MG as such, because it directly expresses the lengths of the segments CG , CM , AB . Let's $MG = x$, ($x > 0$). Therefore $CG = 2x$, $CM = 3x$, $AB = 6x$, $R = 3x$. Then, to find the required ratio $\frac{r}{R}$, it is sufficient to calculate the ratio $\frac{r}{x}$ (because $\frac{r}{R} = \frac{1}{3} \cdot \frac{r}{x}$). Therefore, a relationship must be found between r and x . For this purpose, it must be taken into account that $CN = r$ and equality (1) $CG \cdot CL = CN^2$ is fulfilled. In it the segment CL is not expressed by x , and since the chord LG is contained both in the secant CG and in the secant ML , it is convenient to temporarily accept the length of this chord as an additional parameter. Let's mark $LG = p$, where $0 < p < 2x$. Then $CL = 2x - p$ and therefore equality (1) yields the form

$$2x(2x - p) = r^2 \quad (3)$$

Since $ML = x + p$, the equality (2) takes the following form

$$(x + p)x = MQ^2 \quad (4)$$

It remains to be expressed by the parameters the tangent MQ . If $AC < BC$, i.e. $b < a$, then the point of contact Q of the inscribed circle with the hypotenuse AB is between A and M . Then $MQ = AM - AQ$. Since $AM = R$, and $AQ = AN = AC - CN$, then $AQ = b - r$. Therefore

$$MQ = R - b + r \quad (5)$$

Since $CPON$ is a square with side r , using the property of tangents from point C to the circle, we get that $r = CN = CP = CB - BP$. But $CB = a$ and $BP = BQ = BM + MQ = R + MQ$. Therefore

$$r = a - R - MQ \quad (6)$$

From (5) and (6) it follows that $MQ = R - b + a - R - MQ$, from which it follows that $MQ = \frac{a-b}{2}$. This allows equality (4) to be written in the form

$$(x + p)x = \frac{(a-b)^2}{4} \quad (7)$$

From equations (3) and (7) the following system is obtained

$$\begin{cases} 4x^2 - 2px = r^2 \\ 2x^2 + 2px = \frac{(a-b)^2}{2} \end{cases} \quad (8)$$

From it, by eliminating the parameter p , the following relation between r , x , a and b is obtained.

$$6x^2 = r^2 + \frac{(a-b)^2}{2} \quad (9).$$

To find the $\frac{r}{x}$ ratio, the a and b legs must be eliminated. For this purpose, the characteristic equalities for a right triangle are used:

$$a + b = 2r + 2R \quad (10) \text{ и } a^2 + b^2 = c^2 = 4R^2 \quad (11).$$

By squaring equality (10) and applying (11) is obtained the equality

$$ab = 4rR + 2r^2 \quad (12)$$

The product ab can be expressed in terms of r and x in different ways. Thus, for example, if we transform equality (9) and apply (11), we get

$$ab = 2R^2 + r^2 - 6x^2 \quad (13)$$

Since $R = 3x$, equalities (12) and (13) take the form, respectively:

$$ab = 12rx + 2r^2 \text{ and } ab = 12x^2 + r^2.$$

From these, by equating the right sides and simplifying, a homogeneous quadratic equation with respect to r and x is obtained

$$r^2 + 12rx - 12x^2 = 0 \quad (14)$$

Since the ratio $\frac{r}{x}$ is sought, it is appropriate to write the equation (14) in the following form

$$\left(\frac{r}{x}\right)^2 + 12 \cdot \frac{r}{x} - 12 = 0.$$

This quadratic equation has only one positive root, namely $\frac{r}{x} = -6 + 4\sqrt{3}$. Then for the required relation the following result is obtained:

$$\frac{r}{R} = \frac{-6+4\sqrt{3}}{3}.$$

As can be seen from the realization of these two ideas for solving the basic problem, a number of instructive conclusions can be drawn in a reflexive plan. On the one hand, the discovery of the presented "educational" solutions required the use of knowledge from different sections of the school mathematics course – both geometry, algebra and trigonometry. Discovering the very structure of the problem, which is implicitly defined in the statement, requires making appropriate additional constructions. As a result, different ideas arise for the application of specific mathematical knowledge and relevant skills that the problem solver should possess. On the other hand, the reasoning carried out and their presentation in formulating these solutions contribute significantly to the development of relevant intellectual skills in learners.

The Look Back stage also includes the creation of new problems. From the basic problem, new problems can be created in different aspects.

A. Problems having the same structure – the figures in them must be defined to the *similarity relation*. Here, the possibilities for varying what is sought, and even more so for changing what is given, are quite limited due to the specific condition: that the midcenter G of the given right triangle lies on the circle inscribed in it. Thus, by keeping what is given in the basic problem and varying what is sought, we formulate the following problems.

Problem A.1. In a right triangle $\triangle ABC$ ($\angle ACB = 90^\circ$), the midcenter G lies on the inscribed circle. Find the ratio $\frac{m_c}{r}$, where m_c is the median to the hypotenuse and r is the radius of the circle inscribed in $\triangle ABC$.

Problem A.2. In a right triangle $\triangle ABC$ ($\angle ACB = 90^\circ$), the midcenter G lies on the inscribed circle. Find the ratio $\frac{r}{AB}$, where r is the radius of the circle inscribed in $\triangle ABC$ and AB is its hypotenuse.

Problem A.3. In a right triangle $\triangle ABC$ ($\angle ACB = 90^\circ$), the midcenter G lies on the inscribed circle. Find the ratio of the legs $AC:BC$, where AC is the smaller leg in $\triangle ABC$.

Problem A.4. In a right triangle $\triangle ABC$ ($\angle ACB = 90^\circ$), the midcenter G lies on the inscribed circle. Find the ratio $\frac{r}{AC}$, where r is the radius of the circle inscribed in $\triangle ABC$ and AB is the smaller leg.

Problem A.5. In a right triangle $\triangle ABC$ ($\angle ACB = 90^\circ$), the midcenter G lies on the inscribed circle. Find the ratio $\frac{R}{BC}$, where R is the radius of the circle circumscribed around $\triangle ABC$ and BC is its larger leg.

Problem A.6. In a right triangle $\triangle ABC$ ($\angle ACB = 90^\circ$), the midcenter G lies on the inscribed circle. Find the ratio of the perimeter of $\triangle ABC$ and the radius of the circle inscribed in $\triangle ABC$.

Problem A.7. In a right triangle $\triangle ABC$ ($\angle ACB = 90^\circ$), the midcenter G lies on the inscribed circle. Find the ratio of the perimeter of $\triangle ABC$ and the radius of the circle circumscribed around $\triangle ABC$.

Problem A.8. In a right triangle $\triangle ABC$ ($\angle ACB = 90^\circ$), the midcenter G lies on the inscribed circle. Find the ratio of the length of the circle inscribed in $\triangle ABC$ to its perimeter.

Problem A.9. In a right triangle $\triangle ABC$ ($\angle ACB = 90^\circ$), the midcenter G lies on the inscribed circle. Find the ratio of the area of the circle inscribed in $\triangle ABC$ and the area of $\triangle ABC$.

Problem A.10. In a right triangle $\triangle ABC$ ($\angle ACB = 90^\circ$), the midcenter G lies on the inscribed circle. Find the ratio of the perimeter of $\triangle ABC$ and the circumference of the circle inscribed in it.

Problem A.11. In a right triangle $\triangle ABC$ ($\angle ACB = 90^\circ$), the midcenter G lies on the inscribed circle. Find the ratio of area of the circle circumscribed around $\triangle ABC$ and the area of the circle inscribed in $\triangle ABC$.

Problem A.12. In a right triangle $\triangle ABC$ ($\angle ACB = 90^\circ$), the midcenter G lies on the inscribed circle. Find the tangents of the acute angles in $\triangle ABC$.

B. New problems can be created by *changing their structure* – the figures that are considered in them are defined to the congruency relation. For this purpose, one metric element must be added to what is given in their statements – whether it is primary or secondary for the triangle or for its constituent parts, into which it is divided by the median CM . At the same time, in this series of problems different elements can be wanted – both metric (lengths of segments, areas of figures), and non-metric (angles or relations of elements of the same dimension). An example of a problem from this series is the following.

Problem B1. In a right triangle $\triangle ABC$ ($\angle ACB = 90^\circ$), for which $AC < BC$, the median CM intersects the inscribed circle at point G . If the radius of this circle has length $2\sqrt{3} - 3$, find the length of the hypotenuse and the area of $\triangle ABC$.

Note. To find the area of $\triangle ABC$, it is not necessary to find the lengths of its legs or the height to the hypotenuse, it is enough to find only the product of the legs.

It is also worth to note that this problem (and also the mentioned problems in series B) can be generalized. For this purpose, the length of the radius of the inscribed circle can be set by a parameter instead of the specific value. Here is its formulation:

Problem B1. (generalized). In a right triangle $\triangle ABC$ ($\angle ACB = 90^\circ$), the median CM intersects the inscribed circle at point G . If the length of the radius of this circle is r , find the length of the hypotenuse and the area of $\triangle ABC$.

C. New problems can be formulated if the following idea is used. For a right triangle $\triangle ABC$ ($\angle ACB = 90^\circ$), in which the median CM intersects the circle inscribed inside it at point G (closer to point M), as a given, let's assume the results (answers) of the twelve above problems (A.1. - A.12.) from series A, and the conclusion (thesis) of the new problems should be: "Prove that this point G is the midcenter of the given $\triangle ABC$ ". For this purpose, of course, the specified twelve problems must be solved in advance, in order to use their results as given in the new problems to be created for the proof of the thesis indicated in them. Thus, if this idea is applied to the basic problem, the following new problem is reached.

Problem C1. In a nonisosceles right triangle $\triangle ABC$ ($\angle ACB = 90^\circ$), the median CM intersects the circle inscribed inside it at point G (Fig. 1). If the ratio of the radius of the circle inscribed in $\triangle ABC$ and the radius of the circle described around it is equal to $\frac{4\sqrt{3}-6}{3}$, prove that point G is the midcenter of $\triangle ABC$.

The rest of the problems from series **B** are formulated in a similar way.

Conclusions and prospects. The presented methodological development of the considered basic problem enables the current teacher, and even more so the beginner, as well as the students – future teachers of mathematics to master the subtleties of working with planimetric problems. Constructing problems is a creative process that develops various cognitive abilities. The implementation of the last stage of the updated methodological model of the activity of solving mathematical problems (ASMP) is particularly useful, since, on the one hand, it introduces the reader to various ideas for searching and finding a solution, and on the other hand, it presents a methodical technology for constructing new problems and reveals various possibilities for its application. This is extremely valuable for the teacher, because it gives him ideas on how to formulate different problems for individual students or groups of students for an upcoming test, to ensure complete autonomy in solving them by each student. Ensuring independence is important for activating and developing reflexive thinking in the learners, because it contributes to a more conscious mastering of the methods and heuristics used in the implementation of such a complex activity with the considered problems and to improve the methodology of working with them. And all this contributes to increasing the quality of students' mathematical training, helps their intellectual development, to successfully navigate in more complex situations in real reality and ensures a more complete achievement of the goals of mathematics education, which, from its side, leads to building in the modern young person personal qualities necessary for his development throughout his life.

REFERENCES

1. Cherkasov, R. S., Stolyar, A. A. (1985). Methodology of Teaching Mathematics in Secondary School. General Methodology. A Textbook for Students of Pedagogical Institutes. Moscow, Prosveshchenie.
2. Fridman, L. M., Turetskii, E. N. (1984). How to learn to solve problems. Second edition, Moscow, Prosveshchenie.
3. Ganchev, I., Kolyagin, Y., Kuchinov, Y., Portev, L., Sidirov, Y. (1996). Methodology of Teaching Mathematics VIII–XI grade. Part I. Sofia : Modul.
4. Dubrovskii, V., Senderov, V. (1999). Triangle Trap. In: Kvant, 3, 46–50.
5. Koleva, K. (2021). The Logical Problems. Monograph. Veliko Tarnovo : ITI.
6. Krasteva, A. (2009). The Intellectual Development and Critical Thinking of Students – Connections and Dependencies. Pedagogy, 9–10, 111–119.
7. Krupich, Y. (1995). Theoretical Foundations of Teaching How to Solve School Mathematical Problems. Moscow : Prometei.
8. Kuchinov, Y. (2002). Competition Problems in Mathematics for Admission in High Schools in 2001. Book 8. Sofia : Modul.
9. Miloushev, V., Boykina, D. (2013). On the methodology for solving problems in the school course of mathematics. In: Collection of Cherkasy University, Series “Pedagogical Sciences”, 8(261), 95–107.
10. Milousheva-Boykina, D. (2021). Read, Understand and Create an Idea : monograph. Plovdiv : University Press Paisii Hilendarski.
11. Olbinsky, I. B. (1998). Development of Problems. Mathematics in school, 2, 15–16.
12. Petrov, P. (1993). A heuristic Scheme for Finding Solutions to Planimetric Problems. A teacher's guide. Stara Zagora : IPKU.
13. Petrov, P. (2003). Formation of Problem-solving Skills from the School Course of Mathematics : theoretical-applied aspects. Stara Zagora : Kota.
14. Polya, D. (1972). How to Solve It. Sofia : Narodna Prosveta.

15. Polya, D. (1976). Mathematical discovery. Problem solving : basic concepts, study and teaching. Narodna Prosveta.
16. Portev, L. et al. (1996). Mathematics : A Textbook for the State Matriculation and University Student Exam in Four Parts. Part II "Geometry". Plovdiv, Lettera.
17. Senderov, V. (1990). Problem M1224. Kvant, 5, 26.
18. Skafa, E., Milloushev, V. (2009). Construction of learning-cognitive heuristic activity in solving mathematical problems. Plovdiv : University Press Paisii Hilendarski.
19. Slavov, K. (1978). Preparing Students for Independent Work in Mathematics. Sofia : Narodna Prosveta.
20. Tumanov, S. I. (1969). Finding solutions to problems. Moscow : Prosveshchenie.

Boykina D. Geometry problems with an implicitly defined structure – a means for developing intellectual skills in learners.

The article is devoted to planimetric problems related to the midcenter of a triangle and the circle inscribed in it. The significant issue in these problems is, that more specific, additional reasoning is needed to determine their structure, because it is not explicitly defined. On one problem, called „basic”, a detailed methodological development is made, having two goals. The first objective is to outline their „educational” solutions comprehensively, intended to the purposeful preparation of students who will take the matriculation exam in mathematics or candidate student exam, that is why this problem has a criterion character. The other goal is to demonstrate a methodical technology for creating a series of new problems that derive from this basic problem. Different ideas for creating systems of problems are considered, and the corresponding formulations are presented.

Key words: methodical development, structure of a problem, methods for solving, intellectual skills, creating of problems.

УДК 372.816.1:159.954

DOI 10.5281/zenodo.14567175

О. М. Бабенко

ORCID ID 0000-0002-1416-2700

А. С. Конвісар

Ю. В. Харченко

ORCID ID 0000-0002-8960-2440

Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка

**ВПЛИВ ІНТЕРАКТИВНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ НА РОЗВИТОК
КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ХІМІЇ**

У статті розглядається актуальна проблема розвитку критичного мислення учнів закладів загальної середньої освіти через впровадження інтерактивних методів навчання на уроках хімії. Метою дослідження є теоретичне обґрунтування та експериментальна перевірка системи інтерактивних методів навчання, спрямованих на формування та розвиток навичок критичного мислення здобувачів освіти. Методологія дослідження ґрунтується на комплексному підході, що включає теоретичний аналіз наукової літератури з проблем розвитку критичного мислення, педагогічного експерименту та діагностичних методик. Для оцінки рівня критичного мислення використано стандартизований тест Лорен Старкі, адаптований до українських освітніх реалій. Результати дослідження демонструють значний позитивний ефект від впровадження інтерактивних методів навчання. Зокрема, експериментально доведено підвищення рівня критичного мислення в учнів різних вікових груп, зафіксовано покращення сформованості ключових складові критичного мислення. Практичне значення дослідження полягає в розробці та апробації системи інтерактивних методів

навчання, які можуть бути ефективно впроваджені в освітній процес закладів загальної середньої освіти. Запропонована методика сприяє не лише розвитку критичного мислення, але й формуванню комунікативних навичок, здатності до аналізу та синтезу інформації, прийняття обґрунтованих рішень. Висновки дослідження підтверджують ефективність інтерактивних методів як інструменту розвитку критичного мислення учнів у процесі вивчення хімії. Доведено, що запропонована система методів навчання суттєво підвищує рівень критичного мислення, сприяє активізації пізнавальної діяльності та формуванню ключових компетентностей сучасного здобувача освіти. Перспективи подальших наукових розвідок вбачаються в проведенні порівняльних досліджень ефективності інтерактивних методів у різних предметних сферах, розробка комплексних методик діагностики рівня критичного мислення для різних вікових груп, вивчення впливу цифрових технологій на формування критичного мислення учнів.

Ключові слова: критичне мислення, інтерактивні методи навчання, хімія, освітній процес, методики навчання хімії, педагогічний експеримент, розвиток компетентностей, розвиток критичного мислення.

Постановка проблеми. Сучасна освіта надає здобувачам освіти не тільки теоретичні знання, а й адаптує їх до сучасних умов, зокрема вміння критично мислити, аналізувати інформацію, приймати обґрунтовані рішення та вирішувати проблеми. Сьогодні суспільство стикається з величезним потоком інформації, яка часто є суперечливою та невірною. У таких ситуаціях здатність до критичного аналізу стає важливою. Розвиток критичного мислення сприяє не лише покращенню академічної успішності, але й підготовці учнів до вирішення реальних проблем. Навички критичного мислення дозволяють людям аналізувати ситуації з різних точок зору, ставити правильні запитання, розрізняти факти та думки та приймати обґрунтовані рішення.

Розвиток критичного мислення є довготривалим процесом, тому важливо постійно досліджувати ефективні шляхи формування критичного мислення через навчальні предмети. Завдяки своїй універсальності та експериментальному потенціалу хімія має потенціал стати платформою для нових підходів до навчання, які ще ефективніше розвивають критичне мислення. Це включає удосконалення існуючих методів навчання, створення нових інтерактивних завдань та інтеграцію технологій для підвищення активності здобувачів освіти.

Хімія як природнича наука має великий потенціал для розвитку критичного мислення. Хімія поєднує абстрактні теоретичні поняття з практичними навичками, вимагаючи від учнів не лише запам'ятовування фактів, але й розуміння причинно-наслідкових зв'язків. Експериментальна природа хімії дає учням можливість навчатися через дослідження та аналізувати наслідки своїх дій. Це сприяє розвитку вміння обробляти інформацію, формулювати гіпотези, оцінювати їх достовірність і робити самостійні висновки.

Сучасні освітні стандарти, особливо компетентнісні підходи, вимагають від учнів не лише знань, а й умінь їх застосовувати на практиці. У контексті вивчення хімії це означає, що здобувачі освіти повинні вміти розв'язувати складні проблеми, пов'язані з навколишнім середовищем, здоров'ям, технологіями тощо. Це вимагає навичок критичного мислення, особливо здатності аналізувати дані, розуміти причини та наслідки хімічних явищ, передбачати можливі ризики та знаходити способи їх мінімізації.

Критичне мислення є однією з ключових компетентностей XXI століття, тому розвиток критичного мислення в шкільному віці готує учнів до майбутньої професійної діяльності. Навчальна дисципліна хімія готує учнів до кар'єри в науці, техніці, екології, медицині, фармації та інших галузях. У кожній із цих сфер критичне мислення необхідне для вирішення складних проблем, прийняття обґрунтованих рішень і керування складними процесами.

Тому актуальність досліджень щодо розвитку критичного мислення через вивчення хімії відображає потреби сучасного суспільства, зростаючі вимоги до освіти та важливість підготовки молоді до вирішення складних завдань реального життя. Хімія як предмет пропонує чудову можливість розвинути ці навички шляхом поєднання теоретичного й

експериментального навчання, що робить хімію важливою сферою для подальших досліджень і вдосконалення методів навчання.

Аналіз актуальних досліджень. У наукових публікаціях за авторством Надурака В.В. [7], Тараненко Г. [11], Хейбера Д. [13], Цветкової Г. Г. [14] та інших досить детально проаналізовано сутність, структуру та зміст поняття критичне мислення. Аналізом питань викликів та можливостей для освіти присвятили свої дослідження Кроуфорд А., Саул В., Метьюз С. [6], Папіжук В. [8], Твердохліб О. В., Чернікова Н. В., Молчанюк О. В. [12] й інші.

Є ряд наукових досліджень, присвячених питанням розвитку критичного мислення здобувачів освіти засобами навчального предмета хімія, серед яких роботи Бабенко О. М. [1-3], Зайцевої А. В. [4], Косара К., Зеленко Т., Сороки М. [5] та інших.

У своїх роботах дослідники приділяють значну увагу впровадженню різних методів навчання, спрямованих на розвиток критичного мислення. Серед них особлива увага належить інтерактивним методам навчання, розвиток яких є пріоритетним напрямом у сучасних закладах загальної середньої освіти. Так, Подольська Є. А. розкриває сутність і переваги інтерактивних методів навчання, зазначаючи їхню роль у підвищенні ефективності навчання та розвитку учнів [9]. Посторонко А. І. аналізує використання інтерактивних методів у підготовці фахівців для хімічної промисловості, акцентуючи на їхній практичній цінності [10].

У роботах Jamil M. висвітлено практики викладання природничих наук у закладах загальної середньої освіти, спрямовані на розвиток критичного мислення, відзначаючи ключову роль спостереження і аналізу у процесі навчання [15]. Ngozi O. та Hyacinth N. досліджують ефективність різних методів навчання у розвитку критичного мислення учнів під час вивчення хімії, наголошуючи на інтерактивності та послідовності навчального процесу [16]. Zhou Q., Huang Q. і Tian H. акцентують увагу на завданнєвому підході у викладанні хімічних експериментів, який сприяє розвитку навичок критичного мислення шляхом активного залучення учнів до вирішення проблем та аналізу отриманих результатів [17].

Водночас, необхідно зазначити, що дослідження, які охоплюють подібний досвід, залишаються фрагментарними й потребують систематизації, більш глибокого осмислення та подальшої перевірки, зокрема у зв'язку з важливістю впровадження інтерактивних і критично-орієнтованих методів навчання в сучасних умовах освіти.

Мета статті полягає в теоретичному обґрунтуванні системи інтерактивних методів навчання, які розвивають навички критичного мислення учнів у процесі навчання хімії.

Виклад основного матеріалу. У сучасному суспільстві критичне мислення визнається однією з ключових компетентностей, необхідних для успішної самореалізації особистості та ефективного функціонування в суспільстві. Критичне мислення – це здатність аналізувати інформацію, оцінювати її актуальність і важливість і приймати обґрунтовані рішення на основі фактів, логіки та аргументів. Це особлива форма мислення, спрямована на глибоке розуміння, перевірку припущень, розгляд альтернатив і виявлення можливих помилок у судженні.

У освітній сфері розвиток критичного мислення сприяє формуванню в учнів самостійності, відповідальності та навичок прийняття логічних рішень, що особливо важливо в умовах інформаційного середовища, яке швидко змінюється.

Критичне мислення – це багатогранний процес, який поєднує декілька взаємопов'язаних елементів. Щоб ефективно використовувати цей тип мислення, потрібно розвинути ключові елементи, які сприяють аналітичному та логічному підходу до вирішення проблем. Існує п'ять складових критичного мислення: 1) інформація як відправна точка для критичного мислення; 2) постановка запитань і формулювання проблем; 3) переконливі аргументи, твердження, докази; 4) самостійне навчання та рефлексія; 5) соціальне мислення та командна робота.

Розвиток навичок критичного мислення є важливим аспектом сучасної освіти, оскільки сприяє формуванню в учнів здатності самостійно аналізувати інформацію, приймати зважені рішення та ефективно взаємодіяти з іншими. Інтеграція навичок критичного мислення в навчальні предмети, використання активних методів навчання та розвиток соціальних і рефлексивних навичок є важливими елементами розвитку всебічно розвиненої особистості.

Дослідники наголошують, що розвиток критичного мислення можливий лише за умови зміни традиційних методів навчання. Ефективним буде перехід від пасивного отримання знань учнями до інтерактивних, проблемно-орієнтованих форматів навчання, які заохочують аналіз, синтез та обґрунтування. У цьому контексті особливо ефективними вважаються такі методи, як дискусії, групова робота, кейс-метод, проєктна діяльність, які залучають учнів до активної пізнавальної діяльності та можуть формувати навички логічного мислення.

Інтерактивне навчання – це метод навчання, за якого учні беруть активну участь у освітньому процесі через взаємодію з учителями, однокласниками та навчальними матеріалами. В інтерактивному навчанні учні беруть активну участь у вирішенні проблем і пошуку відповідей на запитання, а не є пасивними споживачами інформації.

На уроках хімії інтерактивні методи допомагають учням краще розуміти складні поняття, розвивати вміння аналізувати інформацію, відстоювати власну точку зору та приймати самостійні рішення.

У своєму дослідженні ми використовували систему інтерактивних методів навчання, спрямованих на розвиток критичного мислення. Приклади декількох з них наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

**Приклади впровадження інтерактивних методів навчання
для розвитку критичного мислення учнів**

№	Інтерактивний метод	Приклад завдання	Як метод розвиває критичне мислення
1.	Мозковий штурм	Учням доручено з'ясувати, як очистити забруднену воду, коли доступні лише певні хімікати. Кожен учень пропонує рішення на вибір, а потім усі ідеї обговорюються та оцінюються на предмет ефективності.	Сприяє розвитку творчого мислення та здатності генерувати різні ідеї для вирішення проблем. Учні вчаться критично оцінювати власні та чужі пропозиції та обирати найбільш ефективний варіант.
2.	Навчаючись-навчаю	Учні працюють у малих групах, і кожен учасник відповідає за пояснення певної частини теми, наприклад, різних типів хімічних реакцій. Кожен учень готує пояснення для своїх однокласників, а потім викладає його іншим, обговорюючи та роз'яснюючи матеріал.	Розвиває здатність передавати знання іншим, формулювати та пояснювати складні поняття. Під час обговорення виникатимуть додаткові запитання, які спонукатимуть до глибшого аналізу матеріалу. Учні вчаться критично оцінювати інформацію та пояснювати її легко зрозумілими способами.
3.	Дебати	Здобувачі освіти діляться на дві групи: одна підтримує використання пластику у виробництві, а інша виступає проти. Обидві групи підготують дискусії на основі своїх знань з хімії та дослідження впливу пластику на навколишнє середовище. Після дебатів учні спільно обговорюють компромісні варіанти.	Розвиває вміння будувати аргументи та контраргументи, оцінювати протилежні точки зору, знаходити компроміси.
4.	Метод ПРЕС	Учні висловлюють свою думку щодо конкретних питань чи явищ (наприклад, «Чи слід заборонити одноразовий пластик?»). Усі учні обґрунтовують свої позиції, використовуючи логічну схему: «Я так вважаю, тому що, наприклад...».	Допомагає структурувати мислення, вчить порядку аргументації та обґрунтування суджень. Розвиває вміння чітко та логічно висловлювати думки.

№	Інтерактивний метод	Приклад завдання	Як метод розвиває критичне мислення
5.	Робота в парах	Пара учнів обговорюють конкретну хімічну проблему (наприклад, прогнозування продуктів реакції) і працюють разом, щоб знайти рішення, використовуючи наявні знання.	Сприяє взаємному навчанню та розвиває здатність разом аналізувати проблеми, погоджувати рішення та обґрунтовувати вибір.
6.	Акваріум	Одна група учнів обговорює питання (наприклад, як зменшити вплив кислотних дощів на навколишнє середовище), а інші спостерігають і аналізують дискусію. Після завершення всі діляться своїми думками та роблять висновки.	Розвиває вміння уважно слухати, аналізувати аргументи з різних боків, робити висновки на основі почутого, критично оцінювати позиції інших.
7.	Метод кейсів	Учні отримують кейс про витік хімічних речовин під час виробничих процесів і вплив, який вони можуть мати на навколишнє середовище. Вони повинні проаналізувати властивості хімічних речовин, запропонувати методи нейтралізації та визначити заходи щодо мінімізації шкоди навколишньому середовищу.	Стимулює здатність практично застосовувати знання, аналізувати реальні ситуації, оцінювати можливі ризики та пропонувати ефективні рішення. Розвиває навички прийняття рішень на основі аналізу даних.

Інтерактивні методи навчання є потужним інструментом для розвитку навичок критичного мислення в учнів. За допомогою таких методів учні не лише отримують теоретичні знання, але й аналізують інформацію, генерують нові ідеї, аргументують висновки та вчаться приймати обґрунтовані рішення.

Ці методи стимулюють активну взаємодію між учнями, сприяють розвитку комунікативних навичок та вміння працювати в команді. Це важливі аспекти успішної сучасної освіти. Крім того, критичне мислення, яке розвивається через інтерактивне навчання, є одним з наскрізних умінь, необхідних для успішної професійної діяльності та життя в контексті суспільства, що швидко змінюється.

Аналіз впливу запропонованої нами системи інтерактивних методів навчання на розвиток критичного мислення учнів проводився нами в ліцеї № 3 Охтирської міської ради Сумської області з вересня 2023 року по листопад 2024 року. У дослідженні взяли участь учні 7-11 класів.

На одному з перших етапів дослідження нами було проведено початкову діагностику рівня розвитку критичного мислення учнів за допомогою стандартизованого тесту Лорен Старки, адаптованого до українських реалій Луценко О.Л. Цей інструмент було обрано з урахуванням його комплексного характеру та можливості оцінки різних аспектів критичного мислення: здатності до аналізу інформації, формулювання логічних висновків, виявлення протиріч та оцінки обґрунтованості аргументів. На основі отриманих результатів та теоретичного аналізу була розроблена система інтерактивних методів навчання, спрямована на розвиток критичного мислення учнів, що враховує специфіку навчального предмета хімії та особливості когнітивного розвитку здобувачів освіти закладів загальної середньої освіти.

Для оцінки ефективності запропонованої методики було проведено повторне тестування учнів експериментальних класів за методикою Лорен Старкі. Цей тест складається з різних типів запитань, які охоплюють повсякденні життєві ситуації та загальні знання, що дозволяє учасникам продемонструвати навички критичного мислення в різноманітних ситуаціях.

Після проведення експерименту, що охоплював учнів 8-11 класів, відбулося суттєве підвищення рівня їх критичного мислення. Результати свідчать про позитивний вплив методик, що були впроваджені в процес навчання хімії (рис. 1).

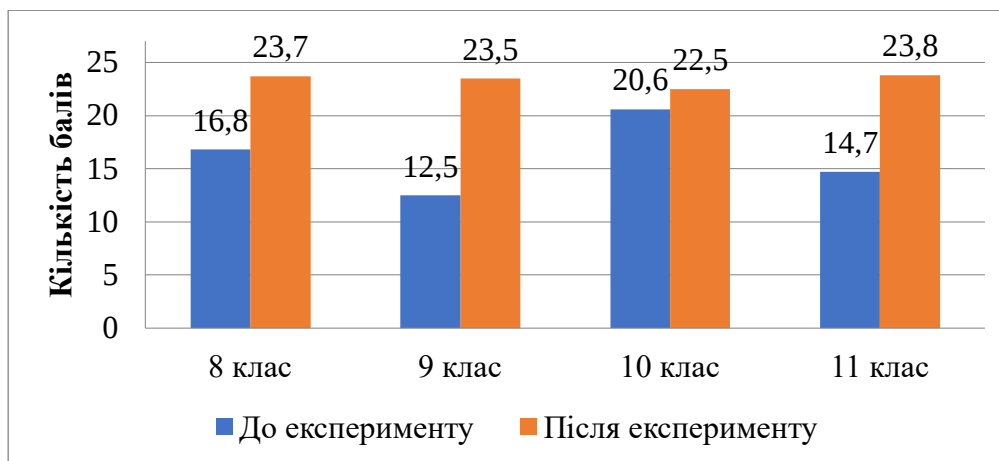


Рис. 1. Розподіл відповідей учнів 8-11 класів на питання тесту «Критичне мислення», проведеного до початку педагогічного експерименту та після

У здобувачів освіти 8 класів до експерименту середній рівень критичного мислення становив 16,8 бала, що відповідає середньому рівню. Після проведення експерименту середній результат підвищився до 23,7 бала, що відповідає високому рівню. Приріст становив 41,1%, що свідчить про значне покращення навичок критичного мислення. У здобувачів освіти 9 класів до проведення експерименту середній рівень критичного мислення становив 12,5 бала, що відповідає нижній межі середнього рівня. Після експерименту середній рівень критичного мислення зріс до 23,5 бала, що свідчить про високий рівень розвитку критичного мислення. Приріст середнього рівня становив 88,0%, що є найвищим серед усіх класів. У здобувачів освіти 10 класів до експерименту середній рівень критичного мислення становив 20,6 бала, що відповідає верхній межі середнього рівня. Після експерименту середній результат зріс до 22,5 бала, що відповідає високому рівню критичного мислення. Приріст рівня критичного мислення становив лише 9,2%, що є найнижчим серед усіх класів. Зазначимо, що це пояснюється високими показниками ще до початку експерименту. У здобувачів освіти 11 класів до експерименту середній рівень критичного мислення становив 14,7 бала, що відповідає середньому рівню. Після експерименту середній результат підвищився до 23,8 бала, що відповідає високому рівню критичного мислення. Приріст становив 61,9%, демонструючи суттєву позитивну динаміку.

Таким чином, одержані результати дослідження свідчать про значний прогрес у рівні розвитку критичного мислення здобувачів освіти після впровадження запропонованої нами системи методів, прийомів і засобів навчання на уроках хімії.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Проведене дослідження дозволило сформулювати наступні висновки. Інтерактивні методи навчання є ефективним інструментом розвитку критичного мислення, що підтверджується суттєвим зростанням рівня критичного мислення учнів експериментальних класів: у 8 класі приріст склав 41,1%, у 9 класі – 88,0%, у 10 класі – 9,2%, в 11 класі – 61,9%.

Подальші наукові дослідження вважаємо перспективними у напрямках розширення та поглиблення методологічного інструментарію розвитку критичного мислення учнів. Зокрема, доцільним є проведення порівняльних досліджень ефективності інтерактивних методів у різних предметних сферах, розробка комплексних методик діагностики рівня критичного мислення для різних вікових груп, вивчення впливу цифрових технологій на формування критичного мислення учнів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Бабенко, О. М., Вольченко, Я. О. (2023). Методична система формування критичного мислення майбутніх учителів хімії. Педагогічні науки: збірник наукових праць. Івано-Франківськ : ХДУ, 104, 50–54 (Babenko, O. M., Volchenko, Ya. O. (2023). Methodological system for the formation of critical thinking of future chemistry teachers. Pedagogical sciences: collection of scientific works. Ivano-Frankivsk: KhDU, 104, 50–54).

2. Бабенко, О. М. (2020). Завдання на розвиток критичного мислення на заняттях з методики навчання хімії. Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс – 2020»: Матеріали III Міжнародної дистанційної науково-методичної конференції. О. С. Чашечникова (упор.), сс. 60–61. Суми: ФОП Цьома С.П. (Babenko, O. M. (2020). Tasks for the development of critical thinking in classes on chemistry teaching methods. Development of intellectual skills and creative abilities of pupils and students in the process of teaching disciplines of the natural and mathematical cycle "ITM*plus – 2020": Materials of the III International Distance Scientific and Methodological Conference. O. S. Chashechnikova (Ed.), pp. 60–61. Sumy: FOP Tsoma S.P.).
3. Бабенко, О. М., Харченко, Ю. В., Вакал, Ю. С. (2021). Розвиток критичного мислення учнів засобами навчального предмета хімія. Актуальні питання природничо-математичної освіти, 2(18), 84–90 (Babenko, O. M., Kharchenko, Yu. V., Vakal, Yu. S. (2021). Development of critical thinking of students through the means of the subject of chemistry. Topical issues of natural science and mathematics education, 2(18), 84–90).
4. Зайцева, А. В. (2023). Розвиток критичного мислення при вивченні хімії: практичні рекомендації та приклади. Хмельницький: ВЛ ДПСУ (Zaitseva, A. V. (2023). Development of critical thinking in the study of chemistry: practical recommendations and examples. Khmelnytskyi: VL SBSU).
5. Косар, К., Зеленко, Т., Сорока, М. (2019). Розвиток критичного мислення на уроках хімії. Режим доступу: <https://sno.udpu.edu.ua/index.php/naukovo-metodychna-robota/104-neperervna-pedahohichna-osvita-v-ukrayini-stan-problemy-perspektyvy/709-rozvitok-kritichnogo-mislennya-na-urokakh-khimiji> (Kosar, K., Zelenko, T., Soroka, M. (2019). Development of critical thinking in chemistry lessons. Retrived from: <https://sno.udpu.edu.ua/index.php/naukovo-metodychna-robota/104-neperervna-pedahohichna-osvita-v-ukrayini-stan-problemy-perspektyvy/709-rozvitok-kritichnogo-mislennya-na-urokakh-khimiji>).
6. Кроуфорд, А., Саул, В., Метьюз, С., Макінстер, Д. (2006). Технології розвитку критичного мислення учнів. О. І. Пометун (ред.). Київ: Видавництво «Плеяди» (Crawford, A., Saul, V., Matthews, S., McInster, D. (2006). Technologies for the development of students' critical thinking. O. I. Pometun (Ed.). Kyiv: Pleiady Publishing House).
7. Надурак, В. В. (2022). Критичне мислення: поняття та практика. Філософія освіти, 28(2), 129–147 (Nadurak, V. V. (2022). Critical thinking: concepts and practice. Philosophy of education, 28(2), 129–147).
8. Папіжук, В. (2021). Критичне мислення як освітня інновація в Україні: здобутки та перспективи. Актуальні питання гуманітарних наук, 43(3), 180–185 (Papizhuk, V. (2021). Critical thinking as an educational innovation in Ukraine: achievements and prospects. Current issues in the humanities, 43(3), 180–185).
9. Подольська, Є. А. (2018). Інтерактивні методи навчання: сутність і переваги. Вчені записки Харківського гуманітарного університету «Народна українська академія», 24, 78–83 (Podolska, E. A. (2018). Interactive teaching methods: essence and advantages. Scientific notes of the Kharkiv University of the Humanities "People's Ukrainian Academy", 24, 78–83).
10. Посторонко, А. І. (2013). Інтерактивні методи навчання при підготовці фахівців для хімічної промисловості. Педагогічні науки, 10(4), 125–130 (Postoronko, A. I. (2013). Interactive teaching methods in the training of specialists for the chemical industry. Pedagogical Sciences, 10(4), 125–130).
11. Тараненко, Г. (2020). Критичне мислення як умова набуття логічної компетентності та формування логічної культури особистості в сучасному культурно-освітньому просторі. Актуальні питання гуманітарних наук, 28(4), 128–133 (Taranenko, G. (2020). Critical thinking as a condition for acquiring logical competence and forming a logical culture of the individual in the modern cultural and educational space. Current Issues in the Humanities, 28(4), 128–133).
12. Твердохліб, О. В., Чернікова, Н. В., Молчанюк, О. В. (2017). Критичне мислення як ефективний інструмент конструктивного освітнього середовища. Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах, 55, 333–340

- (Tverdokhlib, O. V., Chernikova, N. V., Molchanyuk, O. V. (2017). Critical thinking as an effective tool of a constructive educational environment. Pedagogy of the formation of a creative personality in higher and general education schools, 55, 333–340).
13. Хейбер, Д. (2023). Критичне мислення. Київ: ArtHuss (Kheyber, D. (2023). Critical thinking. Kyiv: ArtHuss).
 14. Цветкова, Г. Г. (2021). Критичне мислення: сутність, структура та зміст поняття. Освітньо-науковий простір, 1(1), 99–110 (Tsvetkova, G. G. (2021). Critical thinking: essence, structure and meaning of the concept. Educational and scientific space, 1(1), 99–110).
 15. Jamil, M. (2021). Secondary School Science Teachers' Practices for the Development of Critical Thinking Skills: An Observational Study. Journal of Development and Social Sciences, 2(IV), 259–265.
 16. Ngozi, O., Hyacinth, N. (2021). Promoting critical thinking skills of secondary school chemistry students' through 7e-learning cycle model. Tropical Journal of Education, 3(1/2), 16–27.
 17. Zhou, Q., Huang, Q., Tian, H. (2013). Developing Students' Critical Thinking Skills by Task-Based Learning in Chemistry Experiment Teaching. Creative Education, 4(12), 40–45.

Babenko O. M., Konvisar A. S., Kharchenko Yu. V. The impact of interactive teaching methods on the development of students' critical thinking when learning chemistry.

The article considers the current problem of developing critical thinking among students of secondary education institutions through the introduction of interactive teaching methods in chemistry lessons. The purpose of the study is to theoretically substantiate and experimentally verify the system of interactive teaching methods aimed at the formation and development of critical thinking skills of students. The research methodology is based on a comprehensive approach, which includes a theoretical analysis of scientific literature on the problems of developing critical thinking, pedagogical experiments and diagnostic methods. To assess the level of critical thinking, a standardized Lauren Starkey test was used, adapted to Ukrainian educational realities. The results of the study demonstrate a significant positive effect of the implementation of interactive teaching methods. In particular, an increase in the level of critical thinking in students of different age groups was experimentally proven, and an improvement in the formation of key components of critical thinking was recorded. The practical significance of the study lies in the development and testing of a system of interactive teaching methods that can be effectively implemented in the educational process of secondary education institutions. The proposed methodology contributes not only to the development of critical thinking, but also to the formation of communication skills, the ability to analyze and synthesize information, and make informed decisions. The conclusions of the study confirm the effectiveness of interactive methods as a tool for developing students' critical thinking in the process of studying chemistry. It is proven that the proposed system of teaching methods significantly increases the level of critical thinking, contributes to the activation of cognitive activity and the formation of key competencies of a modern student. Prospects for further scientific exploration are seen in conducting comparative studies of the effectiveness of interactive methods in different subject areas, developing comprehensive methods for diagnosing the level of critical thinking for different age groups, studying the impact of digital technologies on the formation of students' critical thinking.

Key words: critical thinking, interactive teaching methods, chemistry, educational process, chemistry teaching methods, pedagogical experiment, development of competencies, development of critical thinking.

УДК [378.016:517]:581
DOI 10.5281/zenodo.14566875

А. І. Римар

ORCID ID 0000-0001-9077-236X

Криворізький державний педагогічний університет

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЧИСЛОВИХ РЯДІВ КІЛ НА ПРИКЛАДІ КАЛИНИ ЯК СИМВОЛУ УКРАЇНСЬКОЇ КУЛЬТУРИ

У статті досліджено процес генерування числових рядів, пов'язаних із рослинами-символами України, зокрема калиною, на основі їхнього розташування всередині кола. Проаналізовано геометричні інтерпретації цих рядів.

Визначено ряди, що базуються не тільки на площах криволінійних трапецій та кругів, а й на довжинах кіл, усередині яких розміщено рослини. Знайдено ряди радіусів, діаметрів, довжин кіл, ряд довжин кривих, що утворюють контури калинових гілок, ряди площ кругів та площ грон калини. Обчислено їх загальні й частинні суми, вказано сигма-моделі, а також рівень складності запропонованих задач. З'ясовано збіжність/розбіжність кожного з рядів за ознакою Д'Аламбера, а також побудовано графіки залежності частинних сум того чи того ряду від кількості доданків. Отримані результати представлені у вигляді таблиці, яка систематизує основні характеристики кожного з досліджених числових рядів, що дозволяє легко порівнювати їхні властивості та параметри. Такі таблиці не лише забезпечують зручність у сприйнятті інформації, а сприяють глибшому розумінню досліджуваних категорій, актуалізуючи їх значення в контексті математичного аналізу. Умотивовано доцільність застосування компетентнісного та різнорівневого підходів у викладанні числових рядів, підкреслюючи важливість міжпредметних зв'язків, зокрема між математикою та природознавством. Практичну значущість отриманих результатів підкреслено в контексті їх використання у навчальному процесі. Результати дослідження позитивно впливають не тільки на краще сприйняття навчального матеріалу та поглиблення знань студентів, а й мають виховне значення, оскільки дозволяють усвідомити глибокі зв'язки між математикою та культурними символами України.

Таким чином, стаття демонструє новий підхід до вивчення числових рядів шляхом осмислення їх через призму рослинних символів, що робить процес навчання більш інтерактивним і привабливим для студентів, стимулює розвиток мислення та формування ключових компетентностей.

Ключові слова: *числовий ряд, геометрична інтерпретація, рослини-символи України, калина, ключові компетентності, освітній процес з геометрії, геометричне моделювання, математичне мислення.*

Постановка проблеми. Числові ряди є важливим розділом математичного аналізу, однак часто навчальні завдання не пов'язують їх із реальними об'єктами або явищами навколишнього світу. Особливо бракує таких задач, що інтегрують міждисциплінарний підхід та сприяють вихованню патріотизму, любові до природи й екологічній свідомості. Проблема полягає у відсутності завдань, що ілюструють числові ряди за допомогою геометричних моделей, зокрема, на основі рослин-символів України, розміщених у різних геометричних фігурах, таких як коло. Тому дослідження числових рядів, що ґрунтуються на площах та довжинах кривих, мають важливе практичне й освітнє значення.

Аналіз актуальних досліджень. Теорія числових рядів завжди привертала увагу відомих математиків, серед яких можна виділити Л. Ейлера, Ж. Л. Д'Аламбера, О. Л. Коші, Е. Е. Кумера, Г. Раабе, П. Менгорі та Я. Бернуллі. Їхній внесок у розвиток методів дослідження збіжності та розбіжності рядів був дуже значним, що дало поштовх до подальшого розвитку цієї галузі.

Сучасні дослідження починають фокусуватися на практичному застосуванні числових рядів у різних галузях науки та освіти. Зокрема, В. В. Корольський у своїх роботах [1, 3, 4, 5, 6,

7] досліджував геометричні підходи до вивчення рядів, таких як гармонічні та геометричні ряди, а також ряди, побудовані на основі нескінченних дробів і відношень.

Використання геометричних моделей для вивчення числових рядів, заснованих на символах української флори, є новим підходом, що поєднує математичну теорію та культурні аспекти. Особливо це стосується символів, таких як калина, що має значне місце в українській культурі та народній традиції. У попередніх дослідженнях [2, 8, 9, 10] уже розглядалися числові ряди, побудовані на геометричній інтерпретації різних рослин. Це дозволяє не лише покращити розуміння математичних концепцій, а й формувати екологічну свідомість і патріотизм.

Мета статті – представити результати дослідження числових рядів, геометричні інтерпретації яких пов'язані з рослинами-символами України у контексті калини, підкреслюючи їх значення в освітньому процесі через міждисциплінарний підхід.

Виклад основного матеріалу. Вивчення числових рядів з використанням геометричної інтерпретації дозволяє зробити складні математичні поняття більш наочними та зрозумілими, що особливо важливо в освітньому процесі, оскільки візуалізація числових рядів через геометричні моделі сприяє кращому засвоєнню складних математичних понять, допомагає розвивати абстрактне мислення та розуміння принципів збіжності рядів. Крім того, геометричне моделювання надає можливість застосувати математику в реальних ситуаціях і пов'язати її з культурними та екологічними аспектами, що сприяє поглибленню міжпредметних зв'язків та формуванню ширших компетентностей у студентів. Ми вважаємо, що ефективним підходом до опрацювання числових рядів є початок з побудови геометричних образів для їхніх елементів. У цьому контексті розгляд рослин-символів України як об'єктів для генерування числових рядів на основі їхніх геометричних характеристик є перспективним напрямом. У роботі подано аналіз побудови числових рядів із геометричною інтерпретацією, а також досліджено їхні властивості, зокрема збіжність і розбіжність.

Одним із центральних аспектів дослідження є математичні задачі, де розглянуто числові ряди довжин кривих та площ криволінійних трапецій, що мають форму калини. Геометричну модель кожної рослини розміщено всередині кіл. Це дозволяє створити числовий ряд, елементи якого обчислюються через площі цих криволінійних трапецій та довжини кривих. Основне завдання полягає у вивченні цього ряду на предмет його збіжності та обчислення частинних сум.

Задача. Геометрична інтерпретація ряду задана на малюнку 1. Гілочка калини розміщена всередині кола радіуса 0,5 одиниці довжини. Кожна гілочка розміщена всередині кола радіуса $r_{n+1} = \frac{r_n}{2}$, r_n – радіус n-го кола. Деякі елементи на малюнку мають однакову площу. Вихідні дані подано в таблиці 1. Складіть числові ряди, обчисліть їх суму та дослідіть на збіжність за різними ознаками:

1. Ряд радіусів кіл.
2. Ряд діаметрів кіл.
3. Ряд довжин кіл.
4. Ряд довжин кривих, що утворюють контури калинових гілок.
5. Ряд площ кругів.
6. Ряд площ калинових гілок.

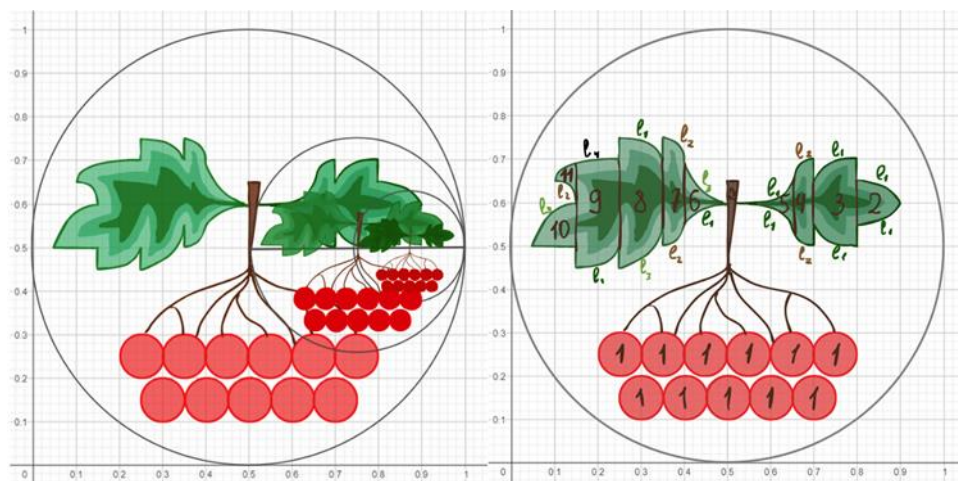


Рис. 1. Геометрична інтерпретація ряду «гілок калини» з розбиттям криволінійної трапеції на фрагменти

Таблиця 1

Вихідні дані

№	Функція	Похідна першого порядку	Проміжок
1	$(x - 0,25)^2 + (y - 0,25)^2 = 0,05^2$	-	$x \in [0,2; 0,3]$
2	$y = -10x^2 + 3x + 0,375$	$y'(x) = -20x + 3$	$x \in [0,05; 0,15]$
3	$y = 0,5$	$y'(x) = 0$	$x \in [0,05; 0,15]$
4	$y = -20x^2 + 4x + 0,45$	$y'(x) = -40x + 4$	$x \in [0,1; 0,15]$
5	$y = \sqrt{\frac{1}{60}(x - 0,1) + 0,65}$	$y'(x) = \frac{1}{120\sqrt{\frac{1}{60}(x - 0,1)}}$	$x \in [0,1; 0,25]$
6	$y = \sqrt{-\frac{1}{40}(x - 0,35) + 0,7}$	$y'(x) = -\frac{1}{80\sqrt{-\frac{1}{40}(x - 0,35)}}$	$x \in [0,25; 0,35]$
7	$y = -20x^2 + 14x - 1,7$	$y'(x) = -40x + 14$	$x \in [0,35; 0,4]$
8	$y = 10x^2 - 10x + 3,1$	$y'(x) = 20x - 10$	$x \in [0,4; 0,5]$
9	$y = -5x^2 + 5x - 0,65$	$y'(x) = -10x + 5$	$x \in [0,4; 0,5]$
10	$y = 20x^2 - 14x + 2,95$	$y'(x) = 40x - 14$	$x \in [0,35; 0,4]$
11	$y = 10x^2 - 5x + 1,075$	$y'(x) = 20x - 5$	$x \in [0,25; 0,35]$
12	$y = 5x^2 - 1,5x + 0,5625$	$y'(x) = 10x - 1,5$	$x \in [0,15; 0,25]$
13	$y = 6x - 3,5$	$y'(x) = 6$	$x \in [0,5; 0,525]$
14	$y = 0,65$	$y'(x) = 0$	$x \in [0,5; 0,525]$
15	$y = 5x^2 - 5,5x + 2,1125$	$y'(x) = 10x - 5,5$	$x \in [0,55; 0,65]$
16	$y = -5x^2 + 5,5x - 0,9125$	$y'(x) = -10x + 5,5$	$x \in [0,55; 0,65]$
17	$y = -5x^2 + 8x - 2,55$	$y'(x) = -10x + 8$	$x \in [0,7; 0,8]$
18	$y = 5x^2 - 8x + 3,7$	$y'(x) = 10x - 8$	$x \in [0,7; 0,8]$
19	$y = 5x^2 - 8x + 3,75$	$y'(x) = 10x - 8$	$x \in [0,8; 0,9]$
20	$y = -5x^2 + 8x - 2,55$	$y'(x) = -10x + 8$	$x \in [0,8; 0,9]$
21	$y = -20x^2 + 28x - 9,1$	$y'(x) = -40x + 28$	$x \in [0,65; 0,7]$
22	$y = 20x^2 - 28x + 10,3$	$y'(x) = 40x - 28$	$x \in [0,65; 0,7]$

Ряд радіусів кіл

Розглянемо коло радіуса 0,5 одиниці довжини. Кожна гілочка розміщена всередині кола радіуса $r_{n+1} = \frac{r_n}{2}$, r_n – радіус n-го кола.

Нехай перше коло має радіус $r_1 = \frac{1}{2}$. Тоді друге коло має такий радіус: $r_2 = r_1 \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$, а третє коло матиме радіус $r_3 = r_2 \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$ і так далі.

Запишемо послідовність довжин радіусів r_n : $r_1 = \frac{1}{2}, r_2 = \frac{1}{4}, r_3 = \frac{1}{8}, \dots, r_n = \frac{1}{2^n}$

Маємо ряд такого виду: $\sum_{n=1}^{\infty} r_n = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n}$

Дослідимо одержаний ряд на збіжність.

Спочатку перевіримо виконання необхідної умови: $\lim_{n \rightarrow \infty} r_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{2^n} = 0$

Необхідна умова виконується, а тому ряд довжин радіусів кіл може бути збіжним.

Ряд, отриманий нами – ряд геометричної прогресії, $r_1 = \frac{1}{2}, q = \frac{1}{2}$. Обчислимо суму членів ряду: $S_n = \pi$.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} S_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \pi = \pi \neq \infty$$

Сума є скінченною величиною, а тому ряд довжин радіусів кіл збіжний.

Ряд діаметрів кіл

Діаметр кожного кола рівний двом радіусам цього кола, тому ряд діаметрів має вид:

$$\sum_{n=1}^{\infty} d_n = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^{n+1}}$$

Дослідимо цей ряд на збіжність. Перевіримо виконання необхідної умови: $\lim_{n \rightarrow \infty} d_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{2^{n+1}} = 0$ Необхідна умова виконується, а тому ряд довжин діаметрів кіл може бути збіжним.

Ряд, отриманий нами – ряд геометричної прогресії, $d_1 = 1, q = \frac{1}{2}$. Обчислимо суму членів ряду: $S_n = 0,5$.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} S_n = \lim_{n \rightarrow \infty} 0,5 = 0,5 \neq \infty$$

Сума є скінченною величиною, а тому ряд довжин діаметрів кіл збіжний.

Ряд довжин кіл

Використаємо формулу для знаходження довжини кола: $C_n = 2\pi r_n$

Послідовність радіусів кіл була знайдена у попередньому пункті задачі.

Запишемо послідовність довжин кіл C_n :

$$C_1 = 2\pi r_1 = 2\pi \cdot \frac{1}{2} = \pi$$

$$C_2 = 2\pi r_2 = 2\pi \cdot \frac{1}{4} = \frac{\pi}{2}$$

$$C_3 = 2\pi r_3 = 2\pi \cdot \frac{1}{8} = \frac{\pi}{4}$$

.....

$$C_n = 2\pi r_n = 2\pi \cdot \frac{1}{2^n} = \frac{\pi}{2^{n-1}}$$

Маємо ряд такого виду: $\sum_{n=1}^{\infty} C_n = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\pi}{2^{n-1}}$

Дослідимо одержаний ряд на збіжність.

Спочатку перевіримо виконання необхідної умови:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} C_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\pi}{2^{n-1}} = [\text{властивість границі}] = \pi \cdot \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{2^{n-1}} = 0$$

Необхідна умова виконується, а тому ряд довжин кіл може бути збіжним.

Ряд, отриманий нами – ряд геометричної прогресії, $C_1 = \pi, q = \frac{1}{2}$. Обчислимо суму членів ряду: $S_n = 2$.

$$\lim_{n \rightarrow \infty} S_n = \lim_{n \rightarrow \infty} 2 = 2 \neq \infty$$

Сума є скінченною величиною, а тому ряд довжин кіл збіжний.

Ряд довжин кривих, що утворюють контури калинових гілок

Коло, що утворює кожну ягоду має однакову довжину. Обчислимо довжину кола для однієї ягоди: $l_{\text{ягоди}} = 2\pi r_{\text{ягоди}} = 2\pi \cdot 0,05 = 0,1\pi$. Гроно містить 11 однакових ягід, загальна довжина кіл яких $l_{\text{ягід}} = 11 \cdot 0,1\pi = 1,1\pi$.

Обчислимо загальну довжину кривих, що утворюють контури двох листків калини.

Для цього використаємо вихідні дані з таблиці 1 та формулу $\int_a^b \sqrt{1 + (f'(x))^2} dx$, де a, b – межі інтегрування; кінці інтервалів з цієї таблиці, $f'(x)$ – похідна функції з таблиці. Деякі фрагменти кривих мають однакові довжини.

Листя калини обмежене різними графіками функцій. Обчислимо довжини кожного фрагменту та знайдемо суму. Вона і буде шуканою довжиною контуру листа калинової гілки.

$$L_{\text{листа}} = 9l_1 + 4l_2 + 3l_3 + l_4 + 0,1 + 0,5 \cdot 9$$

Обчислимо довжину дуги кривої лінії l_1 . Вона обмежена інтервалом $x \in [0,15; 0,25]$ та графіком функції $y = 5x^2 - 1,5x + 0,5625$.

Знайдемо похідну функції: $y'(x) = 10x - 1,5$.

$$l_1 = \int_{0,15}^{0,25} \sqrt{1 + (10x - 1,5)^2} dx \approx 0,114779 \approx 0,115$$

Обчислимо довжину дуги кривої лінії l_2 . Вона обмежена інтервалом $x \in [0,35; 0,4]$ та графіком функції $y = 20x^2 - 14x + 2,95$.

Знайдемо похідну функції: $y'(x) = 40x - 14$.

$$l_2 = \int_{0,35}^{0,4} \sqrt{1 + (40x - 14)^2} dx \approx 0,0739471 \approx 0,074$$

Обчислимо довжину дуги кривої лінії l_3 . Вона обмежена інтервалом $x \in [0,05; 0,15]$ та графіком функції $y = -10x^2 + 3x + 0,375$.

Знайдемо похідну функції: $y'(x) = -20x + 3$.

$$l_3 = \int_{0,05}^{0,15} \sqrt{1 + (-20x + 3)^2} dx \approx 0,1478942 \approx 0,148$$

Обчислимо довжину дуги кривої лінії l_4 . Вона обмежена інтервалом $x \in [0,1; 0,25]$ та графіком функції $y = \sqrt{\frac{1}{60}}(x - 0,1) + 0,65$.

Знайдемо похідну функції: $y'(x) = \frac{1}{120\sqrt{\frac{1}{60}(x-0,1)}}$.

$$l_4 = \int_{0,1}^{0,25} \sqrt{1 + \left(\sqrt{\frac{1}{60}}(x - 0,1) + 0,65 \right)^2} dx \approx 0,15$$

Отже, довжина кривої у формі калинової гілки становить:

$$L_{\text{листа}} = 9 \cdot 0,115 + 4 \cdot 0,074 + 3 \cdot 0,148 + 0,15 + 0,1 + 0,5 \cdot 9 = 6,525 \text{ (од. довж.)}$$

$$l_{12} = 0,15 + 0,025 + 0,15 = 0,325 \text{ (од. довж.)}$$

Обчислимо довжину контуру калинової гілки: $L_{\text{калини}} = L_{\text{листа}} + l_{\text{ягід}} + l_{12}$.

$$L_{\text{калини}} = 6,525 + 1,1\pi + 0,325 \approx 10,305751 \approx 10,3 \text{ (од. довж.)}$$

Послідовність довжин кіл відома: $C_1 = \pi$, $C_2 = \frac{\pi}{2}$, $C_3 = \frac{\pi}{4}$, ..., $C_n = \frac{\pi}{2^{n-1}}$.

Тож, можна легко отримати ряд довжин калинових гілок:

$$\sum_{n=1}^{\infty} L_n \text{ калини} = \sum_{n=1}^{\infty} 10,3 \cdot \frac{2^{n-1}}{\pi}$$

Дослідимо його на збіжність.

Спочатку перевіримо виконання необхідної умови:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} L_n \text{ калини} = \lim_{n \rightarrow \infty} 10,3 \cdot \frac{2^{n-1}}{\pi} = \infty - \text{необхідна умова не виконується, а тому ряд}$$

контурів «калин» є розбіжним.

Ряд площ кругів

Використаємо формулу для обчислення площі круга: $S_n = \pi r_n^2$

Послідовність довжин радіусів r_n нам відома з одного з попередніх пунктів задачі:

$$r_1 = \frac{1}{2}, r_2 = \frac{1}{4}, r_3 = \frac{1}{8}, \dots, r_n = \frac{1}{2^n}$$

Запишемо послідовність площ кругів.

$$S_1 = \pi r_1^2 = \pi \left(\frac{1}{2}\right)^2 = \frac{\pi}{2^2}$$

$$S_2 = \pi r_2^2 = \pi \left(\frac{1}{4}\right)^2 = \frac{\pi}{2^4}$$

$$S_3 = \pi r_3^2 = \pi \left(\frac{1}{8}\right)^2 = \frac{\pi}{2^6}$$

.....

$$S_n = \pi r_n^2 = \pi \left(\frac{1}{2^n}\right)^2 = \frac{\pi}{2^{2n}}$$

Маємо ряд виду: $\sum_{n=1}^{\infty} S_n = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\pi}{2^{2n}}$

Дослідимо одержаний ряд на збіжність.

Спочатку перевіримо виконання необхідної умови: $\lim_{n \rightarrow \infty} S_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\pi}{2^{2n}} = 0$

Необхідна умова виконується, а тому ряд площ кругів може бути збіжним.

Дослідимо ряд на збіжність за ознакою Д'Аламбера. Для цього запишемо:

$$S_{n+1} = \frac{\pi}{2^{2n+2}}$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{S_{n+1}}{S_n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2^{2n}}{2^{2n+2}} = \frac{1}{2^2} < 1$$

Ряд площ кругів абсолютно збіжний.

Ряд, отриманий нами – ряд геометричної прогресії, $S_1 = \frac{\pi}{2^2}$, $q = \frac{1}{2^2}$. Обчислимо суму членів ряду: $S = \frac{\pi}{3}$.

Ряд площ калинових гілок

Кожна ягода калини має однакову площу, що є площею круга радіуса 0,05 одиниць довжини. Обчислимо площу однієї ягоди: $S_{\text{ягоди}} = \pi r_{\text{ягоди}}^2 = \pi \left(\frac{1}{100}\right)^2 = \frac{\pi}{10^4}$. Гроно містить 11 однакових ягід, площа яких $S_{\text{ягід}} = \frac{11\pi}{10^4}$.

Обчислимо площу меншого листка калини.

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

Площа S_{10} обмежена графіками функцій: $y = -10(x - 0,15)^2 + 0,6$, $x = 0,05$, $x = 0,15$, $y = 0,5$.

$$S_{10} = \int_{0,05}^{0,15} (-10(x - 0,15)^2 + 0,6 - 0,5) dx = \frac{1}{150}$$

Решту площ можна обчислити за аналогічним алгоритмом із певними особливостями. В результаті отримано:

$$S_{\text{малого листа}} = \frac{7}{200} \text{ кв. од.}$$

$$S_{\text{великого листа}} = \frac{43}{600} \text{ кв. од.}$$

$$S_{12} = \frac{3}{800} \text{ кв. од.}$$

Отже, площа калинової гілки становить:

$$S_{\text{калини}} = S_{\text{ягід}} + S_{\text{малого листа}} + S_{\text{великого листа}} + S_{12}$$

$$S_{\text{калини}} = \frac{11\pi}{10^4} + \frac{7}{200} + \frac{43}{600} + \frac{3}{800} = \frac{11\pi}{10^4} + \frac{53}{480} \text{ (кв. од.)}$$

Площа кожної криволінійної трапеції у формі калинової гілки становить $\frac{11\pi}{10^4} + \frac{53}{480}$ площі круга. Послідовність площ кругів відома: $S_1 = \frac{\pi}{2^2}$, $S_2 = \frac{\pi}{2^4}$, $S_3 = \frac{\pi}{2^6}$, ..., $S_n = \frac{\pi}{2^{2n}}$.

Тож, можна легко отримати ряд площ калинових гілок:

$$\sum_{n=1}^{\infty} S_{n \text{ калини}} = \sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{11\pi}{10^4} + \frac{53}{480} \right) \cdot \frac{\pi}{2^{2n}}.$$

Дослідимо його на збіжність.

Спочатку перевіримо виконання необхідної умови:

$\lim_{n \rightarrow \infty} S_{n \text{ калини}} = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{11\pi}{10^4} + \frac{53}{480} \right) \cdot \frac{\pi}{2^{2n}} = 0$ – необхідна умова виконується, а тому ряд площ «калин» може бути збіжним.

Дослідимо ряд на збіжність за ознакою Д'Аламбера.

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

Ряд, отриманий нами – ряд геометричної прогресії, $S_{1 \text{ калини}} = \frac{11\pi}{10^4} + \frac{53}{480}$, $q = \frac{1}{2^2}$.

Обчислимо суму членів ряду: $S = \frac{S_{1 \text{ калини}}}{1-q} = \left(\frac{11\pi}{10^4} + \frac{53}{480} \right) \cdot \frac{1}{1-\frac{1}{4}} = \frac{\pi(6625+66\pi)}{180000}$.

За аналогічним алгоритмом були отримані ряди маку.

Результати дослідження ряду гілок калини детально проаналізовані й наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

Результати дослідження ряду гілок калини

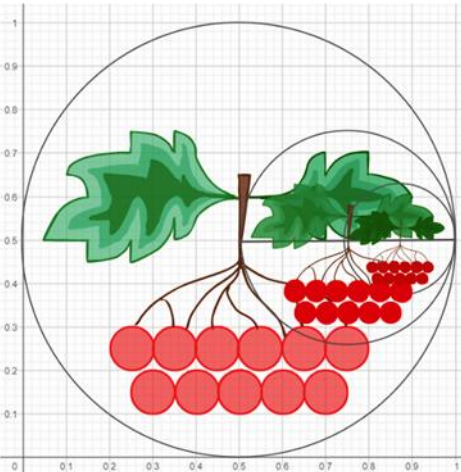
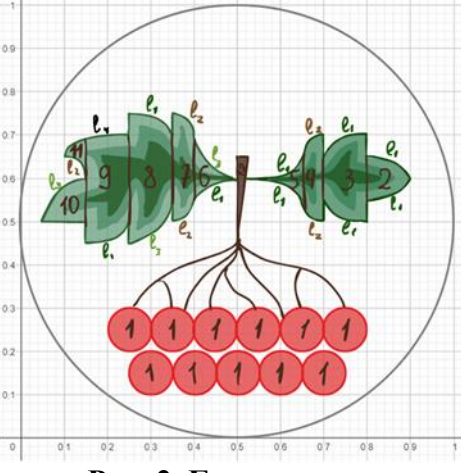
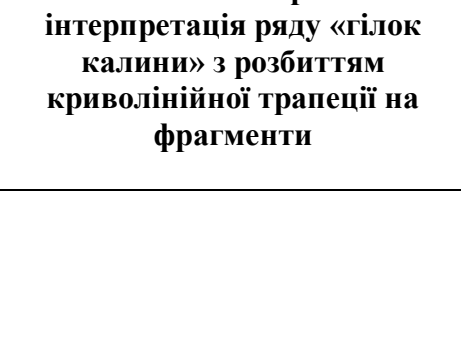
Характеристика			Геометрична інтерпретація ряду гілок калини
Довжина початкової фігури	$l_{\text{кривої}}$	10,3	
	$l_{\text{кола}}$	π	
	$r_{\text{кола}}$	0,5	
	$d_{\text{кола}}$	1	
Площа початкової фігури	$S_{\text{кр.тр.}}$	$\frac{11\pi}{10^4} + \frac{53}{480}$	
	$S_{\text{круга}}$	$\frac{\pi}{4}$	
Сигма-модель ряду довжин	радіусів кіл	$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^n}$	
	діаметрів кіл	$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^{n+1}}$	
	кіл	$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\pi}{2^{n-1}}$	
	криволінійних трапецій	$\sum_{n=1}^{\infty} 10,3 \cdot \frac{2^{n-1}}{\pi}$	
Сигма-модель ряду площ	кругів	$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{\pi}{2^{2n}}$	
	калини	$\sum_{n=1}^{\infty} \left(\frac{11\pi}{10^4} + \frac{53}{480} \right) \cdot \frac{\pi}{2^{2n}}$	
Сума ряду довжин	радіусів кіл	π	
	діаметрів кіл	0,5	
	кіл	2	
Сума ряду	кругів	$\frac{\pi}{3}$	

Рис. 2. Геометрична інтерпретація ряду «гілок калини» з розбиттям криволінійної трапеції на фрагменти

площ	калини	$\frac{\pi(6625 + 66\pi)}{180000}$	
Збіжність / розбіжність		Збіжний (1-3, 5, 6), розбіжний (4)	
Рівень складності задач		I (1,2), II (3, 5), III (4, 6)	

Побудуємо графіки залежності частинних сум рядів від кількості доданків:

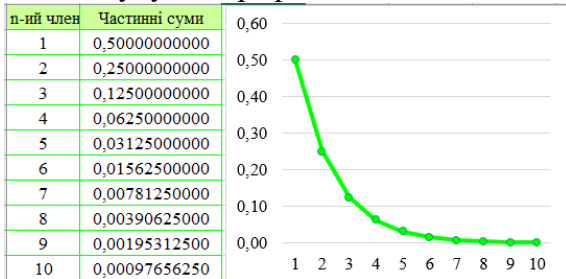


Рис 3. Графік залежності частинних сум ряду радіусів кіл від кількості доданків

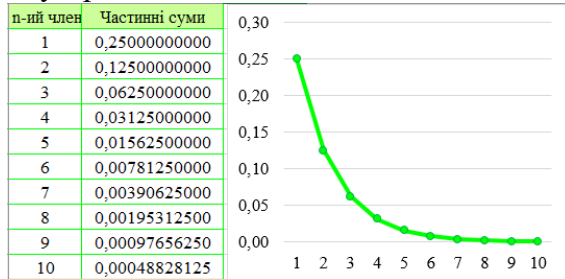


Рис 4. Графік залежності частинних сум ряду діаметрів кіл від кількості доданків

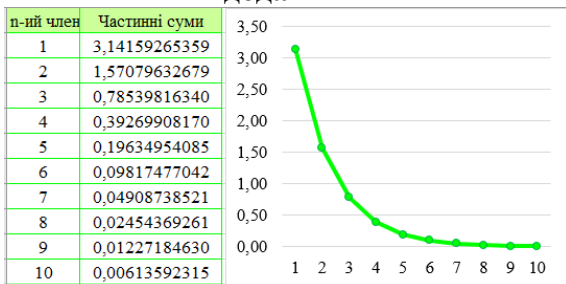


Рис 5. Графік залежності частинних сум ряду довжин кіл від кількості доданків

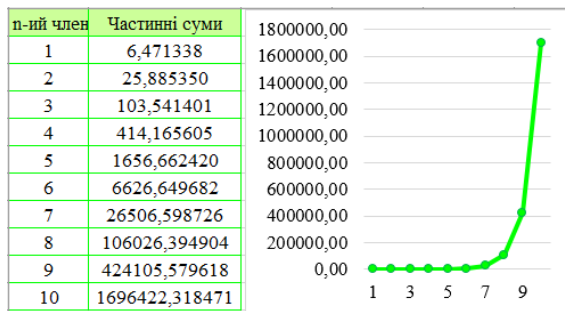


Рис 6. Графік залежності частинних сум ряду довжин кривих від кількості доданків

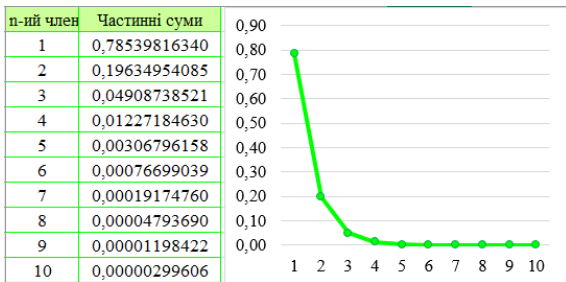


Рис 7. Графік залежності частинних сум ряду площ кругів від кількості доданків

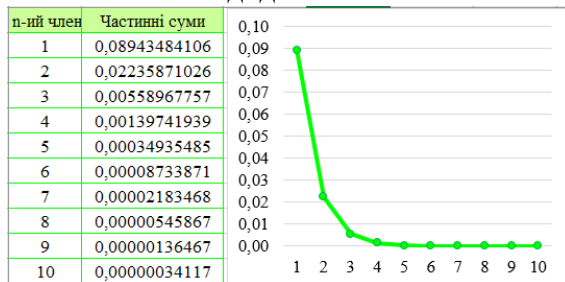


Рис 8. Графік залежності частинних сум ряду площ калінових гілок від кількості доданків

Одним із ключових аспектів використання геометричних моделей для вивчення числових рядів є можливість інтеграції різнорівневих і міжпредметних підходів, що дозволяє урізноманітнити освітній процес і зробити його більш ефективним. Запропоновані задачі на прикладі калини не лише формують математичні компетентності студентів, але й виховують почуття патріотизму та підвищують їхню екологічну свідомість. Зокрема, акцентування уваги на культурних символах України, таких як калина, сприяє усвідомленню цінності національної спадщини та любові до рідної природи. Цей підхід також дозволяє більш ефективно формувати навички аналітичного мислення, оскільки студенти мають змогу не лише абстрактно розглядати математичні моделі, а й застосовувати їх до реальних об'єктів.

Представлені результати можуть бути використані для подальшого розвитку навчальних матеріалів із математики, зокрема для включення задач, пов'язаних із геометричними інтерпретаціями числових рядів, у навчальний процес.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. У результаті проведеного дослідження було продемонстровано можливості використання геометричних моделей числових рядів на основі культурного символу України – калини. Показано, що такі завдання не лише допомагають у вивченні теорії числових рядів і властивостей їхньої збіжності, але й сприяють розвитку міждисциплінарних компетентностей студентів, формуванню патріотичного виховання та екологічної свідомості. Практична значущість результатів полягає в можливості їх застосування в освітньому процесі як ефективного інструменту для поєднання математичної теорії з реальними об'єктами навколишнього середовища. Запропоновані підходи можуть бути інтегровані в курс математики для підвищення інтересу студентів до навчання і розвитку їхніх аналітичних та творчих здібностей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Корольський, В. В. (2017). Геометрична інтерпретація числових рядів. Новітні комп'ютерні технології: науково-методичний збірник, XV, 57–63 (Korolskiy, V. V. (2017). Geometric interpretation of numerical series. Latest computer technologies: scientific and methodical collection, XV, 57–63).
2. Корольський, В. В., Римар, А. І. (2022). Геометрична інтерпретація числових рядів, пов'язаних з державною символікою. Актуальні питання природничо-математичної освіти: збірник наукових праць, 2(20), 29–38. (Korolskiy, V. V., Rymar, A. I. (2022). Geometric interpretation of numerical series associated with state symbols. Topical issues of natural and mathematical education: a collection of scientific papers, 2(20), 29–38).
3. Корольський, В. В. (2018). Геометрична інтерпретація числового ряду арифметичної прогресії. Новітні комп'ютерні технології: науково-методичний збірник, XVI, 59–66 (Korolskiy, V. V. (2018). Geometric interpretation of a numerical series of arithmetic progression. Latest computer technologies: scientific and methodical collection, XVI, 59–66).
4. Корольський, В. В., Габ, С. С. (2018). Лінійна, квадратурна та кубатурна геометрична інтерпретація числових рядів засобами моделювання. Новітні комп'ютерні технології: науково-методичний збірник, XVI, 67–73 (Korolskiy, V. V., Gab, S. S. (2018). Linear, quadrature and cuboidal geometric interpretation of numerical series by means of modeling. Latest computer technologies: scientific and methodical collection, XVI, 67–73).
5. Корольський, В. В., Шокалюк, С. В., Мельниченко, Ю. А. (2018). Теоретикометодичні засади геометричного моделювання числових рядів. Фізико-математична освіта, 4(18), 81–89 (Korolskiy, V. V., Shokaluk, S. V., Melnychenko, Y. A. (2018). Theoretical and methodological foundations of geometric modeling of numerical series. Physical and mathematical education, 4(18), 81–89).
6. Корольський, В. В., Тураєва О. (2023). Генерація та дослідження чисельних рядів за допомогою геометричної моделі та комбінації рядів. Актуальні питання природничо-математичної освіти, 1(21), 46–54. (Korolsky, V. V., Turaeva O. (2023). Generation and study of numerical series using a geometric model and a combination of series. Topical issues of natural science and mathematics education, 1(21), 46–54).
7. Корольський, В. В., Габ, С. С. (2018). Числові ряди, які пов'язані з параметрами додекаедра. Вісник міжнародного дослідницького центру «Людина: мова, культура, пізнання», 42, 39–45. (Korolsky, V. V., Gab, S. S. (2018). Numerical series related to the parameters of the dodecahedron. Bulletin of the International Research Center "Human: Language, Culture, Cognition", 42, 39–45).
8. Римар, А. І. (2022). Генерація та дослідження чисельних рядів із застосуванням квадратури проєктів різноманітних об'єктів: кваліфікаційна робота ступінь вищої освіти магістр, спеціальність 01404 середня освіта (математика). Кривий Ріг: науковий керівник В. В. Корольський. (Rymar, A. I. (2022). Generation and study of numerical series using quadrature of projects of various objects: qualification work, higher education degree Master, specialty 01404 secondary education (mathematics). Kryvyi Rih: scientific supervisor V. V. Korolsky)

9. Рymar, А. І. (2022). Геометрична інтерпретація числових рядів, пов'язаних з об'єктами флори. Наукові записки молодих учених, 10. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка. Режим доступу: <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/SNYS/article/view/1968/pdf>. (Rymar, A. I. (2022). Geometric interpretation of numerical series related to flora objects. Scientific notes of young scientists, 10. Kropyvnytskyi: RVV TSPU im. V. Vynnychenko. Retrieved from: <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/SNYS/article/view/1968/pdf>).
10. Рymar, А. І., Корольський, В. В. (2023). Геометрична інтерпретація числових рядів, пов'язаних з рослинами-символами України. Актуальні питання природничо-математичної освіти, 1(21), 70–77. (Rymar, A. I., Korolskyi, V. V. (2023). Geometric interpretation of numerical series related to plants-symbols of Ukraine. Topical issues of natural science and mathematics education, 1(21), 70–77).
11. Шкіль, М. І. (1981). Математичний аналіз, частина II: Посібник для педагогічних інститутів. Київ: Вища школа. Головне видавництво. (Shkil, M. I. (1981). Mathematical analysis, part II: A manual for pedagogical institutes. Kyiv: Vyshcha shkola. Main publishing house).

Rymar A. I. Geometric modeling of numerical series of circles on the example of viburnum as a symbol of Ukrainian culture.

The article investigates the process of generating numerical series associated with plants-symbols of Ukraine, in particular viburnum, based on their location within a circle. Geometric interpretations of these series are analyzed.

The series are based not only on the areas of curved trapezoids and circles, but also on the lengths of the circles within which the plants are placed. The series of radii, diameters, and lengths of circles, the series of lengths of curves forming the contours of viburnum branches, the series of areas of circles and areas of viburnum bunches were found. Their total and partial sums are calculated, sigma models are specified, and the level of complexity of the proposed problems is indicated. The convergence/divergence of each of the series by D'Alembert's sign is determined, and graphs of the dependence of partial sums of a series on the number of terms are plotted. The obtained results are presented in the form of a table that systematizes the main characteristics of each of the studied numerical series, which makes it easy to compare their properties and parameters. Such tables not only provide convenience in perceiving information, but also contribute to a deeper understanding of the studied categories, actualizing their meaning in the context of mathematical analysis. The expediency of using competency-based and multi-level approaches in teaching numerical series is substantiated, emphasizing the importance of interdisciplinary connections, in particular between mathematics and natural science. The practical significance of the results obtained is emphasized in the context of their use in the educational process. The results of the study have a positive impact not only on the better perception of educational material and deepening of students' knowledge, but also have an educational value, as they allow us to realize the deep connections between mathematics and cultural symbols of Ukraine.

Thus, the article demonstrates a new approach to the study of number series by understanding them through the prism of plant symbols, which makes the learning process more interactive and attractive for students, stimulates the development of thinking and the formation of key competencies.

Key words: numerical series, geometric interpretation, plants-symbols of Ukraine, viburnum, key competencies, geometry educational process, geometric modeling, mathematical thinking.

РОЗДІЛ 3. ПРОБЛЕМА УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ ПРЕДМЕТІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ

УДК 37016:51

DOI 10.5281/zenodo.14566784

В. В. Корольський

ORCID ID 0000-0002-7409-4201

Д. І. Муравська

ORCID ID 0009-0001-6101-2692

Криворізький державний педагогічний університет

МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ ЗВ'ЯЗКИ У ФАХОВІЙ ПІДГОТОВЦІ БАКАЛАВРІВ 014.04 СЕРЕДНЯ ОСВІТА (МАТЕМАТИКА)

У статті демонструються можливості координатного метода до реалізації міждисциплінарних зв'язків на основі доведення відомих формул шкільних курсів планіметрії та стереометрії. Доведення формул виконується у формі розв'язання відповідних задач. Задачі пропонуються для застосування з метою поглиблення змісту фахової підготовки бакалаврів спеціальності 014.04 Середня освіта (Математика). Розв'язання задач потребує знання і використання методів класичного математичного аналізу, аналітичної геометрії та алгебри. При цьому з'являються можливості для створення інших задач для учнів шкіл і майбутніх вчителів математики. Також посилюється мотивація студентів до вивчення фахових дисциплін, з метою їх використання в майбутній професійній діяльності.

Доцільно відмітити, що в процесі розв'язання рекомендаційних задач у студентів природнім чином формується сприйняття методів математичного аналізу, як загальних методів розв'язання різноманітних задач, що також пов'язані зі шкільними математичними дисциплінами.

Певною мірою коло розглянутих в статті задач може бути поширене для використання при вивченні математики в профільній школі, на факультативних заняттях, математичних гуртках, курсах підвищення кваліфікації. Поширюються напрями застосування методу координат, що є однією з важливих компонент шкільної математичної освіти.

Розглянуті задачі і методи їх розв'язання дозволяють прийти до висновку: алгоритми розв'язання базуються на використанні координат точок, пов'язаних з геометричними фігурами. Тому доцільно такий метод назвати координатним.

Координатний метод дозволяє досить просто з'ясувати зв'язки між геометрією і математичним аналізом. При цьому, як свідчать приклади розв'язання розглянутих задач на обчислення площ геометричних фігур планіметрії базовим є доведення за допомогою інтеграла формул обчислення площ будь яких трикутників. Далі виникає можливість при доведенні формул площ інших фігур (паралелограмів, ромбів, трапецій та ін.) використовувати координатний метод в поєднанні з обчисленням площ трикутників.

Ключові слова: шкільна математична освіта, фахова освіта вчителів математики, міждисциплінарні зв'язки, координатний метод, освітній процес з математики, математичні задачі, фахова підготовка бакалаврів, геометрія.

Постановка проблеми. Фахова підготовка вчителів математики на рівні бакалавра 014.04 Середня освіта (Математика) не може вважатися ефективною без наближення її змісту і методів до змісту і методів шкільної математичної освіти. Тому в контексті вище сказаного важливим є пошук методів наближення змісту фахових дисциплін навчання майбутніх вчителів математики до методів розв'язання задач в умовах шкільної математичної освіти.

Одним з методів здійснення міждисциплінарних зв'язків фахової підготовки вчителів математики (математичний аналіз, аналітична геометрія, алгебра) і шкільного курсу

математики може бути – метод координат. Реалізація методу координат пропонується нами у формі розв’язання відповідно підібраних задач.

Аналіз актуальних досліджень. Метод координат частково використовується при розв’язанні задач в межах курсів шкільної математики для розв’язання задач, пов’язаних:

- 1) з обчисленням відстані між двома заданими точками;
- 2) обчислення площ трикутників, вершини яких задані координатами;
- 3) обчислення площ криволінійних трапецій;
- 4) обчислення площ фігур, що обмежені рівняннями функцій;
- 5) обчислення об’ємів тіл, утворених внаслідок обертання криволінійної трапеції навколо осей координат.

Подібні задачі пропонуються в підручниках і задачниках з математичного аналізу та аналітичної геометрії також зустрічаються в посібниках з вищої математики для студентів фізико-математичних факультетів. Однак в контексті постановки і розв’язання задач з використанням міждисциплінарних зв’язків не представлено. В цьому відношенні можна звернути увагу на задачі, розв’язання яких потребує використання міждисциплінарних зв’язків, які розв’язуються в науково-методичних джерелах [1,2,3,4,5 ...,10,11]. В цих джерелах метод координат дозволяє знаходити відповідність між елементами геометричних об’єктів та їх числовими параметрами (членами числових послідовностей та числових рядів) через розв’язання відповідних задач на основі використання міждисциплінарних зв’язків математичних дисциплін фахової підготовки бакалаврів спеціальності 014.04 Середня освіта (Математика).

Мета статті - продемонструвати можливості методу координат щодо встановлення міждисциплінарних зв’язків шкільних математичних дисциплін та дисциплін фахової підготовки бакалаврів спеціальності 014.04 Середня освіта (Математика).

Виклад основного матеріалу. В шкільному курсі геометрії учням пропонується до розв’язання задачі, пов’язанні з обчисленням площ різних фігур (прямокутників, трикутників, паралелограмів, трапецій, ромбів, кругів) та задачі на обчислення величин об’ємів канонічних геометричних тіл (куб, паралелепіпед, конуси, циліндр, куля). Розв’язання вказаних задач виконується шляхом застосування відомих формул обчислення площ та об’ємів відповідно до виду геометричних фігур та тіл, представлених в шкільних підручниках. Але, в процесі фахової підготовки майбутніх вчителів математики варто показати розв’язання задач на доведення формул шкільних математичних дисциплін.

Розглянемо задачі на доведення формул обчислення площ геометричних фігур, які розглядаються в межах планіметрії шкільного курсу математики.

Для розв’язання вказаних задач будемо використовувати метод координат і формулу обчислення площ за допомогою інтеграла:

$$S = \int_a^b f(x)dx \quad (1)$$

Задача 1. Довести, що площа прямокутника зі сторонами a і b дорівнює $S = ab$.

Розв’язання:

- 1) Представимо прямокутник з довільними сторонами a і b в системі координат OXY (рис. 1).

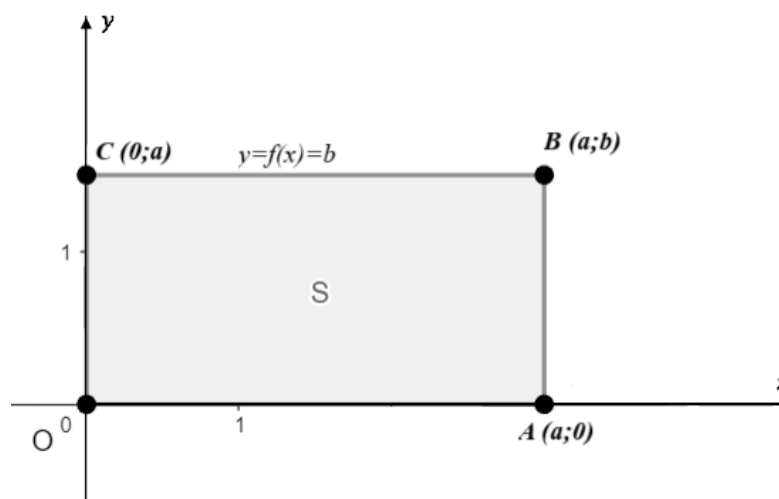


Рис. 1. Прямокутник OABC зі сторонами: $|\overline{OA}| = a$; $|\overline{OC}| = b$

2) Застосовуємо формулу (1), враховуючи, що відповідно до рис.1 $y = f(x) = b$, $x \in [0; a]$: $S = \int_0^a b dx = bx \Big|_0^a = b(a - 0) = ab$.

Задача 2. Довести, що площа прямокутного трикутника $S = \frac{1}{2}ah$, де a – основа, h – висота трикутника.

Розв'язання:

Розглядаємо прямокутний $\triangle OAB$ в системі координат OXY у вигляді на рис. 2.

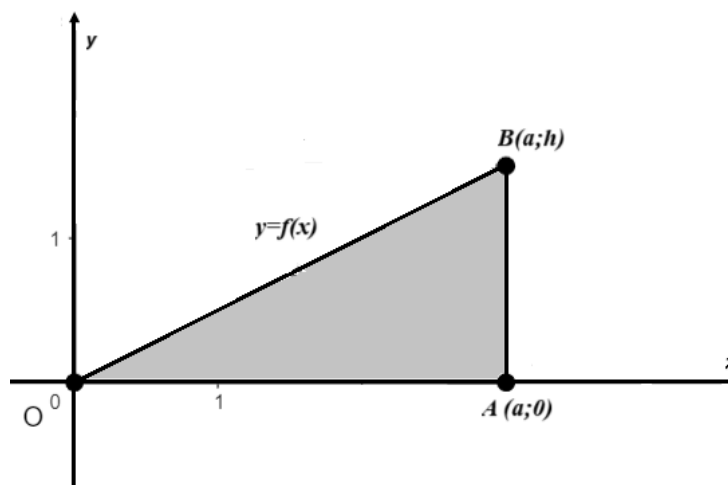


Рис. 2. $\triangle OAB$ прямокутний з основою a і висотою h

Для застосування формули (1) потрібно визначити функцію $y = f(x)$. З цією метою згадуємо аналітичну геометрію, з якої відомо, що рівняння прямої, яка проходить через дві відомі точки має вид:

$$\frac{y-y_1}{y_2-y_1} = \frac{x-x_1}{x_2-x_1} \quad (2)$$

Згідно рис.2. рівняння (2) набуває вигляду

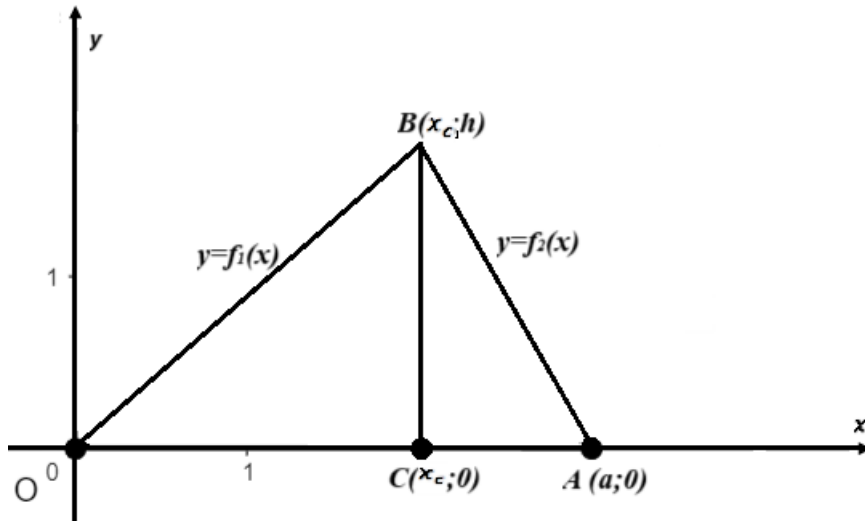
$$\frac{y-0}{h-0} = \frac{x-0}{a-0} \rightarrow y = \frac{h}{a} x.$$

Обчислюємо площу за формулою (1)

$$S = \int_0^a \frac{h}{a} x dx = \frac{h}{a} \frac{1}{2} x^2 \Big|_0^a = \frac{1}{2} \frac{h}{a} a^2 = \frac{1}{2} ah.$$

Задача 3. Довести, що площа довільного гострокутного трикутника з основою a і висотою h обчислюється за формулою $S = \frac{1}{2} ah$.

Представимо трикутник в системі координат OXY (рис. 3).


 Рис. 3. OAB довільний трикутник з основою a і висотою h .

Розв'язання:

$$S_{\Delta OAB} = S_{\Delta OCB} + S_{\Delta CAB} \quad (I)$$

Для обчислення площ ΔOCB і ΔCAB потрібно визначити функції $f_1(x)$ і $f_2(x)$ та застосувати формулу (1).

$$\frac{f_1(x)-0}{h-0} = \frac{x-0}{x_c-0} \rightarrow f_1(x) = \frac{h}{x_c} x \quad (II)$$

$$\frac{f_2(x)-0}{h-0} = \frac{x-x_c}{0-x_c} \rightarrow f_2(x) = \frac{h}{a-x_c} (x-x_c) \quad (III)$$

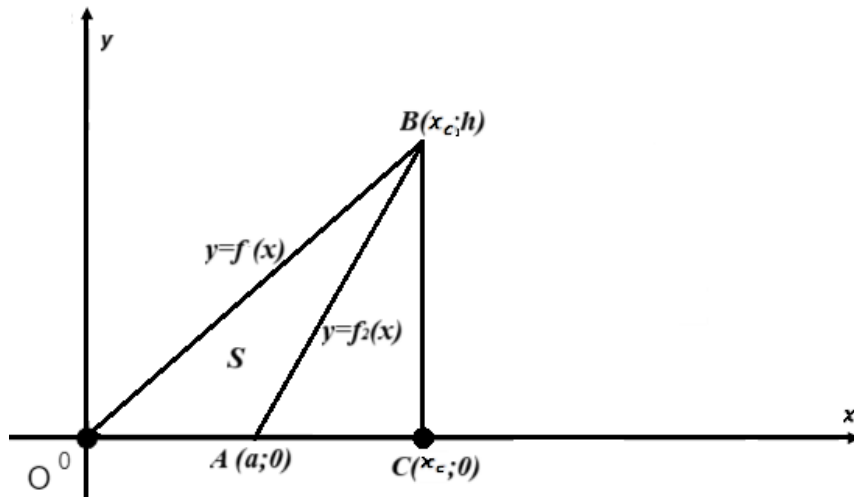
Застосовуємо рівності (I), (II), (III) і формулу (1) обчислюємо площу $S \Delta OAB$

$$\begin{aligned} S &= \int_0^{x_c} \frac{h}{x_c} x dx + \int_{x_c}^a \frac{h}{a-x_c} (x-x_c) dx = \frac{1}{2} \cdot \frac{h}{x_c} x_c^2 + \frac{h}{a-x_c} \left(\frac{1}{2} x^2 \Big|_{x_c}^a - x_c x \Big|_{x_c}^a \right) \\ &= \frac{1}{2} h x_c + \frac{h}{a-x_c} \left(\frac{1}{2} (a^2 - x_c^2) - x_c a + x_c^2 \right) = \frac{1}{2} h x_c + \frac{1}{2} h (a + x_c) - h x_c \\ &= \frac{1}{2} a h \end{aligned}$$

Задача 4. Довести, що площа довільного тупокутного трикутника $S = \frac{1}{2} ah$

Розв'язання:

По аналогії з розв'язанням задач (1-3) розглядаємо довільний тупокутний трикутник в системі координат OXY (рис. 4).


 Рис. 4. OAB довільний трикутник з основою $|OA| = a$ і висотою $|CB| = h$

Розв'язання:

Зрозуміло, що має місце рівність

$$S_{\Delta OAB} = S_{\Delta OCB} - S_{\Delta ACB} \quad (I)$$

Враховуючи результати розв'язань задач (2,3) за допомогою рівності (I) одержуємо

$$S = S_{\Delta OAB} = \frac{1}{2} x_c h - \frac{1}{2} (x_c - a) h = \frac{1}{2} ah$$

Доведення за допомогою формули (2):

$$S = \int_0^{x_c} (f_1(x) - f_2(x)) dx \quad (3)$$

Знаходимо за формулою (2) вирази функцій $f_1(x)$ і $f_2(x)$

$$\frac{f_1(x)-0}{h-0} = \frac{x-0}{x_c-0} \rightarrow f_1(x) = \frac{h}{x_c} x \quad (I)$$

$$\frac{f_2(x)-0}{h-0} = \frac{x-a}{x_c-a} \rightarrow f_2(x) = \frac{h}{x_c-a} (x-a) \quad (II)$$

Враховуючи рівності (I) і (II) за формулою (3) обчислюємо площу $S_{\Delta OAB}$:

$$\begin{aligned} S &= \int_0^{x_c} \frac{h}{x_c} x dx - \int_a^{x_c} \frac{h}{x_c-a} (x-a) dx = \frac{h}{x_c} \frac{1}{2} x^2 \Big|_0^{x_c} - \frac{h}{x_c-a} \left(\frac{1}{2} x^2 \Big|_a^{x_c} - ax \Big|_a^{x_c} \right) \\ &= \frac{1}{2} h x_c - \frac{1}{2} \frac{h}{x_c-a} (x_c^2 - a^2) + \frac{ah}{x_c-a} (x_c - a) = \frac{1}{2} h x_c - \frac{1}{2} h (x_c + a) + ah \\ &= \frac{1}{2} ah \end{aligned}$$

Далі можна пропонувати для розв'язання більш складні задачі.

Задача 5. Обчислити площу ΔABC , де т. А (2; 1), т. В (4; 4), т. С (3; 5)

Розв'язання:

Представимо ΔABC в системі координат ОХУ (рис.5)

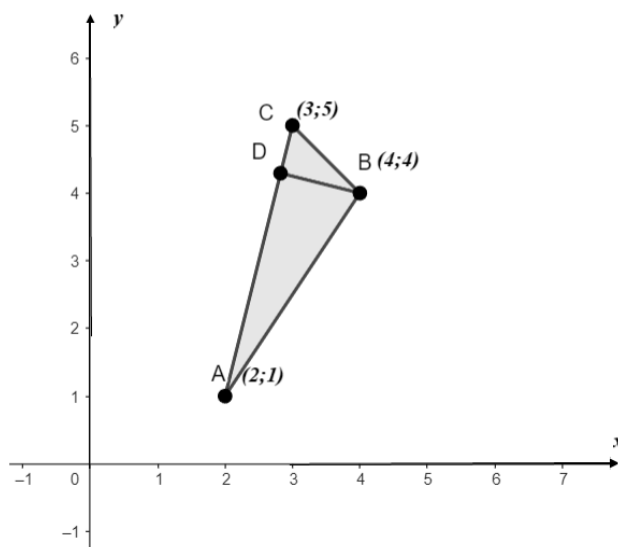


Рис. 5. ΔABC з основою $a = |AC|$ і висотою $h = |BD|$

Задачу можливо розв'язати декілька способами. Орієнтуємось на використання формули $S = \frac{1}{2} ah$. Для визначення величин a і h застосовуємо відомі з аналітичної геометрії формули:

1) обчислення довжини відрізка між заданими т.т. $M_1(x_1, y_1)$, $M_2(x_2, y_2)$:

$$|M_1 M_2| = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (4)$$

2) обчислення довжини відстані d від т. $M_0(x_0, y_0)$ до заданої прямої $Ax + By + C = 0$:

$$d = \left| \frac{Ax_0 + By_0 + C}{\sqrt{A^2 + B^2}} \right| \quad (5)$$

Згідно формули (4) обчислюємо значення a :

$$a = \sqrt{(3-2)^2 + (5-1)^2} = \sqrt{17} \quad (I)$$

Для обчислення $h = |BD|$ знаходимо рівняння прямої AC за формулою (2)

$$\frac{y-1}{5-1} = \frac{x-2}{3-2} \rightarrow y-1 = 4x-8 \rightarrow y-4x+2=0 \rightarrow A = -4; B = 1; C = 2;$$

т. $M_0(x_0, y_0) \sim$ т.В (4;4)

За формулою(5) обчислюємо h :

$$h = \left| \frac{(-4)4+1*4+2}{\sqrt{(-4)^2+1^2}} \right| = \frac{10}{\sqrt{17}} \quad (II)$$

Використовуючи рівності (I) і (II) обчислюємо площу

$$S = \frac{1}{2} \sqrt{17} \cdot \frac{10}{\sqrt{17}} = 5 \text{ (кв.од.)}$$

Для самостійної роботи студентів можна рекомендувати значну кількість задач, подібних розглянутій задачі 5. При цьому можливі елементи дослідницької роботи.

Для прикладу сформулюємо наступну задачу.

Задача 6. В системі координат OXY задано $\triangle ABC$ з вершинами т. A(1; 1), т. B(5; 3), т. C (3; 6). Обчислити площу трикутника за умовами:

а) сторона $\overline{AB}$ – основа трикутника;

б) сторона $\overline{AC}$ – основа трикутника;

в) сторона $\overline{BC}$ – основа трикутника.

Для прикладу сформулюємо задачу для самостійного виконання.

Задача 7. Довести формулу $S = ah$ обчислення площі паралелограма: a – основа; h – висота паралелограма.

Розв'язання:

Представимо паралелограм в системі координат OXY (рис.6)

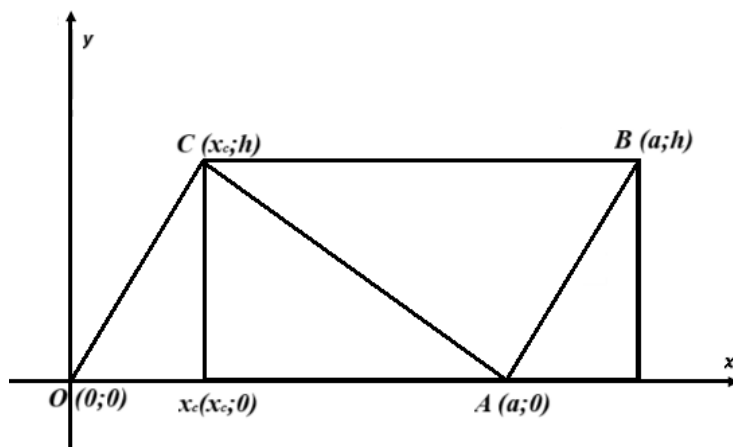


Рис. 6. OABC –паралелограм з вершинами т. O (0; 0), т. A (a; 0), т. B (a; h), т. C (x_c ; h)

$$S_n = 2 S_{\triangle OAC} \quad (I)$$

$$S_{\triangle OAC} = \frac{1}{2} ah \quad (II)$$

Використовуючи рівності (I) і (II) одержуємо відповідь $S_n = ah$. (6)

Примітка. Задачу можна розв'язати за допомогою формули (1), а також в інші способи.

Задача 8. (ускладнена задача 7). Відомі вершини паралелограма: т. A (1;2), т. B (6;2), т. C (7;4), т. D (2;4). Знайти площу S паралелограма. Розв'язати задачу різними способами, включно з формулою (1)

Примітка. Задачі виду (8) можна сформулювати декількома варіантами.

Пропонується до самостійного виконання.

Задача 9. Довести, що площа S трапеції ABCD з основами $|\overline{AB}| = a$; $|\overline{CD}| = b$ і висотою h обчислюється за формулою: $S = \frac{a+b}{2} h$ (7)

Розв'язання:

Розглянемо різносторонню довільну трапецію ABCD в системі координат OXY (рис. 7).

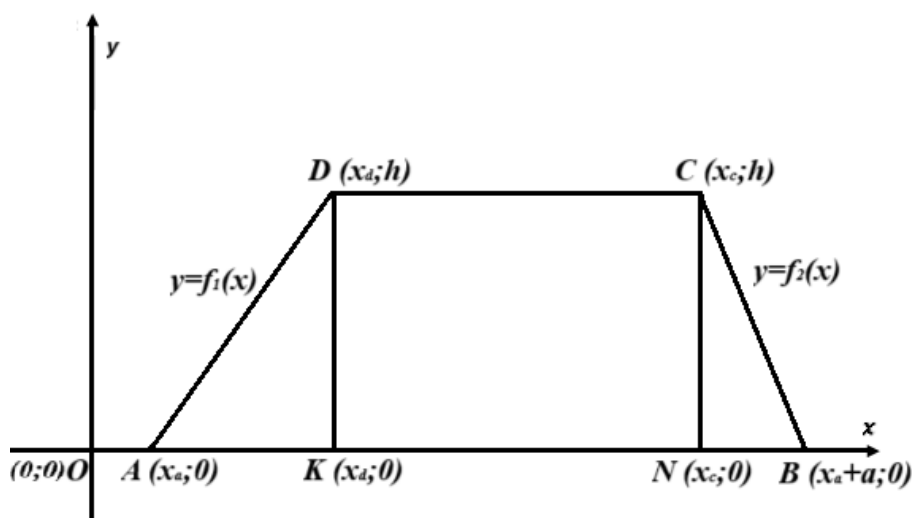


Рис. 7. ABCD трапеція: $|\overline{AB}| = a$; $|\overline{DC}| = b$; $|\overline{DK}| = |\overline{CN}| = h$ – висота.

$$S_{\text{тр}} = S_{\Delta AKD} + S_{KNCD} + S_{\Delta NBC} \quad (\text{I})$$

$$S_{\Delta AKD} = \frac{1}{2} |\overline{AK}| h = \frac{1}{2} (x_d - x_a) h \quad (\text{II})$$

$$S_{KNCD} = |\overline{KN}| h = (x_c - x_d) h = bh \quad (\text{III})$$

$$S_{\Delta NBC} = \frac{1}{2} |\overline{NB}| h = \frac{1}{2} (a + x_a - x_c) h = \frac{1}{2} (a + x_a - x_d) h \quad (\text{IV})$$

Використовуючи рівності (I, II, III, IV) одержуємо:

$$S_{\text{тр}} = \frac{1}{2h} [x_d - x_a + 2b + a + x_a - x_d] = \frac{1}{2h} [a + b] = \frac{1}{2} (a + b) h$$

Формула доводиться досить просто за допомогою формули (1). Для цього за допомогою формули (2) знаходяться функції $y = f_1(x)$ і $y = f_2(x)$ і далі площа $S_{\text{тр}}$ обчислюється за допомогою формули (1):

$$S_{\text{тр}} = \int_{x_a}^{x_d} f_1(x) dx + bh + \int_{x_c}^{x_a+a} f_2(x) dx \quad (8)$$

Ця задача пропонується для самостійного виконання, як і наступна:

Задача 10. Довести координатним методом формулу обчислення площі ромба

$$S_p = \frac{1}{2} d_1 d_2 \quad (9)$$

Розглянути випадок: $d_1 > d_2$; $d_1 \parallel OX$; $d_2 \parallel OY$.

Задача 11. Довести формулу обчислення площі трикутника виду: $S = \frac{1}{2} ab \sin \alpha$, (10), де α – кут між сторонами a і b трикутника.

Використаємо рис. 8.

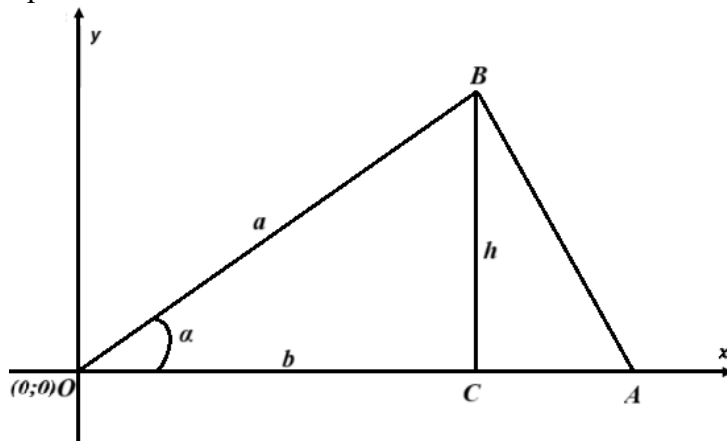


Рис. 8. ΔOAB зі сторонами $\overline{OA} = b$, $|\overline{OB}| = a$ т. висотою $\overline{BC} = h$.

Розв'язання:

Припускаємо, що абсциса т. С дорівнює x_c .

Вводимо до використання рівність:

$$S_{\Delta OAB} = S_{\Delta OCB} + S_{\Delta CAB} \quad (I)$$

$$S_{\Delta OCB} = \frac{1}{2} x_c h = \frac{1}{2} x_c \cdot a \sin \alpha \quad (II)$$

$$S_{\Delta CAB} = \frac{1}{2} (b - x_c) \cdot a \sin \alpha \quad (III)$$

Розглядаючи сумісно рівності (I), (II), (III) знаходимо :

$$S_{\Delta OAB} = \frac{1}{2} x_c \cdot a \sin \alpha + \frac{1}{2} ba \sin \alpha - \frac{1}{2} x_c a \sin \alpha = \frac{1}{2} ba \sin \alpha$$

Задача 12. (Задача Архімеда).

Цікавою для учнів може бути розв'язання задачі Архімеда про квадратуру параболи, вписаною в квадрат зі стороною a .

Суто «матеріальним» методом Архімед довів, що $S_n = \frac{2}{3} a^2$.

Суть метода: Архімед створив квадрат з деревини зі стороною $a = 1$. Вписав в нього параболу з вершиною на середині одній зі сторін квадрату. Потім відділив площу, обмежену параболою, зважив її квадрат в цілому і отримав результат:

$$S_{\text{пар}} = \frac{2}{3} \text{ площі квадрата.}$$

Але задача розв'язується суто аналітично за допомогою формули (1). Покажемо це, використовуючи рис. 9.

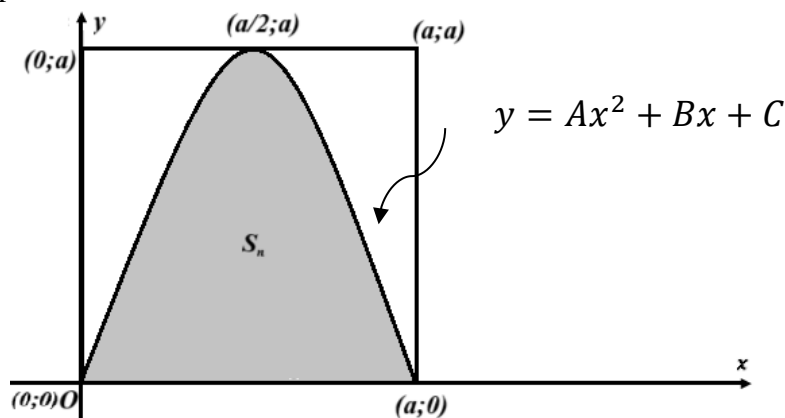


Рис. 9. Парабола з вершиною в т. $(a/2; a)$ вписана в квадрат зі стороною a .

Парабола у загальному виді задається рівнянням $y = Ax^2 + Bx + C$ (11)

Якщо відомі координати трьох точок, через які проходить графік параболи, то можна визначити значення коефіцієнтів A , B , C для такої параболи. Згідно рис. 9 маємо відомі точки параболи: $(0; 0)$, $(a; 0)$, $(a/2; a)$. Застосовуючи рівняння (1) і координати вказаних точок, одержуємо систему рівнянь:

$$y_{(0)} = A \cdot 0 + B \cdot 0 + C = 0 \rightarrow \underline{C = 0}$$

$$y_{(a)} = A \cdot a^2 + B \cdot a + C = 0 \rightarrow \underline{A \cdot a^2 + B \cdot a = 0}$$

$$y_{(a/2)} = A \cdot \frac{a^2}{4} + B \cdot \frac{a}{2} + C = a \rightarrow A \cdot \frac{1}{4} \cdot a^2 + \frac{1}{2} B \cdot a = a$$

Розв'язуємо систему рівнянь

$$\begin{cases} Aa + B = 0 \\ \frac{1}{4}Aa + \frac{1}{2}B = 1 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} Aa + B = 0 \\ Aa + 2B = 4 \end{cases} \rightarrow$$

$$B = 4, A = -\frac{4}{a}$$

Одержуємо рівняння параболи:

$$y = -\frac{4}{a} x^2 + 4x \quad (II)$$

Далі обчислюємо площу, обмежену параболою (II) за формулою (1) одержуємо:

$$S_n = \int_0^a \left(-\frac{4}{a}x^2 + 4x\right)dx = -\frac{4}{a} \cdot \frac{1}{3}x^3 \Big|_0^a + 4 \cdot \frac{1}{2}x^2 \Big|_0^a = -\frac{4}{3}a^2 + 2a^2 = \frac{2}{3}a^2$$

Далі варто сумісно з учнями розглянути розв'язання більш складної наступної задачі.

Задача 13. Довести за допомогою інтеграла виду (1) формулу обчислення площі круга з радіусом R : $S = \pi R^2$ (12)

Розв'язання:

Використаємо рівняння кола з радіусом R :

$$x^2 + y^2 = R^2.$$

Розглянемо чверть круга в системі координат OXY на рис. 10

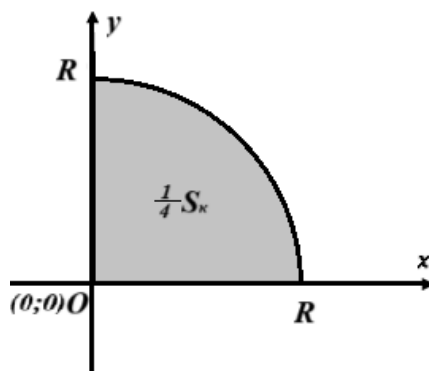


Рис. 10. Чверть кола радіуса R .

Відповідно до формули, з урахуванням рівності (I) обчислюємо S_k :

$$S_k = 4 \int_0^R \sqrt{R^2 - x^2} dx, \quad (II)$$

Пояснюємо учням, що інтеграл обчислюється методом заміни змінної, яка у даному випадку має вид: $x = R \sin t$ (III)

Знаходимо зв'язок між диференціалами змінної x і нової змінної. Відповідно до рівності (III) одержуємо:

$$dx = R \cos t dt \quad (IV)$$

Далі визначаємо межі інтегрування для нової змінної t за допомогою рівності (III):

1) якщо $x = 0$, то має місце рівність: $R \sin t = 0 \rightarrow t = 0$;

2) якщо $x = R$, то має місце рівність: $R \sin t = R \rightarrow \sin t = 1 \rightarrow t = \frac{\pi}{2}$.

Далі обчислюємо інтеграл (II) за допомогою нової змінної t :

$$\begin{aligned} S_k &= 4 \int_0^{\pi/2} \sqrt{R^2 - R^2 \sin^2 t} R \cos t dt = 4R^2 \int_0^{\pi/2} \sqrt{1 - \sin^2 t} \cos t dt = 4R^2 \int_0^{\pi/2} \cos^2 t dt \\ &= \left\{ \cos^2 t = \frac{1 + \cos 2t}{2} \right\} = 4R^2 \int_0^{\pi/2} \frac{1 + \cos 2t}{2} dt \\ &= 4R^2 \left[\frac{1}{2} \int_0^{\pi/2} dt + \frac{1}{2} \int_0^{\pi/2} \cos 2t dt \right] = 2R^2 t \Big|_0^{\pi/2} + \frac{1}{4} \sin 2t \Big|_0^{\pi/2} \\ &= 2R^2 t \Big|_0^{\pi/2} + \frac{1}{4} (\sin \pi - \sin 0) = \pi R^2 + \frac{1}{4} \cdot 0 = \pi R^2 \end{aligned}$$

Примітка. Формула (12) доводиться в багатьох підручниках з математичного аналізу.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Розглянуті задачі і методи їх розв'язання дозволяють прийти до висновку: алгоритми розв'язання базуються на використанні координат точок, пов'язаних з геометричними фігурами. Тому доцільно такий метод назвати координатним.

Координатний метод дозволяє досить просто зв'язувати зв'язки між геометрією і математичним аналізом. При цьому, як свідчать приклади розв'язання розглянутих задач на обчислення площ геометричних фігур планіметрії базовим є доведення за допомогою інтеграла формул обчислення площ будь яких трикутників. Далі виникає можливість при доведенні формул площ інших фігур (паралелограмів, ромбів, трапецій та ін.) використовувати координатний метод в поєднанні з обчисленням площ трикутників. В подальших дослідженнях планується створення задач на обчислення довжин кривих ліній і об'ємів тіл обертання, розв'язання яких здійснюється на основі використання міждисциплінарних зв'язків математичних дисциплін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Бобирь, В. Д., Христюк, А. М. (2019). Зв'язок рядів арифметичної прогресії та гармонічних рядів: матеріали міжнародної науково-методичної конференції «Проблеми математичної освіти» (ПМО – 2019 р.) (11–12 квітня 2019, м. Черкаси). (Bobyry, V. D., Khrystyuk, A. M. (2019). The connection between arithmetic progression series and harmonic series: materials of the international scientific and methodological conference "Problems of mathematical education" (PMO – 2019) (April 11–12, 2019, Cherkasy).
2. Габ, С. С. (2018). Геометрична інтерпретація рядів: кваліфікаційна робота ступеня вищої освіти магістр, спеціальності 014.04 Середня освіта (Математика), науковий керівник В. В. Корольський. Кривий Ріг. (Gab, S. S. (2018). Geometric interpretation of series: qualification work for the degree of higher education Master, specialty 014.04 Secondary education (Mathematics), scientific supervisor V. V. Korolsky. Kryvyi Rih).
3. Габ, С. С., Корольський, В. В. (2020). Лінійна, квадратурна та кубатурна геометрична інтерпретація числових рядів засобами моделювання. Новітні комп'ютерні технології: науково-методичний збірник. Ред. С. О. Семеріков та ін. Кривий Ріг, XVI, 67–73. (Gab, S. S., Korolsky, V. V. (2020). Linear, quadrature and cubature geometric interpretation of numerical series by modeling means. New computer technologies: scientific and methodological collection. In S. O. Semerikov et al. (Eds) Kryvyi Rih, XVI, 67–73).
4. Габ, С. С., Корольський, В. В. (2018). Числові ряди, які пов'язані з параметрами додекаедра. Вісник міжнародного дослідницького центру «Людина: мова, культура, пізнання». Кривий Ріг, 42, 39–45. (Gab, S. S., Korolsky, V. V. (2018). Number series related to the parameters of the dodecahedron. Bulletin of the International Research Center "Human: Language, Culture, Cognition". Kryvyi Rih, 42, 39–45).
5. Дзигарська Н. С., Корольський В. В., Михайлова Я. А., Тураєва О. В. (2023). Застосування геометричних моделей при вивченні теми «Числові послідовності» учнями ліцеїв. Актуальні питання математичної освіти, 2(22), 22-32. (Dzygarska N. S., Korolsky V. V., Mykhaylova Ya. A., Turaeva O. V. (2023). Application of geometric models in the study of the topic "Numerical sequences" by lyceum students. Topical issues of natural science and mathematics education, 2(22), 22-32).
6. Дзигарська Н. С., Корольський В. В., Тураєва О. В. (2022). Генерація числових рядів з використанням послідовностей геометричних об'єктів, вписаних у квадрат з параметром $a = 1$ в системі координат Оху. Наукові записки молодих учених, 10. Режим доступу: <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/SNYS/article/view/1957/pdf>. (Dzygarska N. S., Korolsky V. V., Turaeva O. V. (2022). Generation of number series using sequences of geometric objects inscribed in a square with parameter $a = 1$ in the Oxy coordinate system. Scientific Notes of Young Scientists, 10. Retrieved from: <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/SNYS/article/view/1957/pdf>).
7. Корольський, В. В. (2017). Геометрична інтерпретація числових рядів. Новітні комп'ютерні технології. Ред. С. О. Семеріков та ін. Кривий Ріг, XV, 57–63. (Korolsky, V. V. (2017). Geometric interpretation of numerical series. Latest computer technologies. In S. O. Semerikov et al. (Ed) Kryvyi Rih, XV, 57–63).
8. Корольський, В. В. (2018). Геометрична інтерпретація числового ряду арифметичної прогресії. Новітні комп'ютерні технології. Ред. С. О. Семеріков та ін. Кривий Ріг, XVI, 59–66.

- (Korolsky, V. V. (2018). Geometric interpretation of numerical series of arithmetic progression. Latest computer technologies. In S. O. Semerikov et al. (Eds). Kryvyi Rih, XVI, 59–66).
9. Корольський, В. В., Рymar, А. І. (2022). Геометрична інтерпретація числових рядів, пов'язаних з державною символікою. Актуальні питання природничо-математичної освіти, 2(20), 29–38. (Korolsky, V. V., Rymar, A. I. (2022). Geometric interpretation of numerical series related to state symbols. Topical issues of natural science and mathematics education, 2(20), 29–38).
 10. Корольський, В. В., Тураєва, О. В. (2023). Генерація та дослідження числових рядів за допомогою геометричної моделі та комбінації рядів $\sum_{n=1}^{\infty} 1 \frac{1}{n}$ і $\sum_{n=1}^{\infty} 1 \frac{n}{n+1}$. Актуальні питання природничо-математичної освіти, 1(21), 46–54. (Korolsky, V. V., Turaeva, O. V. (2023). Generation and Research of Number Series Using a Geometric Model and a Combination of Series $\sum_{n=1}^{\infty} 1 \frac{1}{n}$ і $\sum_{n=1}^{\infty} 1 \frac{n}{n+1}$. Topical issues of natural science and mathematics education, 1(21), 46–54).
 11. Корольський, В. В., Тураєва, О. В. (2023). Технологія створення задач із застосуванням геометричних моделей. Матеріали V Всеукраїнської (з міжнародною участю) науково-практичної конференції молодих учених (10–11 травня 2023, м. Харків) (сс. 243–246). (Korolsky, V. V., Turaeva, O. V. (2023). Technology of Problem Creation Using Geometric Models. Materials of the V All-Ukrainian (with International Participation) Scientific and Practical Conference of Young Scientists (May 10–11, 2023, Kharkiv) (pp. 243–246).).

Korolskiy V. V., Muravska D. I. Interdisciplinary links in the professional education of bachelors 014.04. Secondary education (Maths).

The article describes the possibilities of the coordinate method for the implementation of interdisciplinary links on the basis of proving the well-known formulas of school courses in planimetry and stereometry. The proof of formulas is carried out in the form of solving relevant tasks. The tasks are offered for use in order to deepen the content of professional training of bachelors of speciality 014.04 Secondary Education (Maths). Solving the tasks requires knowledge and use of the methods of classical mathematical analysis, analytical geometry and algebra. This creates opportunities for creating other tasks for school students and future mathematics teachers. It also enhances the motivation of students to study specialised disciplines in order to use them in their future professional activities.

It is worth noting that in the process of solving the recommended tasks, students naturally develop a perception of mathematical analysis methods as general methods for solving various issues that are also related to mathematical disciplines. To a certain extent, the range of tasks considered in this article can be extended for use in the study of mathematics in a specialised school, in optional classes, mathematical circles, and advanced training courses. The areas of application of the coordinate method, which is one of the important components of school mathematics education, are being expanded.

The considered problems and methods of their solution allow us to conclude: the solution algorithms are based on the use of coordinates of points associated with geometric figures. Therefore, it is appropriate to call such a method coordinate.

The coordinate method allows us to quite simply clarify the connections between geometry and mathematical analysis. At the same time, as the examples of solving the considered problems for calculating the areas of geometric figures of planimetry show, the basic one is to prove the formulas for calculating the areas of any triangles using the integral. Then, when proving the formulas for the areas of other figures (parallelograms, rhombuses, trapezoids, etc.), it becomes possible to use the coordinate method in combination with calculating the areas of triangles.

Key words: school mathematics education, professional education of mathematics teachers, interdisciplinary connections, coordinate method, educational process in mathematics, mathematical problems, professional training of bachelors, geometry.

УДК: 378:001.891:371.385.5+372.851
DOI 10.5281/zenodo.14566757

К. В. Нєдялкова
ORCID ID 0000-0003-1092-2116

ДЗ: «Південноукраїнський національний педагогічний
університет імені К. Д. Ушинського»

З ДОСВІДУ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ДО ВСЕУКРАЇНСЬКОГО КОНКУРСУ НАУКОВИХ СТУДЕНТСЬКИХ РОБІТ З МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИКИ

Автором, не претендуючи на вичерпність, проаналізовано та узагальнено передумови та умови успішної участі здобувачів вищої освіти у Всеукраїнському конкурсі наукових робіт для студентської молоді «Методика викладання предметів (дисциплін)» фізико-математичного циклу в закладах освіти» у секції «Методика викладання математики в закладах загальної середньої, професійно-технічної, фахової передвищої та вищої освіти».

Аналізуються актуальна тематика можливих наукових досліджень студентів, способи заохочення здобувачів вищої освіти до наукового пошуку в обраній галузі знань, роль наукового керівника у проведенні дослідження, обговорюються організаційні аспекти участі у конкурсі. До передумов успішної участі студентів у конкурсі наукових робіт віднесено ознайомлення студентів з методами наукового пізнання, принципом академічної доброчесності, набуття ними певного досвіду дослідницької діяльності, сформованість у здобувачів прийомів творчої діяльності, ретельний аналіз вимог до написання конкурсної наукової роботи, ознайомлення з переможними науковими роботами та деякі інші. До умов автор відносить єдність форми та змісту наукової роботи, дотримання принципу академічної доброчесності, практичну апробацію представленої методичної розробки, обговорення зі спільнотою фахівців, у тому числі на міжнародних майданчиках, коректне подання матеріалів наукової роботи студентом до конкурсної комісії, якісна підготовка конкурсанта/конкурсантки науковим керівником до захисту роботи та деякі інші.

Отже, успішна участь студента у конкурсі наукових робіт є результатом цілеспрямованої, довготривалої, виваженої, творчої праці як здобувача вищої освіти, який має бути вмотивованим, здатним до продуктивної пошукової творчої діяльності, так і наукового керівника, що враховує низку факторів ефективності цього виду професійної педагогічної діяльності.

Ключові слова: наукова робота, здобувач вищої освіти, конкурс, методика викладання математики, освітній процес з математики, заклади загальної середньої, професійно-технічної, фахової передвищої та вищої освіти, академічна доброчесність, дослідницька діяльність.

Постановка проблеми. Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей (до 2017 р. — Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт з природничих, технічних та гуманітарних наук) — щорічний загальнонаціональний конкурс, що проводиться з метою підготовки фахівців нової генерації європейського рівня, формування у них знань і умінь дослідницької діяльності, для яких установлення на професійну майстерність є пріоритетною стратегією їх життєдіяльності [11]. Основними завданнями конкурсу є: виявлення та розвиток обдарованих студентів, сприяння реалізації їх здібностей; стимулювання творчого самовдосконалення студентської молоді; популяризація досягнень науки, техніки та інноваційних технологій; залучення провідних вчених, наукових, науково-педагогічних працівників до творчої роботи з обдарованою молоддю [11].

Натомість, останнім часом стає помітною тенденція зниження кількості учасників конкурсів наукових студентських робіт і якості представлених досліджень. Так наприклад, у 2023/2024 навчальному році у Всеукраїнському конкурсі наукових робіт для студентської

молоді «Методика викладання предметів (дисциплін)» фізико-математичного циклу в закладах освіти» (далі - Конкурси) у секції 1 «Методика викладання математики в закладах загальної середньої, професійно-технічної, фахової передвищої та вищої освіти» брали участь 18 здобувачів, у секції 2 «Методика викладання фізики, астрономії в закладах загальної середньої, професійно-технічної, фахової передвищої та вищої освіти» – 11 студентів, а в секції 3 «Методика викладання інформатики в закладах загальної середньої, професійно-технічної, фахової передвищої та вищої освіти» – всього 8 конкурсантів.

Така ситуація, безумовно, спричинена не тільки тяжкими умовами сьогодення, але й іншими факторами, які потребують окремого аналізу. До них, ймовірно, можна віднести недостатню роботу викладачів зі стимулювання творчої активності та наукового пошуку здобувачів вищої освіти, з виявлення та подальшої індивідуальної роботи зі студентами, які проявляють яскраві здібності в тій чи іншій галузі науки та інші фактори. З іншого боку, потребує аналізу успішний досвід обдарованих студентів і їх наукових керівників з підготовки якісних наукових досліджень і досягненні високих результатів на Всеукраїнському конкурсі наукових робіт для студентської молоді.

Аналіз актуальних досліджень. Рух з пошуку і розвитку обдарованої студентської молоді має в Україні свою історію і традиції. Так, наприклад, вже 21 рік поспіль на базі Хмельницького інституту МАУП проводиться щорічний Всеукраїнський конкурс студентських та учнівських наукових робіт: «Україна у сучасному геополітичному просторі: погляд молоді»; за цей час в конкурсі прийняло участь більш, ніж 2000 студентів і школярів [10].

Всеукраїнські конкурси наукових робіт студентів проводяться з найсучасніших напрямів розвитку науки і технологій. Зокрема, щорічно з метою активізації науково-дослідної роботи студентів, стимулювання інтересу до науки та технологій серед молоді, сприяння вирішенню проблем та практичних завдань у галузі штучного інтелекту проводиться «Всеукраїнський конкурс наукових робіт студентів зі штучного інтелекту» (II тур цього року проводився на базі КПІ імені Ігоря Сікорського) [3].

З метою підтримки обдарованої студентської молоді, створення умов для її творчого зростання, активізації науково-дослідної роботи студентів та згідно з Листом ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» № 21/08-1948 від 06.11.2023 р. і відповідно до Положення про проведення Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей (далі Положення) [11], затвердженого наказом Міністерства освіти і науки України від 18.04.2017 р. № 605 в університетах України проводився I тур Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей в період з лютого по квітень 2024 року. У цьому Листі також зазначалося, що другий тур Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей із міркувань безпеки у 2023/2024 навчальному році не проводитиметься. Водночас, у цьому Листі було зазначено, що заклади вищої освіти в межах автономії можуть ініціювати проведення будь-яких інтелектуальних змагань міжнародного, всеукраїнського рівнів з виданням відповідного наказу.

Відтак, відповідно до Листа МОН України № 21/08-164 від 30.01.2024 року «Про проведення Всеукраїнських студентських конкурсів наукових робіт» Житомирський державний університет імені Івана Франка затверджено базовим закладом вищої освіти з проведення, зокрема, Всеукраїнського конкурсу наукових робіт для студентської молоді «Методика викладання предметів (дисциплін)» фізико-математичного циклу в закладах освіти» (Конкурсу). Цей заклад вищої освіти став також базовим для проведення конкурсів для студентської молоді за спеціальностями «Філософія», «Прикладна математика». Згідно Положення (частина I, п.7) базовий заклад освіти і спеціальності визначаються строком на три роки. Так, у 2020-2023 навчальних роках Всеукраїнський конкурс наукових робіт проводився за 167 напрямками (галузями знань, спеціальностями і спеціалізаціями), із-поміж яких – «Методика навчання природничо-математичних дисциплін» (базовим закладом був Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини) [9].

На теренах України наразі проводяться і міжнародні конкурси наукових студентських робіт. Так, у 2023/2024 навчальному році на базі Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського під патронатом ЮНЕСКО проводився Міжнародний конкурс студентських наукових робіт, який також здійснювався у два тури (слід сказати, що цей конкурс проводився тільки за десятима спеціальностями; із педагогічних – тільки за спеціальністю 015 «Професійна освіта») [5].

Отже, можна зробити висновок, що зусиллями держави та небайдужих освітян, фахівців у своїй справі робиться все належне і можливе для створення умов і можливостей для реалізації здобувачами вищої освіти своїх інтелектуальних амбіцій, розвитку їх творчих здібностей, впровадження наукових здобутків студентів. У цьому сенсі велика роль належить особистості педагога – наставника, який здатний заохотити і зацікавити здобувачів вищої освіти до продуктивної творчої діяльності в певній галузі знань, спрямувати науковий пошук.

Так, на сучасному етапі, дослідники О. А. Грицан О.А., А. В. Зеліско, Л.С. Кульчак займаються розробкою питань щодо методики підготовки студентів юридичного інституту до конкурсу наукових робіт, розглядаючи основні питання організації та оцінювання якості наукової роботи студентів [4]. Проблему розвитку обдарованої студентської молоді досліджують О. Є. Антонова, О. А. Дубасенюк, Н.Г. Сидорчук та інші вчені [1]. Загальними аспектами методики та організації наукових досліджень, зокрема молодими вченими, займаються С. Е. Важинський, Т.І. Щербак та інші [2].

Окрему увагу з огляду на проблему розвитку інтелектуальних умінь і творчих здібностей здобувачів освіти слід звернути на діяльність науково-дослідної лабораторії змісту і методів навчання математики, фізики, інформатики (СумДПУ імені А.С.Макаренка) (далі Лабораторія) під керівництвом доктора педагогічних наук, професора Чашечникової Ольги Серафимівни; тема дослідження лабораторії – «Розвиток інтелектуальних умінь і творчого мислення учнів та студентів при вивченні математики» [6].

Мета статті - проаналізувати та узагальнити передумови та умови успішної участі здобувачів вищої освіти у Всеукраїнському конкурсі наукових робіт студентів у галузі методики викладання математики в закладах освіти.

Виклад основного матеріалу. Проаналізуємо **передумови** успішної участі здобувачів вищої освіти у Всеукраїнському конкурсі наукових робіт студентів, зокрема у галузі методики викладання математики в закладах освіти.

Оскільки метою конкурсів наукових робіт студентів є «створення умов для розвитку інтелектуального потенціалу талановитої молоді, підтримки наукової та творчої роботи студентів (курсантів), стимулювання їх інтересу до дослідницької роботи, оволодіння ними інноваційними технологіями» [11], то, перш за все, здобувачі вищої освіти мають бути ознайомлені з методами наукового пізнання, основами взаємодії між об'єктом і суб'єктом пізнання, організацію наукового дослідження та його інформаційного супроводу, про що студенти дізнаються на обов'язкових дисциплінах «Філософія», «Педагогіка», «Психологія», «Вступ до спеціальності», «Методика навчання математики», та деяких вибіркових дисциплінах.

Для успішної участі у конкурсі наукових робіт студенти повинні мати певний досвід дослідницької діяльності. У цьому сенсі важливого значення набуває виконання здобувачем вищої освіти курсової роботи з методики навчання математики, яка «...створює можливість для студента – майбутнього вчителя математики продемонструвати набуті здатності розв'язувати методичні задачі та здійснювати науковий пошук, організовувати дослідження, аналізувати його результати, формулювати висновки і прогнозувати подальші напрями розробки проблеми дослідження» [13, с. 7]. Під час виконання курсової роботи студенти набувають досвіду обирати тему дослідження, яка була б актуальною і цікавою, формулювати об'єкт і предмет дослідження, його мету, завдання, обирати адекватні методи і прийоми пошукової діяльності, проводити педагогічний експеримент тощо. Також, студенти в цей період навчаються реалізації принципу академічної доброчесності, без дотримання якого ніяка подальша наукова діяльність неможлива. Фактично, успішно виконане курсове дослідження може стати базисом

для подальшої наукової роботи, яка може претендувати на участь у конкурсі наукових робіт для студентської молоді.

На етапі виконання курсової роботи з методики навчання математики особлива роль у контексті обговорюваної проблеми покладається на наукового керівника, який має «помітити» обдарованих в зазначеній галузі здобувачів вищої освіти, вмотивованих на пошукову творчу діяльність, працездатних і відповідальних. Чудово, коли між здобувачем освіти і викладачем – науковим керівником встановлюються продуктивні, творчі взаємовідносини, спрямовані на досягнення певного наукового результату. У цьому сенсі важливими є авторитет педагога – наукового керівника, його наукові здобутки в певній галузі. Так, зі слів переможниці цьогорічного Конкурсу в секції 1 «Методика викладання математики в закладах загальної середньої, професійно-технічної, фахової передвищої та вищої освіти» Катерини Полуяктової на виконання конкурсної наукової роботи «Застосування проєктної технології при навчанні математики у Новій українській школі» її надихнули авторські проєкти її наукового керівника, з якими вона ознайомилася у підручнику «Математика. 6 клас» Світлани Скворцової та Катерини Недялкової [14]. Проаналізувавши досвід розробки навчальних проєктів наукового керівника та інших авторів, студенткою – переможницею конкурсу було розроблено власний навчальний проєкт «Подорож Ніколь» у контексті вимог Нової української школи, який складається із 19 частин і розповідає про подорож Ніколь до Італії, під час якої дівчина стикається з різними життєвими ситуаціями, для вирішення яких їй потрібні знання з математики. Отже, перспективні студенти мають ознайомлюватися з доробками наукового керівника, обговоренням результатів його досліджень з обраної тематики на конференціях, семінарах тощо; це може стати впливовим фактором на вибір здобувачем/здобувачкою теми наукової роботи, мотивацію до наукової діяльності в певній галузі [7; 14].

Важливо формувати у здобувачів вищої освіти прийоми творчої діяльності. У цьому сенсі корисним було б ознайомлення студентів з результатами діяльності Лабораторії.

Необхідною, на наш погляд, передумовою успішної участі здобувача/здобувачки вищої освіти у Всеукраїнських конкурсах наукових робіт є ретельний аналіз вимог до написання конкурсної наукової роботи. Як правило, цей перелік чітко окреслений організаторами конкурсу і заздалегідь розповсюджується серед закладів вищої освіти. Дотримання цих умов – організаційних, змістових, щодо оформлення роботи тощо – запорука успішного проходження конкурсної роботи на етапі експертної перевірки.

Також радимо ознайомитися з переможними науковими роботами Всеукраїнського конкурсу минулих років в обраній предметній галузі (секції). Зазвичай, дослідження призерів публікуються відразу після оголошення переможців конкурсу на офіційному сайті закладу вищої освіти, який оголошено Наказом МОН України базовим закладом для проведення Конкурсу з певної спеціальності. Такий аналіз дозволить студенту і науковому керівнику зорієнтуватися відносно рівня вимог щодо оцінки конкурсних робіт, актуальної тематики досліджень, прийомів і методів якісного, з точки зору фахівців-експертів і членів журі Конкурсу, проведеного наукового дослідження здобувачем вищої освіти.

Розглянемо **умови** підготовки і проведення якісного наукового дослідження здобувачем вищої освіти, зокрема у галузі методики навчання шкільного курсу математики, яке могло б претендувати на призові місця у Конкурсі.

Однією із головних умов, на наш погляд, – це єдність форми та змісту наукового дослідження, їх доцільність з огляду на обрану тему і визначену мету. Отже, щодо змісту – вибір теми роботи, безумовно, має бути актуальним. У галузі методики навчання шкільного курсу математики доцільно порушувати проблеми, пов'язані з реалізацією Концепції Нової української школи (далі НУШ), впровадженням нових Модельних навчальних програм для вивчення математики у 5-6 класах та алгебри і геометрії у 7-9 класах, або інтегрованого курсу «Математика» у 7-9 класах, особливостями використання шкільних підручників, розроблених згідно Концепції НУШ. Також актуальними залишаються питання диференціації навчання, розвитку творчих і математичних здібностей учнів і учениць, подолання освітніх втрат в умовах сьогодення та інші. Згідно обраної проблематики потрібне чітке визначення мети і

завдань дослідження, його методології. На цьому етапі потрібне «м'яке» керування дослідницькою діяльністю студента з боку наукового керівника, пам'ятаючи при цьому, що у цілому робота має носити самостійний характер. Також, доречними виявляються поради наукового керівника щодо обробки результатів дослідження, апробації методичних розробок тощо. Важливими у розкритті ідеї є: аналіз попередніх наукових розробок з теми, з'ясування невіршених аспектів проблеми (або розширення і поглиблення проблематики дослідження), опис власної методичної розробки (її новизна та значущість мають бути очевидними). При цьому важливими є лаконічність викладу (зміст роботи обмежений 30 сторінками, без додатків), раціональність теоретичних міркувань. Щодо форми – потрібне чітке дотримання вимог щодо оформлення роботи, зокрема списку використаних джерел, посилань на них, які визначені оргкомітетом Конкурсу. Тут потрібен контроль з боку наукового керівника з точки зору уникнення граматичних, стилістичних, математичних та інших видів помилок, охайного оформлення роботи, структурування й унаочнення матеріалів дослідження тощо. При цьому обов'язковим правилом є дотримання принципу академічної доброчесності (доречно буде сказати, що всі конкурсні наукові студентські роботи проходять перевірку на плагіат двічі – спочатку особисто, з використанням будь-якої перевіркої системи (цей документ надсилається разом з роботою), а потім перевірку здійснює базовий заклад вищої освіти, відповідальний за проведення Конкурсу).

Надважливим для визнання адекватності дослідження заявлених меті та його значущості є практична апробація представленої методичної розробки. З точки зору наукового дослідження студентів у галузі методики навчання шкільного курсу математики це може бути її впровадження у практику навчально-виховного процесу ЗЗСО (проведення відкритих уроків (серії уроків), майстер-класів, факультативного курсу, позакласних заходів тощо). Причому вказані заходи можуть проводитися як самим конкурсантом-дослідником, так і вчителями (фахівцями), що погодилися були залученими до процесу апробації та впровадження результатів наукової розробки. Так, наприклад, переможниця цьогорічного Конкурсу у секції 1 Катерина Полуяктова при виконанні конкурсної наукової роботи особисто проводила майстер-клас в Одеському ліцеї «Мрія» у формі відкритого уроку систематизації знань у 5 класі з теми «Дробі. Скорочення дробів». Також розроблений Катериною Полуяктовою проєкт «Подорож Ніколь» пройшов апробацію в Одеському ліцеї № 81 та Одеській гімназії «Південноукраїнська» зусиллями вчителів математики цих закладів.

На наш погляд, обов'язковим з точки зору науковості та обґрунтованості представлених результатів дослідження є їх обговорення зі спільнотою фахівців (практикуючих учителів, методистів, аспірантів, викладачів), аналіз їх зауважень і пропозицій щодо перспектив подальших розробок в означеному напрямі. Так, конкурсна наукова робота «Застосування проєктної технології при навчанні математики у Новій українській школі» Катерини Полуяктової після етапу апробації методичної розробки зазнала обговорення у колі фахівців – учасників цієї апробації – учителів математики і методистів Одеського ліцею № 81 та Одеської гімназії «Південноукраїнська» (рис. 1). На зустрічі, що проводилась в онлайн форматі, було позитивно оцінено представлену методичну розробку і рекомендовано до її використання при навчанні математики. На цій зустрічі акцент було зроблено на розкритті компетентнісного потенціалу проєкту «Подорож Ніколь», тобто на можливості формування ключових компетентностей, визначених Концепцією Нової української школи в учнів/ученицях під час виконання проєкту.

Також, безумовно, важливим є обговорення на широких майданчиках фахівців – спеціалістів у галузі педагогіки і методики навчання окремих дисциплін. Мається на увазі участь конкурсанта/конкурсантки у конференціях (семінарах, вебінарах тощо) з актуальних педагогічних проблем. Корисно з точки зору обговорення результатів дослідження і власного досвіду студента/студентки публічного виступу (англійською мовою, зокрема), якщо це буде міжнародний майданчик (платформа для обговорення). Так, нами було написано статтю і прийнято участь з метою оприлюднення і впровадження результатів наукової роботи у Міжнародній конференції [8], на якій було дано рекомендації щодо доцільності практичного використання результатів проведеної роботи.

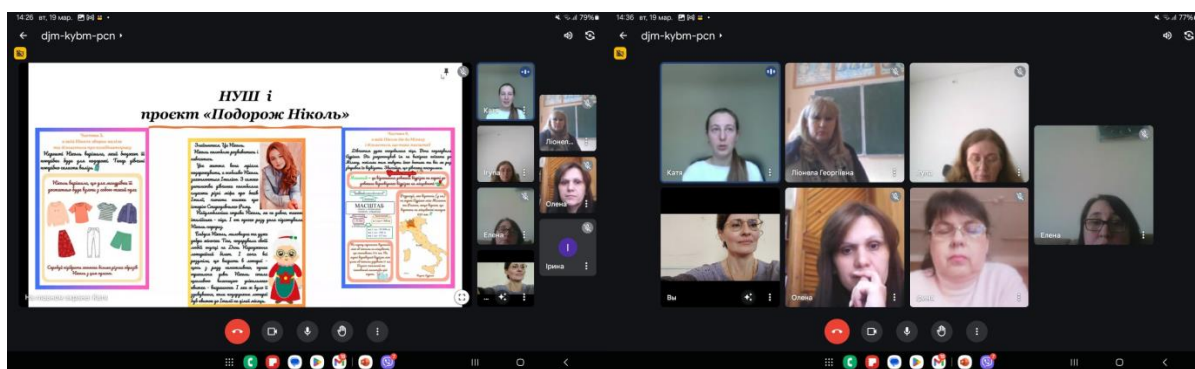


Рис. 1. Онлайн-зустріч із вчителями математики.

Доцільно долучати якомога більше зацікавлених студентів до I туру Конкурсу («внутрішній конкурс» на факультеті (в інституті)). Проведення такого етапу дозволяє виявити найкращі роботи, які потенційно можуть стати переможними на II турі Конкурсу, а здобувачам/здобувачкам вищої освіти обмінятися ідеями, презентувати власні доробки, одержати певний досвід дослідницької діяльності та публічних виступів, оцінити результати власної роботи та робіт однокласників, розвивати критичне мислення та рефлексію.

Коректне подання матеріалів наукової роботи студентом до конкурсної комісії (структура, шифрування роботи, відомості про автора і наукового керівника, анотація, подання тексту роботи у друкованому та електронному виді, акти про впровадження результатів дослідження (за наявності), копії патентів (за наявності), статей і матеріалів конференцій (за наявності)) та подальша комунікація з оргкомітетом також є важливою умовою успішної участі в Конкурсі. Необхідно слідкувати за проміжними результатами проведення Конкурсу, оголошеннями щодо його другого (фінального) етапу – виступу на конференції (або відеоконференції, як було цього року), до якої допускаються не всі учасники-конкурсанти. Так, наприклад, у 2023/2024 навчальному році згідно з рішенням Конкурсної комісії Конкурсу (Протокол № 2 від 12.04.2024 року) до другого етапу II туру Конкурсу допускалися студентські наукові роботи, які набрали найвищу кількість балів (у середньому не менше 65 балів) після першого етапу II туру – перевірки експертами (максимум – 100 балів від кожного із двох експертів). Фактично, це означало, що на роботу надійшло дві рецензії від експертів (їх прізвища не оприлюднюються) з формулюванням: «рекомендується» до захисту на науково-практичній конференції (відеоконференції), а також, що наукова робота успішно пройшла перевірку на унікальність.

Не менш важливим етапом, з нашої точки зору, є підготовка конкурсанта/конкурсантки науковим керівником до другого (фінального) етапу II туру Конкурсу – захисту роботи особисто здобувачем вищої освіти. У цьому сенсі необхідна ретельна підготовка презентації роботи і доповіді захисту, з обов'язковим дотриманням часового регламенту (у 2023/2024 навчальному році він становив 8 хвилин). Презентація має включати найважливіші та найцікавіші моменти поведеного наукового дослідження, бути оформленою з дотриманням усіх вимог щодо унаочнення матеріалу і підготовки комп'ютерних презентацій (формат слайдів, використання доречних шрифтів, кольорів, фігур, фото і відео-матеріалів, структурування інформації тощо). Необхідним етапом підготовки до успішного захисту конкурсантом/конкурсанткою поданої наукової роботи є «прокатка» – імітація захисту, влаштована науковим керівником особисто або з колегами, можливо, із залученням студентів факультету (інституту). У цьому сенсі доречно перевірити дотримання часового регламенту, встановленого оргкомітетом, чіткості та доречності доповіді – коментарів до слайдів презентації, якості оформлення презентації і безпомилковості тексту (матеріалів) слайдів і промови.

Після проведення другого етапу II туру Конкурсу – захисту роботи на конференції (відеоконференції), на якій у цьому році були присутні п'ять членів журі, визначаються переможці, призери та учасники конкурсу. До відеоконференції допускають тільки конкурсанти після демонстрації документа, який встановлює особу та члени журі і

Оргкомітет Конкурсу (наукові керівники, батьки та інші особи до захисту робіт здобувачами вищої освіти не допускаються) (рис. 2).

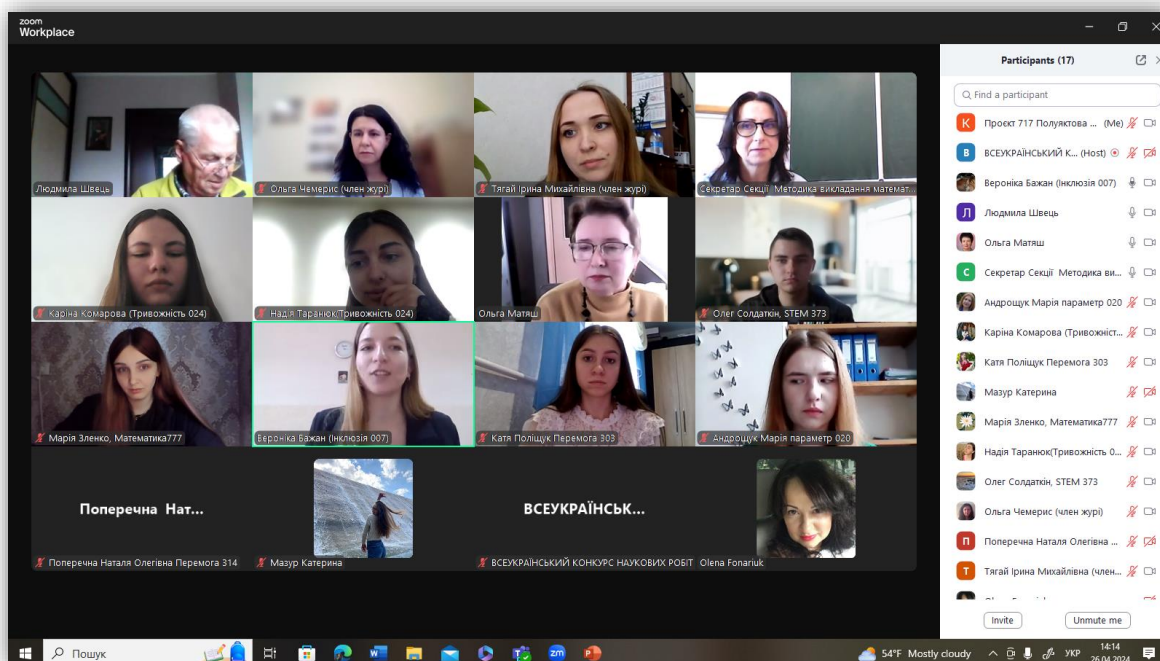


Рис. 2. Фрагмент відеоконференції – захисту конкурсних наукових робіт (другий (фінальний) етап II туру Конкурсу)

Отже, за підсумками двох етапів II туру Конкурсу у 2023/2024 навчальному році переможницею в зазначеній секції стала Катерина Полужактова з науковим дослідженням «Застосування проєктної технології при навчанні математики у Новій українській школі» (Проект 717) (рис. 3). На офіційному сайті базового закладу освіти можна ознайомитися з повним текстом цього дослідження, а також науковими роботами інших призерів Конкурсу у зазначеній секції: дві наукові роботи посіли друге призове місце і дві наукові роботи вибороли третє призове місце. Особливою відзнакою членами журі було визначено роботу під шифром «Інклюзія007».

Секція «Методика викладання математики в закладах середньої, професійно-технічної, фахової передвищої та вищої освіти»

Шифр	I етап	1 член журі	2 член журі	3 член журі	4 член журі	5 член журі	II етап	Всього	Місце
Проект 717	96,00	100,00	98,00	95,00	97,00	98,00	97,60	193,60	I
Задачі 007	77,50	95,00	90,00	92,00	90,00	91,00	91,60	169,10	II
STEM 373	77,00	90,00	85,00	90,00	88,00	89,00	88,40	165,40	II
ПЕРЕМОГА 314	84,50	80,00	82,00	80,00	79,00	79,00	80,00	164,50	III
Тривожність 024	82,50	75,00	78,00	75,00	78,00	77,00	76,60	159,10	III
інклюзія007	69,00	86,00	82,00	88,00	90,00	90,00	87,20	156,20	Особлива відзнака
Математика777	83,50	75,00	70,00	75,00	71,00	70,00	72,20	155,70	учасник
ПЕРЕМОГА 303	79,50	70,00	65,00	78,00	74,00	74,00	72,20	151,70	учасник
параметр 020	68,50	70,00	75,00	75,00	75,00	74,00	73,80	142,30	учасник

Рис. 3. Фрагмент рейтингового списку за результатами першого та другого етапів II туру Конкурсу в указаній секції

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Підсумовуючи аналіз передумов і умов успішної участі здобувачів вищої освіти у Конкурсі, що базувався на власному досвіді автора підготовки переможниці цього конкурсу в зазначеній секції в 2023/2024 навчальному році, можна дійти висновків, що така підготовка є результатом

цілеспрямованої, довготривалої, виваженої, творчої праці як здобувача/здобувачки вищої освіти, який/яка має бути, безумовно, вмотивованим(ою), здатним(ою) до продуктивної пошукової творчої діяльності, так і наукового керівника, що враховує низку факторів, передумов і умов ефективності цього виду професійної педагогічної діяльності.

Подальшу роботу в означеному напрямі дослідження вбачаємо у популяризації руху з розвитку обдарованої студентської молоді в обраній предметній галузі; вдосконаленні процесу фахової підготовки майбутніх учителів, зокрема математики, у контексті розвитку творчих здібностей, здатності та заохочення до наукової діяльності здобувачів вищої освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Антонова, О. Є., Дубасенюк, О. А., Сидорчук, Н. Г. (2006). Обдарована студентська молодь: здобутки, пошуки, перспективи: Науковий збірник. Житомир : Вид-во ЖДУ. (Antonova, O. E., Dubasenyuk, O. A., Sydorchuk, N. G. (2006). Gifted student youth: achievements, searches, prospects: Scientific collection. Zhytomyr : ZhDU Publishing House).
2. Вазинський, С. Е., Щербак, Т. І. (2016) Методика та організація наукових досліджень : Навчальний посібник. Суми : СумДПУ імені А. С. Макаренка. (Vazhynskiy, S. E., Shcherbak, T. I. (2016) Methodology and organization of scientific research: Tutorial. Sumy : Sumy DPU named after A. S. Makarenko).
3. Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт зі штучного інтелекту. Режим доступу: <http://aic.kpi.ua/> (All-Ukrainian competition of student scientific works on artificial intelligence. Retrieved from: <http://aic.kpi.ua/>)
4. Грицан, О. А., Зеліско, А. В., Кульчак, Л. С. (2014). Методичні вказівки по написанню наукових робіт та критеріїв оцінювання різних форм наукової діяльності студентів. Івано-Франківськ : Юридичний інститут Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. (Hrytsan, O. A., Zelisko, A. V., Kulchak, L. S. (2014). Methodical guidelines for writing scientific papers and evaluation criteria of various forms of scientific activity of students. Ivano-Frankivsk: Law Institute of Vasyl Stefanyk Prykarpattia National University).
5. Міжнародний конкурс студентських наукових робіт. Режим доступу : <https://krnukonkurs.kdu.edu.ua/> (International competition of student scientific works. Retrieved from : <https://krnukonkurs.kdu.edu.ua/>).
6. Науково-дослідна лабораторія змісту і методів навчання математики, фізики, інформатики (СумДПУ імені А.С.Макаренка). Режим доступу : <https://fizmat.sspu.edu.ua/nauka/naukovi-laboratorii/laboratriia-zmn-fmi> (Scientific and research laboratory of the content and methods of teaching mathematics, physics, and informatics (Sumy State Pedagogical University named after A.S. Makarenko). Retrieved from : <https://fizmat.sspu.edu.ua/nauka/naukovi-laboratorii/laboratriia-zmn-fmi>).
7. Недялкова, К. В. (2023). Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей шестикласників у процесі проєктної діяльності з математики. Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ*плюс – 2023» : матеріали IV Міжнародної дистанційної науково-методичної конференції (10 листопада 2023, м. Суми) (с. 129–130). (Niedyalkova, K. V. (2023). Development of intellectual skills and creative abilities of sixth graders in the process of project activities in mathematics. Development of intellectual skills and creative abilities of pupils and students in the process of learning the disciplines of the natural and mathematical cycle "ITM*plus – 2023": materials of the 4th International distance scientific and methodical conference (November 10, 2023, Sumy) (pp. 129–130).).
8. Недялкова, К. В., Полуюктова, К. С. (2024). Implementation of the competence approach in the new ukrainian school by project teaching of mathematics. Global science: prospects and innovations. Proceedings of the 7th International scientific and practical conference (1–3 March, 2024, Liverpool). Cognum Publishing House. Liverpool, United Kingdom. (pp. 355–363). (Niedyalkova, K. V., Poluyaktova, K. S. (2024). Implementation of the competence approach in the new ukrainian school by project teaching of mathematics. Global science: prospects and

- innovations. Proceedings of the 7th International scientific and practical conference (1–3 March, 2024). Liverpool Cognum Publishing House. Liverpool, United Kingdom. (pp. 355 – 363).).
9. Перелік галузей знань, спеціальностей (спеціалізацій), з яких проводиться другий тур Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей, базових закладів вищої освіти у 2020–2023 роках. Режим доступу : <https://maup.com.ua/assets/files/science/konkurs/perelik.pdf>. (The list of fields of knowledge, specialties (specializations), from which the second round of the All-Ukrainian competition for student scientific papers in fields of knowledge and specialties, basic institutions of higher education is held in 2020–2023. Retrieved from : <https://maup.com.ua/assets/files/science/konkurs/perelik.pdf>).
 10. План проведення наукових заходів у МАУП у 2024 році. Режим доступу : <https://km.maup.com.ua/institut/naukova-robota/plani-provedennya-naukovih-zahodiv.htm> (The plan for conducting scientific events at the MAUP in 2024. Retrieved from : <https://km.maup.com.ua/institut/naukova-robota/plani-provedennya-naukovih-zahodiv.htm>).
 11. Положення про проведення Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0620-17#Text> (Regulations on holding the All-Ukrainian competition of student scientific works in the fields of knowledge and specialties. Retrieved from : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0620-17#Text>).
 12. Сковрцова, С. О., Недялкова, К. В. (2023). Математика : підруч. для 6 кл. закл. загал. серед. освіти (у 2–х ч.). Харків : Ранок. (Skvortsova, S. O., Nedyalkova, K. V. (2023). Mathematics: textbook for the 6th grade of general secondary education institutions (in 2 parts). Kharkiv : Ranok).
 13. Сковрцова, С. О., Недялкова, К. В., Задоріна, О. М. (2024). Методичні рекомендації до виконання курсових робіт з навчальної дисципліни «Методика навчання шкільного курсу математики» для здобувачів вищої освіти. Одеса : Університет Ушинського. (Skvortsova, S. O., Nedyalkova, K. V., Zadorina, O. M. (2024). Methodological recommendations for the performance of coursework in the educational discipline "Methodology of teaching a school mathematics course" for students of higher education. Odesa: Ushinsky University).
 14. Сковрцова, С. О., Недялкова, К. В. (2023). Реалізація технології проєктного навчання в курсі математики шостого класу НУШ. Вісник Львівського університету. Серія педагогічна, 38 (сс. 232 – 253). (Skvortsova, S. O., Nedyalkova, K. V. (2023). Implementation of the technology of project learning in the mathematics course of the sixth grade of NUS. Bulletin of Lviv University. Pedagogical series, 38 (pp. 232–253).).

Niedialkova K. V. From the experience of training of higher education seekers to the all-ukrainian competition of scientific student papers on methodics of teaching mathematics.

The author, without pretending to be exhaustive, analyzed and summarized the prerequisites and conditions for the successful participation of higher education seekers in the All-Ukrainian competition of scientific papers for student youth "Methodics of teaching subjects (disciplines)" of the physical and mathematical cycle in educational institutions" in the section "Methodics of teaching mathematics in institutions of general secondary, professional and technical, professional pre-higher and higher education". Current topics of possible scientific research for students are analyzed, methods of encouraging higher education seekers to research in the chosen field of knowledge, the role of a scientific supervisor in conducting research, organizational aspects of participation in the competition are discussed. Prerequisites for successful participation of students in the competition of scientific papers include familiarization of students with the methods of scientific knowledge, the principle of academic integrity, their acquisition of a certain experience in research activity, the formation of techniques of creative activity of students, a thorough analysis of the requirements for writing a competitive scientific paper, familiarization with winning scientific papers and some others. To the conditions, the author refers to the unity of form and content of a scientific work, compliance with the principle of academic integrity, practical testing of the presented methodical creation,

discussion with community of specialists, including on international platforms, correct submission of materials of a scientific work by a student to the competition committee, high-quality preparation of a contestant by a scientific supervisor for protection of student paper and some others. Therefore, the successful participation of a student in a competition of scientific papers is the result of purposeful, long-term, well-balanced, creative work of both a student of higher education, who must be motivated, capable of productive search and creative activity, and a scientific supervisor, who takes into account a number of factors of the effectiveness of this type of professional pedagogical activity.

Key words: scientific work, higher education applicant, competition, mathematics teaching methodology, mathematics educational process, institutions of general secondary, vocational, pre-higher and higher education, academic integrity, research activity.

УДК 378.147:53:004.4:159.955

DOI 10.5281/zenodo.14567070

М. А. Слюсаренко

ORCID ID 0000-0003-0288-5482

Криворізький державний педагогічний університет

ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАВДАННЯ ЯК РЕСУРС РОЗВИТКУ ТВОРЧИХ ЗДІБНОСТЕЙ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ

Підготовка сучасного вчителя у галузі природничих дисциплін певною мірою залежить від його творчого потенціалу, здатності розв'язувати практичні технологічно-методичні проблеми як важливого ресурсу підвищення рівня його педагогічного професіоналізму. У статті виявлені можливості технологічних завдань у розвитку творчих здібностей майбутніх учителів фізики. Розглянуто особливості завдань технологічної спрямованості як одного із ефективних засобів комплексного розвитку творчих здібностей у майбутніх учителів фізики.

Доведено, що завдання технологічної спрямованості дозволяють оцінити здатність майбутніх вчителів фізики до креативних дій у створенні інноваційних навчальних інструментів із використанням інноваційних технологій. Технологічні завдання сприяють формуванню технологічної культури, оскільки студенти під час їх виконання інтегрують свої предметні знання з практичними навичками використання інноваційних технологій та технологічного інструментарію для створення ефективних навчальних матеріалів.

Наведено приклади розв'язування на заняттях з природничих дисциплін технологічних завдань за допомогою конструювання і моделювання з наведених фізичних явищ створити інтерактивний навчальний інструмент, який допоможе зрозуміти це явище у вигляді анімації, симуляції, інтерактивної презентації або фізичної моделі з елементами технологій. Зроблено висновок, що цілеспрямоване і систематичне використання технологічних завдань сприяє розвитку творчих здібностей й збагаченню творчого потенціалу майбутніх учителів фізики.

Встановлено, що удосконалення професійної підготовки майбутніх учителів фізики передбачає фундаменталізацію та технологізацію знань для розвитку креативного мислення, активності і самостійності, креативності технологічних дій, умінь і навичок роботи з джерелами наукової інформаційної бази і критичного осмислення інформації, використання технологічного інструментарію і методичного забезпечення освітнього процесу для продуктивного вирішення технологічно-методичних проблем. Продуктивність розвитку творчих здібностей студентів забезпечується наявністю позитивної мотивації, залученням їх до активної креативної технологічної діяльності шляхом моделювання ситуацій технологічної спрямованості, виконання творчих завдань і проектів, що створюють основу їх креативних дій та забезпечують збагачення творчого потенціалу як важливої характеристики педагогічного професіоналізму.

Ключові слова: технологізація освітнього процесу, технологічна культура, творчий потенціал, технології, технологічна діяльність, освітній процес у закладі вищої освіти, майбутні вчителі фізики, дисципліни природничого циклу.

Постановка проблеми. У Законі «Про освіту» формування культури й професіоналізм майбутнього вчителя розглядаються як взаємообумовлені й взаємопов'язані між собою процеси, що реалізуються в умовах ЗВО. Домінантою в стратегії освітньої політики нині є гуманізація та технологізація вітчизняної освіти та педагогічної практики. Основним освітнім орієнтиром виступає повага до особистості, сприяння розвитку та збагаченню її духовно-культурного і технолого-творчого потенціалу, складниками якого є природні задатки й набуті в процесі соціалізації знання та вміння, емоційно-вольові передумови до активної діяльності. Для реалізації цих задач потрібен вчитель нової формації, з високим рівнем інтелектуально-творчого потенціалу, професійної компетентності й технологічної вмілості, здатний креативно діяти, реалізовувати технологічні інновації у вчительській праці. Сучасний вчитель повинен мати розвинуте технічне-креативне мислення, яке стимулює його здатність до творчої самореалізації та самовираження в процесі професійної діяльності. В умовах технологізації освіти є необхідність у розвитку не тільки професійної компетентності сучасного вчителя, а й формування його технологічної культури, яка має вагомі ресурсні можливості в підвищенні рівня педагогічного професіоналізму.

Аналіз актуальних досліджень. Професійна підготовка майбутніх учителів в усі часи була в центрі уваги вчених-педагогів і практиків. Проблема розвитку творчого потенціалу вчителя та його ролі в навчанні й вихованні учнів були предметом уваги відомих педагогів. Важливу роль у розробці основ теорії творчої особистості відіграли дослідження: Г. Балла [1], Г. Костюка [5], В. Моляко [6], С.Сисоевої [8] у розкритті закономірностей творчого процесу в різноманітних видах діяльності; Н.Гузій [3], О.Чашечникової [9], Н.Чувасової [10] та ін. в обґрунтуванні сутності творчості та творчого процесу, визначенні специфіки творчості в тій чи іншій галузі знань.

Очевидний інтерес представляють дослідження, що розкривають систему професійної підготовки особистості процес професійного розвитку та саморозвитку особистості студента, його творчих характеристик, наукового стилю мислення (С.Гончаренко [2], Л.Кондрашова [4], Л.Нічуговська [7], та інші). V. Austin [11], M. Clement [12], A. Review [13], D. Ripley [14] ефективність дій учителя пов'язують із практико-орієнтованою підготовкою, розвитком його здатності застосовувати різноманітні технології, набуття досвіду рефлексивної поведінки.

Аналіз наукових робіт присвячених проблемам творчості дозволяє стверджувати, що в умовах актуалізації технологічних аспектів освіти на сучасному етапі розвитку суспільства технологічний аспект творчих здібностей як важливий показник технологічної культури не став об'єктом їх досліджень.

Мета статті – розкриття можливостей технологічних завдань як ресурсу підвищення продуктивності розвитку творчих здібностей майбутніх учителів фізики в умовах технологізації освітнього процесу.

Виклад основного матеріалу. Освіта, як сфера підготовки висококваліфікованих майбутніх учителів фізики, поступово змінює орієнтацію від передачі постійно накопиченої інформації на освоєння способів і засобів творчого мислення й діяльності. Орієнтація у світі сучасних цінностей стає самостійним завданням освітньої діяльності в сучасному світі, на відміну від минулих історичних ситуацій, коли цінності трансливалися й передавалися в процесі самої освіти, що актуалізує збагачення творчого потенціалу особистості в умовах закладу вищої освіти.

В умовах технологізації сучасної освіти зростає значення технологічної культури, гармонізація її соціальної і особистісної ролі у підвищенні продуктивності освітнього процесу в системі вищого навчального закладу. Майбутній вчитель має бути готовим до технологізації педагогічного процесу в різних типах навчальних закладів. Завдання

викладача вищого навчального закладу – сформулювати у студентів об’єктивне розуміння важливості технологізації сучасного навчання і можливостей технологічної культури в забезпеченні його продуктивності. Реалії сучасної професійної підготовки майбутніх учителів фізики свідчать про невідповідність її вимогам сучасних технологічних перетворень освітнього процесу. Базою цих перетворень є інтелектуально-творчий потенціал майбутніх учителів фізики, їх здатність нестандартно використовувати технологічний інструментарій у вирішенні технологічно-методичних проблем.

На цьому актуалізує увагу О.Чашечникова, яка тлумачить творче мислення особистості як мету, засіб і мотивувальний фактор навчання. Вона обґрунтовує вплив активної пізнавальної діяльності на розвиток інтелектуальних та творчих здібностей, які мають різну природу, але під час навчання предметному знанню між ними існують тісні взаємозв’язки і взаємовпливи та розкриває психолого-педагогічні передумови формування і розвитку творчого мислення студентів [9].

Все це говорить про необхідність змістової переорієнтації освітнього процесу майбутніх учителів фізики, введення в нього інноваційних технологій, модернізації технологічного інструментарію дизайну й створення методичного забезпечення навчання.

Технологічна культура вчителя є однією з потреб особистості, яка виникає в процесі професійно-практичної діяльності та обумовлена внутрішньо-особистісним механізмом регуляції і саморегуляції його дій і поведінки. Технологічна культура майбутніх учителів фізики є складовою професійно-педагогічної культури і виступає інтегральним особистісним утворенням, яке характеризується не лише духовною і матеріальною культурою особистості, а й знаннями в теорії технологізації навчання, вміннями у використанні інноваційних технологій, якостями, які забезпечують особистісно-діяльнісне рішення проблем технологізації сучасної освіти. Творчий потенціал – це інтегративна якість особистості, що є передумовою й результатом творчої діяльності, важливим ресурсом розвитку творчих здібностей і здатності особистості до самореалізації та самовдосконалення в умовах технологізації освіти. Необхідність збагачення творчого потенціалу майбутніх учителів хімії та біології відмічає Н.Чувасова, що на її думку, потребує обґрунтування загальної стратегії, яка впливає на оптимізацію підготовки майбутніх учителів хімії та біології у системі університетської освіти [10].

Це зумовлює необхідність спрямованості освітнього процесу на розвиток творчих здібностей студентів, забезпечення засвоєння ними нових способів мислення й досвіду технологічно-творчої діяльності. Основними складниками технологічно-творчої діяльності з розвитку творчих здібностей майбутніх учителів фізики є: самостійне здійснення перенесення знань і умінь у нову ситуацію; виявлення нової проблеми в стандартній ситуації; розробка та облік альтернатив при вирішенні проблеми; використання інструментальних ресурсів під час вирішення технологічно-методичної проблеми. Виходячи з цього програма дослідного навчання передбачала організацію професійної підготовки на положеннях:

- забезпечення умов організації формування технологічної культури майбутніх учителів фізики;
- визнання пріоритету суб’єктності, самоцінності індивідуальності студента як активного суб’єкта технологічної діяльності;
- технологізація освітнього процесу відповідно вимогам суспільства і особливостям творчої педагогічної діяльності;
- використання інструментарію педагогічного дизайну і методичного оснащення освітнього процесу;
- створення культурно-технологічного освітнього середовища й позитивно емоційного клімату освітнього процесу;
- опора суб’єкту позицію й індивідуальний досвід студентів, їхні інтереси, потреби, установки на самоорганізацію, саморозвиток й самоствердження в умовах технологізації освіти.

Розвиток творчих здібностей студентів освітньому процесі можливе при створенні на заняттях: креативно-діяльнісного підходу до вирішення навчальних завдань; можливості креативних дій; умов для прояву самостійності та творчої пізнавальної активності в ситуаціях технологічної спрямованості; прихованого управління ініціативою студентів з боку викладачів.

Під час проведення практичних робіт з природничих дисциплін практикувалися різноманітні технологічні завдання. Це завдання дозволяє оцінити здатність майбутніх вчителів фізики до креативних дій у створенні інноваційних навчальних інструментів із використанням технологій. Технологічні завдання сприяють формуванню когнітивно-конструктивного компонента технологічної культури, оскільки студенти під час їх виконання інтегрують свої предметні знання з практичними навичками використання інноваційних технологій та технологічного інструментарію для створення ефективних навчальних матеріалів. Студентам відводилося для виконання практичного завдання 60 хвилин.

Наприклад, з фізики на тему: «Створення інтерактивного навчального інструменту для пояснення фізичного явища»

Мета завдання: виявити здатність майбутніх вчителів фізики до креативних дій через розробку інноваційних методів навчання фізики із застосуванням сучасних технологій.

Завдання: вибрати одне з наведених фізичних явищ і створити інтерактивний навчальний інструмент, який допоможе учням середньої або старшої школи зрозуміти це явище. Інструмент може бути у вигляді анімації, симуляції, інтерактивної презентації або фізичної моделі з елементами технологій.

Теми для вибору: «Закон збереження енергії»; «Закон всесвітнього тяжіння»; «Електромагнітна індукція»; «Принцип дії електродвигуна»; «Закон Архімеда»; «Принципи роботи електричного кола».

Етапи виконання завдання: 1) Вибір фізичного явища та аналіз (10 хвилин); 2) Розробка концепції навчального інструменту (30 хвилин); 3) Підготовка короткої презентації (10 хвилин); 4) Презентація розробленого інструменту (10 хвилин):

Матеріали: комп'ютери або планшети з доступом до програмного забезпечення (PhET Simulations, GeoGebra, PowerPoint, Google Slides, або інші інструменти для моделювання фізичних явищ); інтернет для пошуку додаткових матеріалів або ідей; фізичні матеріали (якщо студенти обирають створення моделі) або датчики, якщо є можливість використовувати обладнання (датчики Vernier).

Практичне завдання з біології на тему: «Розробка інтерактивної моделі біологічного процесу для учнів з використанням технологій»

Мета завдання: виявити здатність майбутніх вчителів біології до креативних дій через створення інноваційного підходу до пояснення складного біологічного процесу за допомогою сучасних технологій.

Завдання: вибрати одне з біологічних процесів, зазначених нижче, і створити інтерактивну модель або візуалізацію для учнів середньої або старшої школи. Вони можуть використовувати комп'ютерні програми для моделювання, створити інфографіку або провести симуляцію біологічного процесу.

Теми для вибору: «Процес клітинного дихання»; «Фотосинтез у рослинах»; «Круговорот азоту в природі»; «Реплікація ДНК»; «Імунна відповідь організму»; «Структура і функція органел клітини».

Етапи виконання завдання: 1) Вибір біологічного процесу та аналіз (10 хвилин); 2) Розробка концепції інтерактивної моделі (30 хвилин); 3) Підготовка короткої презентації (10 хвилин); 4) Презентація результатів (10 хвилин):

Матеріали: комп'ютери або планшети з доступом до програмного забезпечення (PhET Simulations, Tinkercad, Canva, Google Slides, PowerPoint, або інші інструменти для моделювання біологічних процесів); інтернет для пошуку додаткових матеріалів і прикладів; фізичні матеріали для створення макетів (якщо обрано фізичне моделювання).

Використання дидактичного матеріалу й технологічного інструментарію при виконанні технологічних завдань стимулюють не тільки засвоєння предметних знань технологічної спрямованості, але й оволодіння технологічними вміннями і навичками, досвідом використання

знань як інструмента практичних технологічних дій. У процесі професійної підготовки студенти не тільки ознайомлювалися з дидактичним матеріалом і методичним забезпеченням, а й формували вміння створювати їх власними силами. Під час виконання технологічних завдань студенти чітко керувалися критеріями оцінювання досягнутих результатів, серед яких важлива роль відводилася таким критеріям, як *креативність* (наскільки оригінальним є підхід до пояснення фізичного явища); *технологічність* (інтерактивні засоби та інноваційні технології допомагають у освітньому процесі); *зрозумілість* (наскільки добре інструмент допомагає зрозуміти фізичне явище); *ефективність презентації* (якість пояснення під час презентації, здатність донести ідею до аудиторії).

Формування технологічної культури зумовлюється тим, наскільки студенти оволодівають творчими вміннями і навичками використовувати різні види технологічного обладнання, методичних засобів для досягнення запланованих результатів; активно залучаються до конструювання моделей, технологічних ситуацій, різних форм контролю за ефективністю технологічних дій.

Студенти в процесі навчальних занять засвоювали теоретичні основи технологічної діяльності як важливого ресурсу формування їх технологічної культури, оволодівали досвідом креативних дій й розвивали творчі здібності. Їх увага акцентувалася на таких аспектах:

- кожне заняття – це ситуація розв’язання технолого-методичних завдань;
- пошук засобів й технологічного інструментарію активізації технологічних дій;
- збагачення інтелектуально-технологічного потенціалу;
- набуття технолого-методичного досвіду;
- вимірювання змін у технологічних діях і професійних якостях як важливих показників рівнів сформованості технологічної культури;
- установка на подальше вдосконалення технологічної компетентності і вмілості як важливих ресурсних можливостей в забезпеченні якості освітнього процесу і професійного зростання майбутніх учителів фізики.

Програма дослідного навчання передбачала формування технологічної культури студентів як процесу цілеспрямованої зміни особистості під впливом технологізації освітнього процесу, активізації суб’єктної позиції його учасників засобами технологічних завдань, спрямованих на самовдосконалення й саморозвиток власних творчих здібностей.

Ми виходили з того, що результативність програми дослідно-експериментальної роботи зумовлюється оновленням змісту освітнього процесу, методичним забезпеченням, інструментарієм педагогічного дизайну й психолого-педагогічним супроводженням технологічних дій студентів під час технологічної діяльності в спеціально створених педагогічних умовах. Дидактичний матеріал та його технологічне оснащення спрямовані на допомогу студентам в оволодінні технологічними компетенціями, вміннями й навичками, які є базою продуктивності технологічних дій їх в самостійній технолого-методичній діяльності. У процесі аудиторних занять студенти не тільки ознайомлювалися з дидактичним матеріалом і методичним забезпеченням технологічної діяльності, а й набували вміння створювати, оновлювати їх зміст власними силами.

У процесі розробки дидактичних матеріалів і методичного забезпечення навчальних дисциплін, які окреслені навчальним планом і програмами, студенти набували досвід реалізації змістово-процесуального, креативно-діяльнісного, діалогічного і технологічного підходів до організації освітнього процесу, виходили з того, що, наприклад, розроблені ними технологічні завдання мають відповідати змісту теми навчальної дисципліни, яку вивчають, рівню складності відповідно до можливостей і здібностей кожного студента з урахуванням виду діяльності (пізнавальної, комунікативної, діалогічної, ситуаційно-рольової та ін.). У ході розробки методичних порад обов’язково враховувалися мотиви, потреби, установки й можливості студентів, їх інтелектуально-технологічний світогляд і досвід нестандартного вирішення технолого-методичних проблем. Увага студентів акцентувалася на ознайомленні з різними механізмами та видами обладнання для практичних, лабораторних робіт. Студенти набували навички роботи з технологічним

інструментарієм педагогічного дизайну під час аудиторних занять, коли вони використовували набір інструментів для проведення спостережень, анкетування, лабораторних експериментів та ін. По результатам підсумкового зрізу на етапі формувального експерименту виявлена позитивна динаміка розвитку творчих здібностей майбутніх учителів фізики. Дані наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Динаміка рівня розвитку творчих здібностей майбутніх учителів фізики

Рівні розвитку	Заміри, %			
	Констатувальний експеримент (72 студ.)		Формувальний експеримент (60 студ.)	
	студенти КГ	студенти ЕГ	студенти КГ	студенти ЕГ
Низький	51,3	53,3	40,3	9,2
Середній	42,8	41,9	47,3	61,3
Високий	5,9	4,8	12,4	29,5

Зібрані дані свідчать, що реалізація запропонованої експериментальної програми забезпечила позитивну динаміку рівнів сформованості творчих здібностей студентів від низького до середнього і високого рівнів у експериментальних групах. Високий рівень його склав за результатами підсумкового зрізу в контрольній групі – 12,4 %, середній – 47,3%, низький – 40,3 %, а в експериментальній групі результати значно вищі – відповідно високий рівень мають – 29,5 %, середній – 61,3%, низький – 9,2%. Отже, виявлено позитивну динаміку рівнів розвитку творчого потенціалу майбутніх учителів фізики. Достовірність отриманих результатів дослідження розвитку творчого потенціалу майбутніх учителів фізики та біології за кожним структурним компонентом перевірено на підставі застосування і визначення статистичного критерію χ^2 (хі-квадрат), запропонованого Д.Новіковим.

Встановлено, що удосконалення професійної підготовки майбутніх учителів фізики передбачає фундаменталізацію та технологізацію знань для розвитку креативного мислення, активності і самостійності, креативності технологічних дій, умінь і навичок роботи з джерелами наукової інформаційної бази і критичного осмислення інформації, використання технологічного інструментарію і методичного забезпечення освітнього процесу для продуктивного вирішення технолого-методичних проблем. Продуктивність розвитку творчих здібностей студентів забезпечується наявністю позитивної мотивації, залученням їх до активної креативної технологічної діяльності шляхом моделювання ситуацій технологічної спрямованості, виконання творчих завдань і проєктів, що створюють основу їх креативних дій та забезпечують збагачення творчого потенціалу як важливої характеристики педагогічного професіоналізму.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Таким чином, ефективність професійної підготовки для розвитку творчих здібностей майбутніх учителів фізики значно зростає, якщо: спрямовувати студента на нестандартно розв'язання ситуацій технологічної спрямованості на основі його мислення та креативних дій; надавати студенту під час розв'язування ситуацій допомогу, не позбавляючи його самостійності й не послаблюючи вольових зусиль, підтримувати емоційний настрій, його впевненість, що за достатньої мобілізації знань і творчих здібностей він зможе розв'язати поставлену перед ним проблему.

Проведене дослідження не претендує на остаточне розв'язання багатоаспектної проблеми розвитку творчих здібностей майбутніх учителів фізики засобами технологізації освітнього процесу в умовах вищих навчальних закладів.

Подальшого вивчення та обґрунтування потребують проблеми впровадження спеціалізованого навчального курсу підготовки майбутніх учителів фізики до творчої технологічної діяльності та організація системи практикумів, тренінгів з розвитку креативних здібностей студентів. Перспективним вважаємо подальше дослідження проблеми збагачення творчого потенціалу майбутніх учителів фізики у процесі різних видів виробничої практики, оволодіння ними методикою впровадження інноваційних освітніх технологій у практику загальноосвітньої школи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Балл, Г. О. (2000). Гуманізація загальної та професійної освіти: суспільна актуальність і психолого-педагогічні орієнтири. Неперервна професійна освіта: проблеми, пошуки, перспективи. Київ : Віпол (сс. 134–158). (Ball, G. O. (2000). Humanization of general and professional education: social relevance and psychological and pedagogical guidelines. Continuous professional education: problems, searches, prospects. Kyiv : Vipol (pp. 134–158).).
2. Гончаренко, С. У. (2004). Принцип фундаментальної освіти. Наукові записки. Кіровоград КДПУ ім. В. Винниченка. Серія: Педагогічні науки, 55, 3–8. (Goncharenko, S. U. (2004). The principle of fundamental education. Scientific notes. Kirovohrad KDPU named after V. Vinnichenko. Series: Pedagogical sciences, 55, 3–8).
3. Гузій, Н. В. (2016). Педагогічна творчість, майстерність, професіоналізм у контексті акмепрофесіогенезу освітянських кадрів. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 16. Творча особистість учителя: проблеми теорії і практики, 26(36), 11–14. (Guzii N. V. (2016). Pedagogical creativity, skill, professionalism in the context of acmeprofessionogenesis of educational personnel. Scientific journal of the National Pedagogical University named after M.P. Drahomanova. Series 16. Creative personality of the teacher: problems of theory and practice, 26(36), 11–14).
4. Кондрашова, Л. В. (2000). Процесс обучения в высшей школе. Кривой Рог: ИВИ. (Kondrashova, L. V. (2000). The process of learning in higher education. Krivoy Rog: IVI).
5. Костюк, Г. С. (1989). Навчально-виховний процес і психічний розвиток особистості. Під ред. Л. М. Проколієнко. Київ : Радянська школа. (Kostyuk, H. S. (1989). Educational and educational process and mental development of personality. In L. M. Prokolienko (Ed). Kyiv : Radianska shkola).
6. Моляко, В. А. (1995). Психологические проблемы творческой одаренности. Київ : Знание. (Molyako, V. A. (1995). Psychological problems of creative giftedness. Kyiv : Znanye).
7. Нічуговська, Л. І. (2017). Професійна рефлексія як чинник розвитку творчого потенціалу викладача вищого навчального закладу. Адаптивне управління: теорія і практика. Серія: Педагогіка, 3(5). Режим доступу: [http:// am.eor.by/ sndex.php/gallery/ 124-vipusk-3-2017](http://am.eor.by/sndex.php/gallery/124-vipusk-3-2017). (Nichugovska, L. I. (2017). Professional reflection as a factor in the development of the creative potential of a teacher of a higher educational institution. Adaptive management: theory and practice. Series: Pedagogy, 3(5). Retrieved from: [http:// am.eor.by/ sndex.php/gallery/ 124-vipusk-3-2017](http://am.eor.by/sndex.php/gallery/124-vipusk-3-2017)).
8. Сисоєва, С. О. (2014). Творчий розвиток фахівців в умовах магістратури : монографія. Київ : ТОВ «Видавниче підприємство «Єдельвейс». (Sysoeva, S. O. (2014). Creative development of specialists in the conditions of the master's degree : monograph. Kyiv : Yedelweiss Publishing Company LLC).
9. Чашечнікова, О. С. (2011). Теоретико-методичні основи формування і розвитку творчого мислення учнів в умовах диференційованого навчання математики (автореф. дис. д-ра пед. наук: 13.00.02). Черкаси. (Chashechnikova, O. S. (2011). Theoretical and methodological foundations for the formation and development of creative thinking of students in the conditions of differentiated teaching of mathematics (DSc thesis abstract). Cherkasy).
10. Чуvasова, Н. О. (2016). Розвиток творчого потенціалу майбутніх учителів хімії та біології у процесі фахової підготовки педагогічного університету : монографія. Черкаси. (Chuvasova, N. O. (2016). Development of creative potential of future teachers of chemistry and biology in the process of professional training of a pedagogical university : monograph. Cherkasy).
11. Austin, V. L. (2018). Effective Behaviors Employed by Successful Teachers of Students with Learning and Emotional Challenges. Paving the Pathway for Educational Success: Effective Classroom Strategies for Students with Learning Disabilities, 109.
12. Clement, M. C. (2018). What Successful Teachers Do: A Dozen Things to Ensure Student Learning. Rowman & Littlefield.
13. A Review of the Literature on Teacher Effectiveness and Student Outcomes. Retrieved from: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-16151-4_2.

14. Ripley, D. (2018). The Successful Teacher's Survival Kit: 83 Simple Things that Successful Teachers Do to Thrive in the Classroom. Rowman & Littlefield.

Slyusarenko M. A. Technological tasks as a resource for the development of creative abilities of future physics teachers.

The training of a modern teacher in the field of natural sciences to a certain extent depends on his creative potential, the ability to solve practical technological and methodological problems as an important resource for increasing the level of his pedagogical professionalism. The article reveals the possibilities of technological tasks in the development of creative abilities of future teachers of natural sciences. The peculiarities of technologically oriented tasks are considered as one of the effective means of comprehensive development of creative abilities of future physics teachers.

It is proved that tasks of technological orientation allow to assess the ability of future physics teachers to take creative actions in creating innovative educational tools using innovative technologies. Technological tasks contribute to the formation of a technological culture, because during their implementation, students integrate their subject knowledge with practical skills in using innovative technologies and technological tools to create effective educational materials.

There are examples of solving technological problems in science classes using construction and modeling of the given physical phenomena to create an interactive educational tool that will help to understand this phenomenon in the form of animation, simulation, interactive presentation or a physical model with elements of technology. It was concluded that the purposeful and systematic use of technological tasks contributes to the development of creative abilities and the enrichment of the creative potential of future physics teachers.

It has been established that the improvement of professional training of future physics teachers involves the fundamentalization and technologization of knowledge for the development of creative thinking, activity and independence, creativity of technological actions, skills and abilities to work with sources of scientific information base and critical understanding of information, the use of technological tools and methodological support of the educational process for the productive solution of technological and methodological problems. The productivity of the development of students' creative abilities is ensured by the presence of positive motivation, their involvement in active creative technological activity by modeling situations of technological orientation, the implementation of creative tasks and projects that create the basis of their creative actions and ensure the enrichment of creative potential as an important characteristic of pedagogical professionalism.

Key words: technologization of the educational process, technological culture, creative potential, technologies, technological activity, educational process in a higher education institution, future physics teachers, disciplines of the natural science cycle.

РОЗДІЛ 4. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИЙ СУПРОВІД РОЗВИТКУ ТВОРЧОЇ ОСОБИСТОСТІ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ

УДК 372.816.1:004

DOI 10.5281/zenodo.14567149

О. М. Бабенко

ORCID ID 0000-0002-1416-2700

Н. В. Панасенко

Ю. В. Харченко

ORCID ID 0000-0002-8960-2440

Сумський державний педагогічний
університет імені А. С. Макаренка

ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ У НАВЧАННІ ХІМІЇ УЧНІВ 7 КЛАСУ НОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ

У статті розглядається теоретичне обґрунтування та практичне впровадження цифрових інструментів у навчання хімії учнів 7 класу в контексті реформування освіти за концепцією Нової української школи. Метою дослідження є теоретичне обґрунтування та експериментальна перевірка ефективності застосування цифрових інструментів у навчанні хімії учнів 7 класу. Методи дослідження включали анкетування вчителів хімії міста Суми та Сумської області, аналіз модельних навчальних програм, педагогічний експеримент та математичну обробку результатів. Дослідження проводилося протягом 2023-2024 років. Практичне значення дослідження полягає в розробці методичних рекомендацій щодо застосування цифрових інструментів на уроках хімії. Експериментальне впровадження методики в сумських закладах загальної середньої освіти продемонструвало позитивну динаміку навчальних результатів: здатність учнів здійснювати дослідження природи зросла на 33,2%, опрацьовувати інформацію – на 21,9%, усвідомлювати закономірності природи – на 27,5%. Висновки дослідження підтверджують, що впровадження цифрових інструментів у навчання хімії є необхідною умовою ефективної реалізації концепції Нової української школи. Використання сучасних цифрових технологій сприяє покращенню успішності учнів за всіма групами програмних результатів. Перспективи подальших наукових розвідок передбачають створення комплексної методології впровадження цифрових технологій в освітній процес, поглиблене вивчення впливу різних типів цифрових інструментів на освітні результати та адаптацію інноваційних міжнародних практик до вітчизняного освітнього контексту.

Ключові слова: цифрові інструменти, навчання хімії, Нова українська школа, цифрові технології, методика навчання, навчання хімії, дистанційне навчання, змішане навчання, інформаційно-комунікаційні технології.

Постановка проблеми. У сучасному освітньому середовищі цифрові інструменти набувають все більшого значення. Розвиваються різні галузі наук, як наслідок з'являються нові технології, розробки, додатки, впровадження. Пандемія Covid-19 та повномасштабне вторгнення у 2022 році призвели до вимушеного введення дистанційної та змішаної форм навчання, що потребувало пристосування до нових умов. Соціальні зміни знайшли своє відображення і у освіті. У 2018 р. Кабінет Міністрів України затвердив новий Державний стандарт початкової освіти, згідно з яким першокласники 2018/2019 навчального року розпочали навчання згідно Концепції Нової української школи (НУШ). А 2022 р. старт НУШ відбувся в усіх 5 класах, а з вересня 2024 р. стартувала НУШ і у 7 класах і почалося вивчення хімії з впровадженням нової Концепції.

В умовах сучасної освітньої парадигми, що характеризується інтенсивною цифровізацією та трансформацією традиційних освітніх моделей, особливого значення набуває впровадження інноваційних педагогічних технологій. Особливо це стосується

природничо-наукової освіти, зокрема хімії, яка має складний абстрактно-практичний характер і вимагає нових підходів до наочності та засвоєння навчального матеріалу.

Особливого значення проблема застосування цифрових інструментів набуває на етапі базової середньої освіти, зокрема, у 7 класі НУШ, який є критичним періодом формування наукового світогляду учнів та становлення їхньої предметної компетентності з хімії. Специфіка навчання хімії у 7 класі характеризується принципово новим рівнем абстрактності навчального матеріалу, запровадженням фундаментальних хімічних понять, необхідністю формування стійкої мотивації до вивчення природничих наук.

Трансформація методичної системи навчання хімії у 7 класі передбачає комплексне впровадження цифрових інструментів, що дозволяють наочно відобразити абстрактні хімічні процеси, змодельовати складні експериментальні ситуації, забезпечити індивідуальну траєкторію навчання та підвищити рівень цифрової компетентності учнів.

Аналіз актуальних досліджень. Проблемам впровадження цифрових інструментів у освітній процес присвячено праці вітчизняних та зарубіжних науковців. Зокрема Близнюк Т. [3], Лисогор Л., Берендєєв Л., Косенчук Л. [8] досліджували теоретико-методологічні аспекти інформатизації освіти. Питання застосування цифрових інструментів у викладанні природничих наук розглядали Бабенко О.М., Харченко Ю.В. [2], Сняла Ю. [12], які висвітлювали методичні особливості використання електронних освітніх ресурсів, у тому числі і у викладанні хімії у закладах загальної середньої освіти. Питання інтеграції комп'ютерних технологій у процес викладання хімії в основній школі досліджували Hrubeš J., Jaroš A., Nemirovich T., Teplá M., Petrželová S. [13]. Наукові положення використання цифрових технологій на уроках природничих дисциплін викладено у науковій праці Walan S. [14].

Досить вагомими є наукові розвідки Бабенко О., Нагорної Ю., Ю. Харченко [1-2] щодо впровадження дистанційного навчання з хімії у школі. Зважаючи на реалії існування освіти в умовах сьогодення ці питання мають неабияку актуальність та потребу особливої уваги з боку науковців і педагогів-практиків задля підвищення якості та ефективності навчання незалежно від формату його проведення: очного, дистанційного чи змішаного [5; 7].

Водночас існує потреба у систематизації та науковому обґрунтуванні методичних підходів до впровадження цифрових інструментів у навчанні хімії в 7 класі. Це пов'язано з тим, що у вересні 2024 року вперше розпочалось навчання хімії згідно Концепції Нової української школи. Отже саме цей аспект впровадження цифрових інструментів у освітній процес є недостатньо розробленим через свою новизну. Сказане й зумовлює актуальність нашого дослідження.

Мета статті полягає в теоретичному обґрунтуванні застосування цифрових інструментів у навчанні хімії учнів 7 класу Нової української школи.

Виклад основного матеріалу. Оновлення освітньої системи, запровадження найдовшого періоду дистанційного навчання (згідно Наказу МОН від 08.09.2020 № 1115 [4], листа МОН № 1/9-609 від 02.11.20 року [9]) в історії сучасної освіти, поглиблений розвиток комп'ютерних технологій та цифрових засобів передбачає модернізацію методичного інструментарію сучасного вчителя, особливо у викладанні хімії. Уміння учнів вивчати хімію є невід'ємною частиною основних умінь природничих наук і техніки. Володіння елементарними хімічними здібностями означає здатність учнів мислити і діяти з позицій світоглядних орієнтацій і ціннісних установок, сформованих у процесі вивчення хімії.

Реалізація нових реформ НУШ у галузі хімії дозволить підготувати молодь до сучасного життя, тобто сформувати набір необхідних здібностей, а одним із засобів їх формування є інтеграція навчальних дисциплін, у тому числі природничих.

Освітній процес потребує творчого педагога-новатора, здатного швидко адаптуватися до змін і реагувати, розробляючи нові та захоплюючі інтерактивні методи донесення інформації та навчання учнів за допомогою використання інформаційно-комунікаційних і цифрових технологій. Інформаційно-комунікаційні технології, у свою чергу, охоплюють набір інструментів, які використовуються для обробки, зберігання та передачі різноманітної інформації. Цифрові технології охоплюють усі інструменти, які полегшують створення, редагування, зберігання, передачу та прийом інформації в цифровому форматі.

Завдяки використанню інформаційно-комунікаційних технологій і комунікаційних технологій спостерігається помітне збільшення обсягу інформації, підвищення швидкості передачі знань і загальне покращення якості освіти [12].

Концепція «Нова українська школа» [6] стверджує, що інтеграція цифрових технологій в освітню систему значно підвищить ефективність цієї реформи. Використовуючи цифрові технології на уроках, педагоги отримують нові можливості та здатність автоматизувати певні аспекти своїх обов'язків, що дозволяє виділити більше часу для персоналізованого навчання, саморозвитку та професійного зростання їх учнів. Крім того, ці технології сприяють зворотному зв'язку із здобувачами освіти, що є фундаментальним аспектом сучасної освіти.

У контексті визначення важливості використання цифрових інструментів у реалізації концепції НУШ узагальнюємо погляди дослідників щодо того, що готовність учителів хімії до використання цифрових освітніх інструментів у НУШ є важливим аспектом реформування освіти. Для її підвищення необхідно систематично працювати над підвищенням цифрової грамотності педагогів, забезпеченням закладів загальної середньої освіти сучасними технологіями, розробкою методичних матеріалів та створенням стимулів для професійного розвитку [11]. Лише за таких умов цифрові інструменти стануть ефективним засобом навчання, що відповідатиме потребам сучасних учнів.

Педагогічне дослідження проведене нами протягом 2023-2024 років включало анкетування вчителів хімії міста Суми та Сумської області щодо їхньої готовності до використання цифрових інструментів у професійній діяльності. Анкетування включало питання технічного забезпечення, рівня цифрової компетентності педагогів, досвіду використання різних цифрових платформ та інструментів, а також виявлення проблем та потреб у методичній підтримці [10].

Паралельно нами було проведено детальний аналіз двох модельних програм хімії для 7 класу з метою виявлення можливостей інтеграції цифрових інструментів у освітній процес:

- модельна навчальна програма «Хімія. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти (автор Григорович О. В.) «Рекомендовано Міністерством освіти і науки України» (наказ Міністерства освіти і науки України від 27.12.2023 № 1575;
- модельна навчальна програма «Хімія. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти (авт. Лашевська Г. А.) «Рекомендовано Міністерством освіти і науки України» (наказ Міністерства освіти і науки України від 16 серпня 2023 року № 1001).

На основі отриманих результатів анкетування та теоретичного аналізу наукових джерел і модельних навчальних програм розроблено методичні рекомендації щодо застосування цифрових інструментів на уроках хімії. Рекомендації включали конкретні приклади використання різних цифрових ресурсів для досягнення навчальної мети, алгоритми організації віртуальних лабораторних робіт, методи оцінки навчальних досягнень учнів з використанням цифрових інструментів. Наведемо їх в узагальненому вигляді.

Загальні методичні рекомендації щодо використання цифрових інструментів під час навчання хімії у змішаному форматі

Методологічні основи впровадження цифрових інструментів у навчальний процес з хімії передбачають комплексний, системний підхід, що забезпечує якісну трансформацію освітнього середовища та підвищення ефективності навчальної діяльності учнів. Особливою актуальності набуває створення гнучкої, адаптивної системи навчання, що дозволяє органічно поєднувати очні та дистанційні формати взаємодії учасників освітнього процесу.

Ключовим аспектом впровадження цифрових технологій у викладанні хімії у 7 класі є формування цілісного інтерактивного освітнього середовища. Таке середовище має бути спроектовано з урахуванням вікових особливостей учнів, рівня цифрової грамотності та індивідуальних освітніх потреб.

1. Організація змішаного навчання: вибір і використання інструменту для структурування навчального матеріалу (Microsoft Teams, Google Classroom тощо), що забезпечить

безперервний доступ до освітніх ресурсів та створить умови для ефективної комунікації між учителем та учнями:

- інтеграція синхронного та асинхронного навчання;
 - забезпечення постійного доступу до навчальних матеріалів;
 - створення інтерактивного освітнього середовища.
2. Диференціація та індивідуалізація навчання. Цифрові платформи надають унікальні можливості реалізації принципів диференційованого підходу, забезпечуючи учням свободу вибору та підтримуючи їхню навчальну мотивацію:
- адаптація навчального контенту до індивідуальних потреб учнів;
 - створення різномісних завдань, що дозволяють учням вибирати власний темп навчання та поглиблювати знання відповідно до особистих інтересів та здібностей;
 - забезпечення можливості самостійного вибору темпу навчання;
 - надання додаткових матеріалів для поглибленого вивчення.

Рекомендації щодо оцінювання навчальних досягнень учнів із використанням цифрових інструментів

1. Формувальне оцінювання – вибір інструментів, що дозволяють не тільки здійснювати моніторинг навчальних результатів, а й забезпечувати миттєвий зворотний зв'язок, що є принципово важливим для підтримки навчальної діяльності учнів:
- використання цифрових інструментів зворотного зв'язку (Plickers, Kahoot, Google Forms);
 - створення цифрових рубрик оцінювання в Microsoft Teams або Google Classroom;
 - впровадження системи цифрових позначок при досягненні конкретних навчальних результатів;
 - інтерактивні завдання на LearningApps;
 - оцінювання віртуальних лабораторних робіт;
 - цифрові звіти про проведені досліди;
 - створення відеопрезентацій результатів;
 - онлайн-тестування знань про властивості речовин.
2. Підсумкове оцінювання – вибір інструментів, що дозволяють не тільки фіксувати навчальні результати, а й простежувати індивідуальний прогрес кожного учня, заохочувати його творчу та дослідницьку діяльність:
- створення комплексних тестових завдань у цифрових середовищах;
 - оцінювання цифрових проєктів та презентацій за розробленими критеріями;
 - використання цифрових портфоліо для відстеження прогресу учнів;
 - онлайн-тестування з техніки безпеки через Google Forms;
 - створення учнями власних цифрових інструкцій з безпеки;
 - квести з використанням QR-кодів;
 - створення цифрового портфоліо учня
 - онлайн-вікторини у Kahoot!
 - оцінювання участі в онлайн-дискусіях;
 - створення презентацій щодо ролі хімії.
3. Критерії оцінювання цифрових продуктів учнів:
- відповідність створеного контенту навчальним цілям;
 - якість технічного виконання та оформлення;
 - креативність та оригінальність підходу;
 - глибина розкриття теми;
 - практична цінність створеного продукту.

Загальні рекомендації щодо організації освітнього процесу з використанням цифрових інструментів

Методично зважене впровадження цифрових інструментів передбачає три послідовні етапи:

- 1) підготовчий етап:
 - проведення діагностики технічних можливостей учнів;
 - створення цифрового середовища класу;
 - розробка інструкцій щодо використання кожного цифрового інструменту;
- 2) етап застосування:
 - поступове введення нових цифрових інструментів;
 - забезпечення технічної підтримки учнів;
 - моніторинг ефективності використання цифрових інструментів;
- 3) етап оцінювання ефективності:
 - отримання зворотного зв'язку від учнів;
 - аналіз навчальних досягнень;
 - корекція методики використання цифрових інструментів.

Описана нами методика була реалізована в сумських закладах загальної середньої освіти протягом першого семестру 2024-2025 року. На уроках хімії вчителями систематично впроваджувалась система цифрових інструментів – на різних уроках, різних етапах уроків, для виконання домашніх завдань, підготовки проєктів, досліджень тощо.

Визначення ефективності запропонованої методики було шляхом розрахунку середнього балу учнів експериментальних класів окремо за трьома групами навчальних програмних результатів зазначених у Державному стандарті базової середньої освіти, затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898:

- здійснює дослідження природи – оцінювалася через здатність учнів планувати та проводити віртуальні хімічні експерименти, формувати гіпотези та робити висновки;
- опрацьовує та використовує інформацію – визначалася через вміння учнів працювати з різними джерелами інформації, критично її аналізувати та застосовувати для вирішення практичних завдань;
- усвідомлює закономірності природи – оцінювалася через розуміння учнями фундаментальних хімічних законів та їх взаємозв'язку з іншими природними явищами.

На рисунку 1 наведено діаграму, в якій відображено динаміку середнього балу учнів експериментальних класів, що відображають рівень навчальних досягнень учнів за групами програмних результатів і середні значення. ДПР – це діагностика програмних результатів, що проводилася як у вигляді контрольних робіт, так і невеликих самостійних робіт, і тематичного усного опитування.

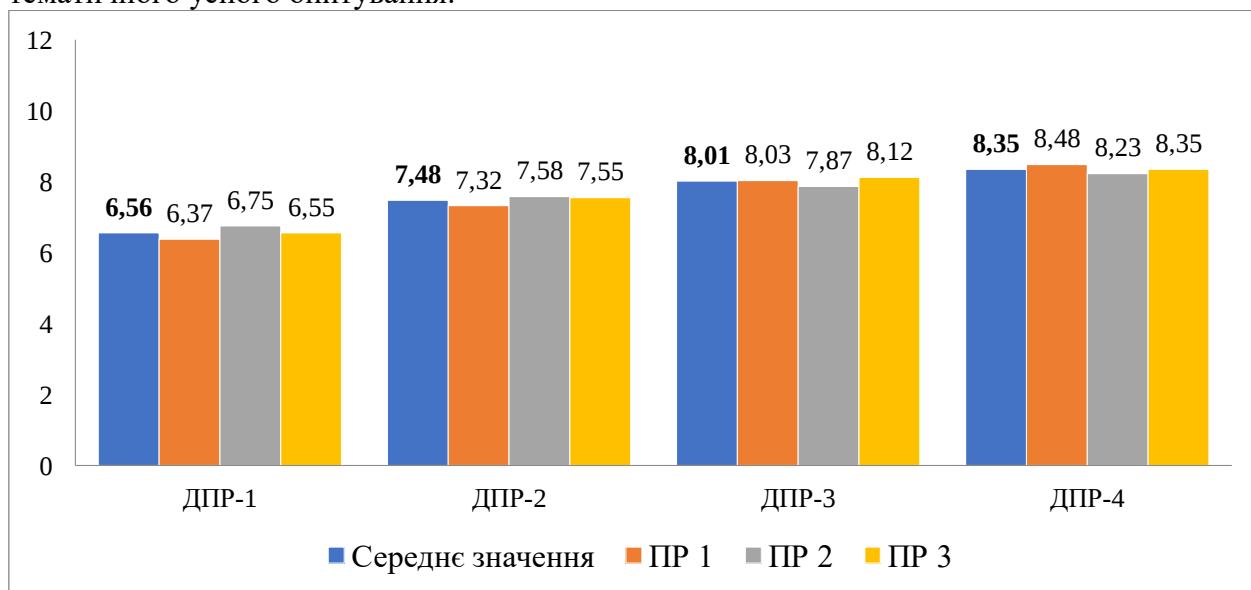


Рис. 1. Значення середнього балу учнів протягом педагогічного експерименту:
 ДПР – діагностика програмних результатів, ПР – програмний результат,
 ПР 1 – здійснює дослідження природи, ПР 2 – опрацьовує та використовує
 інформацію, ПР 3 – усвідомлює закономірності природи

Як видно з діаграми, застосування запропонованої нами методики сприяло стабільній позитивній динаміці навчальних результатів учнів. Так, здатність учнів здійснювати дослідження природи зросла з 6,37 балів до 8,48, тобто приріст становив 33,2%; здатність учнів опрацьовувати та використовувати інформацію зросла з 6,75 балів до 8,23, тобто приріст становив 21,9%; здатність учнів усвідомлювати закономірності природи зросла з 6,55 балів до 8,35, тобто приріст становив 27,5%. Середній бал учнів протягом формувального експерименту зріс з 6,56 балів до 8,35 балів, тобто на 27,3%.

Отримані результати свідчать про ефективність запропонованої нами методики навчання хімії в умовах змішаного формату навчання.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Отримані результати проведеного дослідження доводять, що впровадження цифрових інструментів у навчання хімії учнів 7 класу є необхідною умовою ефективної реалізації концепції Нової української школи. Результати експериментального впровадження цифрових технологій показали їхній значний потенціал для підвищення якості хімічної освіти. Використання сучасних цифрових інструментів сприяють покращенню успішності учнів за усіма трьома групами програмних результатів, визначених Державним стандартом базової середньої освіти.

Перспективи подальших наукових розвідок вбачаємо у створенні комплексної методології впровадження цифрових технологій у освітній процес, поглибленні дослідження впливу різних типів цифрових інструментів на освітні результати та адаптація інноваційних міжнародних практик до вітчизняного освітнього контексту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Бабенко, О. М., Нагорна, Ю. В. (2020). Впровадження дистанційного навчання з хімії у школі. Природничі науки, 17, 143-146 (Babenko, O. M., Nagorna, Yu. V. (2020). Implementation of distance learning in chemistry at school. Natural Sciences, 17, 143-146).
2. Бабенко, О. М., Харченко, Ю. В. (2022). Хімічний експеримент в умовах дистанційної освіти. Актуальні питання природничо-математичної освіти, 1(19), 123-131 (Babenko, O. M., Kharchenko, Yu. V. (2022). Chemical experiment in distance education. Topical issues of natural science and mathematics education, 1(19), 123-131).
3. Близнюк, Т. (2021). Цифрові інструменти для онлайн і офлайн навчання. Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника (Blyznyuk, T. (2021). Digital tools for online and offline learning. Vasyl Stefanyk Precarpathian National University).
4. Деякі питання організації дистанційного навчання: Наказ Міністерства освіти і науки України від 08.09.2020 № 1115. (2020). Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/uploads/public/5f8/9ab/795/5f89ab79598a1864855426.pdf> (Some issues of organizing distance learning: Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated 08.09.2020 No. 1115. (2020). Retrived from: <https://mon.gov.ua/storage/app/uploads/public/5f8/9ab/795/5f89ab79598a1864855426.pdf>).
5. Коваленко, В. В., Мар'єнко, М. В., Сухих, А. С. (2021). Використання цифрових технологій у процесі змішаного навчання в закладах загальної середньої освіти. ІІТЗН НАПН України (Kovalenko, V. V., Mar'enko, M. V., Sukhikh, A. S. (2021). The use of digital technologies in the process of blended learning in general secondary education institutions. IITZN NAPS of Ukraine).
6. Нова українська школа. Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/tag/nova-ukrainska-shkola> (New Ukrainian School. Retrived from: <https://mon.gov.ua/ua/tag/nova-ukrainska-shkola>).
7. Кухаренко, В. М., Березенська, С. М., Бугайчук, К. Л., Олійник, Н. Ю., Олійник, Т. О., Рибалко, О. В., Сиротенко, Н. Г., Столяревська, А. Л. (2016). Теорія та практика змішаного навчання. Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут". Харків : Міськдрук (Kukharenko, V. M., Berezenska, S. M., Bugaychuk, K. L., Oliynyk, N. Yu., Oliynyk, T. O., Rybalko, O. V., Syrotenko, N. G., Stolyarevska, A. L. (2016). Theory and practice of blended learning. National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute". Kharkiv: Miskdruk).

8. Лисогор, Л., Берендєєв, Л., Косенчук, Л. (2023). Використання електронних освітніх матеріалів у освітньому процесі: сучасні підходи і технології Нової української школи. Випуск 1: Навчально-методичний посібник (Lysohor, L., Berendeyev, L., Kosenchuk, L. (2023). Use of electronic educational materials in the educational process: modern approaches and technologies of the New Ukrainian School. Issue 1: Teaching and methodological manual).
9. Лист МОН № 1/9-609 від 02.11.20 року «Щодо організації дистанційного навчання». (2020). Режим доступу: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/77298/ (Letter of the Ministry of Education and Science No. 1/9-609 dated 02.11.20 "Regarding the organization of distance learning". (2020). Access mode: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/77298/).
10. Панасенко, Н. В. (2024). Готовність учителів хімії до використання цифрових освітніх інструментів в Новій українській школі. Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції «Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук в контексті вимог нової української школи» (23-24 травня 2024 р.). м. Тернопіль (Panasenko, N. V. (2024). Readiness of Chemistry Teachers to Use Digital Educational Tools in the New Ukrainian School. Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference "Training of Future Teachers of Physics, Chemistry, Biology and Natural Sciences in the Context of the Requirements of the New Ukrainian School" (May 23-24, 2024). Ternopil).
11. Професійна діяльність учителя в умовах цифрової трансформації освіти. (2022). [ред. кол. І. Б. Вашеньяк (гол.) та ін.]. Хмельницький: Видавництво ХОІППО (Professional Activity of a Teacher in the Conditions of Digital Transformation of Education. (2022). [ed. by I. B. Vashenyak (head) and others]. Khmelnytskyi: Publishing House of the KhoIPPO).
12. Сняла, Ю. (2023). Застосування цифрових інструментів у навчанні хімії. Освіта. Інноватика. Практика, 11(4), 55-64 (Snyalya, Yu. (2023). Application of Digital Tools in Teaching Chemistry. Education. Innovation. Practice, 11(4), 55-64).
13. Hrubeš, J., Jaroš, A., Nemirovich, T., Teplá, M., Petrželová, S. (2024). Integrating Computational Chemistry into Secondary School Lessons. Journal of Chemical Education, 101(6), 2343-2353.
14. Walan, S. (2020). Embracing Digital Technology in Science Classrooms – Secondary School Teachers' Enacted Teaching and Reflections on Practice. Journal of Science Education and Technology, 29, 431-441.

Babenko O. M., Panasenko N. V., Kharchenko Yu. V. Application of digital tools in teaching chemistry to 7th grade students of the New ukrainian school.

The article considers the theoretical justification and practical implementation of digital tools in teaching chemistry to 7th grade students in the context of educational reform according to the concept of the New Ukrainian School. The purpose of the study is to provide theoretical justification and experimental verification of the effectiveness of using digital tools in teaching chemistry to 7th grade students. The research methods included a survey of chemistry teachers in the city of Sumy and Sumy region, analysis of model curricula, a pedagogical experiment, and mathematical processing of the results. The study was conducted during 2023-2024. The conclusions of the study confirm that the introduction of digital tools in chemistry teaching is a necessary condition for the effective implementation of the concept of the New Ukrainian School. The use of modern digital technologies contributes to improving student success in all groups of program outcomes. Prospects for further scientific exploration include the creation of a comprehensive methodology for the introduction of digital technologies into the educational process, an in-depth study of the impact of different types of digital tools on educational outcomes, and the adaptation of innovative international practices to the domestic educational context.

Key words: digital tools, chemistry teaching, New Ukrainian School, digital technologies, teaching methodology, chemistry teaching, distance learning, blended learning, information and communication technologies.

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ РОЗРАХУНКУ КРИТЕРІЮ МАННА-УІТНІ НА МОВІ C#

Проведено дослідження методів статистичної обробки результатів експерименту (у тому числі й педагогічного). Показано важливість статистичної обробки результатів експерименту. Особливу увагу приділено критерію Манна-Уїтні. Розкрито алгоритм розрахунку критерію Манна-Уїтні для двох вибірок даних. У статті також наведено блок-схему алгоритму розрахунку критерію Манна-Уїтні для двох вибірок даних. У статті наведено послідовність розробки програми для обчислення критерію Манна-Уїтні для двох вибірок. Використано компонентно-орієнтований підхід і об'єктно-орієнтовану парадигму програмування. Розроблено діаграму класів модуля, який виконує обчислення критерію Манна-Уїтні для двох вибірок з точністю $\alpha=0,05$. Створений модуль реалізовано у вигляді DLL-бібліотеки, яка підключається до створюваного додатка, причому додаток можна створювати на різних мовах програмування, які підтримують інтеграцію у проект DLL-бібліотек. У статті також описано поля і методи основних класів створеного модуля, наведено приклади кодів і вхідних даних. Розроблений модуль може бути підключений до програмного засобу, який здійснюватиме статистичну обробку результатів експерименту.

Ключові слова: алгоритм, програмна реалізація, мова програмування, критерій Манна-Уїтні, програмний модуль, DLL-бібліотека.

Постановка проблеми. Експеримент є однією з важливих складників наукового дослідження у галузі природничих та соціальних наук. Часто метою експерименту є перевірка обраної методики, визначення відмінностей між двома масивами значень тощо. Тобто, математична обробка результатів експерименту зводиться до порівняння двох або більше наборів даних: контрольної та експериментальної вибірок, експериментальної вибірки до експерименту і тієї ж вибірки після експерименту тощо. У процесі порівняння двох масивів даних використовуються методи математичної статистики. Лише ці методи надають можливість зробити висновок, чи є виявлені відмінності між двома масивами даних значущими.

За минулі 150 років вченими-математиками розроблена значна кількість статистичних методів для оцінювання відмінностей між двома масивами даних. Деякі з них більш точні, деякі – менш точні, деякі придатні для порівняння лише великих за обсягом масивів даних, деякі – для порівняння малих вибірок.

Існує низка програмних засобів, призначених для статистичної обробки результатів експерименту. Проте частина їх – платні, для користування іншими засобами (MatLAB, MathCAD та ін.) потрібно вивчити не лише методи математичної статистики, а й відповідну мову, яка використовується у програмному засобі.

Застосування такого програмного засобу, як MS Excel, також має свої недоліки: потрібно скласти таблицю розрахунків і ввести в документ MS Excel таблицю істинності. Все це значно збільшує час статистичної обробки результатів експерименту і збільшує ймовірність помилки.

Одним з статистичних критеріїв, призначених для порівняння двох невеликих вибірок, є критерій Манна-Уїтні. Проте через деякі особливості цього критерію існують труднощі в його програмній реалізації.

Аналіз актуальних досліджень. Проблема, яку ми розв'язуємо у цій статті, стосується двох різних галузей науки – основ наукових досліджень (або математичної статистики) і розробки програмного забезпечення (програмної інженерії). Проаналізуємо наукові праці з цих галузей.

Проблеми застосування статистичних критеріїв в обробці результатів педагогічного експерименту досліджувалися такими вченими, як М.Рубцов, Є.Муртазієв, Н.Рубцова [9], В.Петрук, О.Семеніхіна, Ю.Сабадош [6] та інші.

Зокрема, у дослідженні М.Рубцова, Е.Муртазієва, Н.Рубцової висвітлена методика вибору статистичних критеріїв у процесі психолого-педагогічних досліджень, розкрито основні проблеми, пов'язані з оцінюванням ефективності процесу навчання, наведено приклад обчислення критеріїв у програмі «Педагогічна статистика» [9].

У статті В.Петрук, О.Семеніхіної, Ю.Сабадош [6] наведено приклади застосування статистичних критеріїв для оцінювання результатів педагогічного експерименту і їх реалізацію у середовищі електронних таблиць MS Excel.

Г.Кирилецька пропонує застосовувати для статистичної обробки результатів педагогічного експерименту відповідні програмні засоби: MatLAB, Statistica, SPSS та ін. [3].

Інші дослідження приділяють значну увагу компонентно-орієнтованому підходу до розробки програмного забезпечення.

Компонентно-орієнтований підхід вважається один із сучасних підходів до розроблення програмних продуктів. Проблемам застосування компонентно-орієнтованого підходу у розробці програмних засобів присвячені дослідження О.В.Співаковського, В.С.Круглика, В.М.Грищенка, Т.І.Коробейнікової, С.С.Омельченка, С.Я.Ваврука, В.Б.Копей, В.І.Рибнікова та ін.

Зокрема, у дослідженнях О.В.Співаковського і В.С.Круглика здійснено побудову системи дистанційного навчання з використанням компонентно-орієнтованого підходу [11]. Розроблена науковцями система складається з 3 основних компонентів: компонент для реалізації входу в систему, компонент безпеки і компонент адміністрування. Ці компоненти деталізовано у вигляді менших компонентів з більш вузькими функціями: «Навчальний посібник», «Зошит», «Середовище для розв'язування задач», компонент для проведення моніторингу, компонент для групового обговорення проблем, генератор завдань [11].

У дослідженнях Т.І.Коробейнікової і С.С.Омельченка описано основні компоненти ігрового додатка [5].

Є.Я.Ваврук визначає такі модулі мережевого Java-додатка: стандартний прикладний інтерфейс (ODBC API), спеціальний менеджер (ODBC Driver Manager), драйвер ODBC, провайдер даних та ін. [0].

У статті В.Б.Копей наведено приклад застосування компонентно-орієнтованого підходу до моделювання ланок плоского механізму. Автором розроблено модулі додатка і наведено код цих модулів [4]. Результати дослідження можуть бути використані під час розробки програмних засобів, які моделюють плоскі шарнірні механізми, що вивчаються у курсі технічної механіки вищих закладів освіти.

В.І.Рибніков розглядає особливості застосування компонентно-орієнтованого підходу у проектуванні систем штучного інтелекту [8].

Мета статті – розкрити особливості програмної реалізації алгоритму розрахунку критерію Манна-Уїтні для двох вибірок.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо спочатку особливості розрахунку статистичного критерію Манна-Уїтні.

Критерій Манна-Уїтні – критерій, який призначений для оцінювання різниці між двома вибірками або двома популяціями [13]. Алгоритм обчислення критерію Манна-Уїтні має такий вигляд:

- 1) дані обох вибірок об'єднати в один масив;
- 2) виконати ранжування оцінок і виписати окремо ранги для першої та другої вибірок;
- 3) обчислити суму рангів окремо для кожної вибірки;
- 4) обчислити критерій U для кожної вибірки:

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - \sum R_1 \quad (1)$$

Де n_1 і n_2 – обсяги кожної з вибірок;

$\sum R_1$ – сума рангів першої вибірки.

Для другої вибірки обчислення виконуються за аналогічною формулою:

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2+1)}{2} - \sum R_2 \quad (2)$$

- 5) взяти менший з двох критеріїв U – це і буде критерій Манна-Уїтні.

Далі отримане значення критерію Манна-Уїтні U порівнюється з критичним при $\alpha=0,05$ [12; 13]. Якщо $U < U_{\text{табл}}$, відмінності значущі. Якщо $U > U_{\text{табл}}$, відмінності незначущі.

Під час програмної реалізації алгоритму розрахунку критерію Манна-Уїтні виникають деякі складнощі, а саме:

- у результаті ранжування обидві вибірки змішуються. Далі складно визначити, якій саме групі належить конкретне значення. Тобто, потрібно писати додаткову функцію для визначення вибірки, якій належить це значення;

- подання критичних значень у вигляді таблиці, де кількість стовпчиків і рядків дорівнює 20.

Для розв'язання першої проблеми програма повинна оперувати не з числами вибірок, а з екземплярами класу, кожен з яких характеризується значенням, рангом і назвою вибірки. Після цього досить просто відсортувати всі об'єкти за спаданням і обчислити суму рангів для кожної вибірки окремо.

Блок-схему розрахунку критерію Манна-Уїтні наведено на рис. 1.

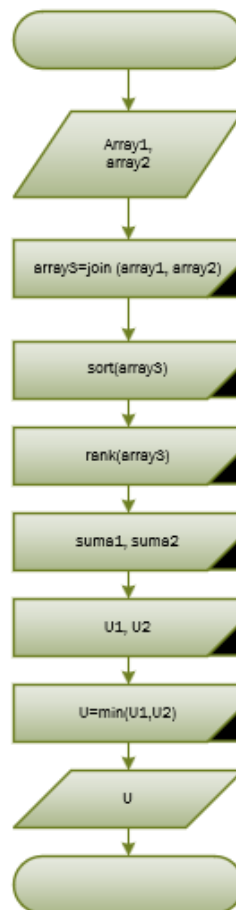


Рис. 1. Блок-схема алгоритму розрахунку критерію Манна-Уїтні.

Під час програмної реалізації алгоритму розрахунку критерію Манна-Уїтні будемо застосовувати компонентно-орієнтований підхід і об'єктно-орієнтовану парадигму програмування.

Компонентно-орієнтований підхід передбачає модульну структуру додатка, створення його з окремих компонентів. Кожен компонент обробляється і тестується

окремо. У даному випадку ми розробляємо модуль, який буде обчислювати критерій Манна-Уїтні і робити висновок про значущість виявлених відмінностей між вибірками. Кожен такий модуль компонується у вигляді бібліотеки класів і функціонує незалежно від інших. Даний модуль компілюється в DLL-бібліотеку і може бути підключений до іншого додатка як незалежний компонент.

Під час розробки модуля було застосовано об'єктно-орієнтовану парадигму програмування. Відповідно до неї під час розрахунків ми будемо оперувати з об'єктами певного класу.

У результаті розробки було створено класи NumberValue і MannWhitney (рис. 2).

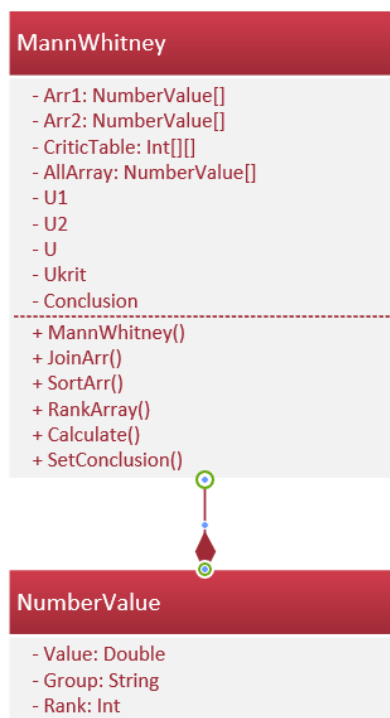


Рис. 2. Діаграма класів.

Клас NumberValue описує окреме значення

Опишемо основні поля класу NumberValue:

- Value – числове значення;
- Group – група (назва або номер групи);
- Rank – ранг у загальному масиві.

Клас MannWhitney виконує основні обчислення. Цей клас містить такі поля:

- Arr1 – перша вибірка;
- Arr2 – друга вибірка;
- CriticTable – таблиця критичних значень критерію Манна-Уїтні;
- AllArray – об'єднаний масив значень;
- U1 – критерій Манна-Уїтні для першої вибірки;
- U2 – критерій Манна-Уїтні для другої вибірки;
- U – обчислене значення критерію Манна-Уїтні для обох вибірок;
- Ukrit – критичне значення критерію Манна-Уїтні;
- Conclusion – висновок про подібність / відмінність вибірок.

Клас MannWhitney має такі методи:

- MannWhitney() – конструктор класу за замовчуванням;
- JoinArr() – об'єднання двох масивів в один;
- SortArr() – сортування об'єданого масиву за спаданням;
- RankArray() – ранжування елементів об'єданого масиву;
- Calculate() – обчислення критерію Манна-Уїтні;
- SetConclusion () – формулювання висновку.

Код класу NumberValue

```

public class NumberValue
{
    double value;
    int rank;
    string group;
    public xData(){
        val=0;
        rank=0;
        group="";
    }
    public NumberValue (double x, string g)
    {
        val=x;
        group=g;
        rank=0;
    }
    public double Value{
        get{
            return(val);
        }
    }
    public int Rank{
        get{
            return rank;
        }
        set{
            rank=value;
        }
    }
    public string Group{
        get{
            return group;
        }
    }
}

```

Код метода для обчислення критерію Манна-Уїтні

```

public double calculate(double[] eGroup, double[] cGroup){
    int N1=eGroup.Length;
    int N2=cGroup.Length;
    int i,j;
    if(N1<21&&N2<21){
        pMin=p1[N1,N2];
        pMax=p5[N1,N2];
        MessageBox.Show(Convert.ToString(pLeft));
    }
    else{
        MessageBox.Show("the groups are too large");
    }
    double x;

```

```

xData obj;
xData[] arr1=new xData[N1];
xData[] arr2=new xData[N2];
int N=N1+N2;
for(i=0;i<N1;i++){
    x=eGroup[i];
    arr1[i]=new xData(x,"e");
}
for(i=0;i<N2;i++){
    x=cGroup[i];
    arr2[i]=new xData(x,"k");
}
xData []rankArr=new xData[N1+N2];
for(i=0;i<N1;i++){
    obj=arr1[i];
    rankArr[i]=obj;
}
for(i=0;i<N2;i++){
    obj=arr2[i];
    rankArr[i+N1]=obj;
}

double x1,x2;

for(i=0;i<N;i++){
    for(j=i+1;j<N;j++){
        x1=rankArr[i].Value;
        x2=rankArr[j].Value;
        if(x1>x2){
            obj=rankArr[i];
            rankArr[i]=rankArr[j];
            rankArr[j]=obj;
        }
    }
}
StreamWriter sw=new StreamWriter("masiv.txt");
for(i=0;i<N;i++){
    rankArr[i].Rank=i+1;
    string ss=Convert.ToString(rankArr[i].Value)+"
"+Convert.ToString(rankArr[i].Rank)+"==" +rankArr[i].Group;
    sw.WriteLine(ss);
}
sw.Close();
int nx;
int Tk=0, Te=0, Tx=0, cur;
for(i=0;i<N;i++) {
    cur=rankArr[i].Rank;
    if(rankArr[i].Group=="e"){
        Te+=cur;
    }
    if(rankArr[i].Group=="k"){
        Tk+=cur;
    }
}

```

```

    }
    }
    if(Tk>Te) {
        Tx=Tk;
        nx=N1;
    }
    else{
        Tx=Te;
        nx=N2;
    }
    string s=Convert.ToString(Tk);
    s="Tk="+s;
    MessageBox.Show(s);
    s=Convert.ToString(Te);
    s="Te="+s;
    MessageBox.Show(s);
    s=Convert.ToString(Tx);
    s="Tx="+s;
    MessageBox.Show(s);

    U=N1*N2+(nx*(nx+1))/2-Tx;
    s=Convert.ToString(U);
    s="U="+s;
    MessageBox.Show(s);

    return(U);
}

```

Лістинг 3

Код метода для валідації результатів експерименту

```

public string validate(){
    string res="";
    if(U>pMax){
        res="The groups are similar";
    }
    else{
        if(U>pMin){
            res="The result influently";
        }
        else{
            res="Groups differs";
        }
    }
    return(res);
}

```

Формат вхідних даних: екземпляр класу MannWhitney отримує 2 масиви дійсного типу. Ці дані зберігаються у полях класу і всі подальші операції виконуються саме з ними.

Після написання коду дану програму було скомпільовано у файл DLL. Цей файл доцільно використовувати у вигляді окремого компонента. Для цього його потрібно підключити до проекту і вказати простір імен у заголовку програми.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Під час розробки програми було застосовано компонентно-орієнтований підхід. Це дозволяє підключати

створений модуль у вигляді DLL-бібліотеки і під час розробки проекту зосередити всю увагу над створенням інтерфейсу додатка і налагодження введення і виведення даних.

Розроблений нами компонент було скомпільовано у вигляді DLL-бібліотеки. У подальшому його було інтегровано в додаток, який здійснює статистичну обробку результатів експерименту за кількома критеріями (Пірсона, Вілкоксона, Фішера, Ст'юдента).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Ваврук, Є. Я. (2017). Компонентно-орієнтований підхід в програмуванні java-додатків. Нафтогазова енергетика–2017. Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції (16 травня 2017, м. Івано-Франківськ). Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (сс. 362–364). (Vavruk, E. Ya. (2017). Component-oriented approach in programming java applications. Oil and Gas Energy–2017. Materials of the VI International Scientific and Technical Conference (16 May 2017, Ivano-Frankivsk). Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (pp. 362–364).).
2. Грищенко, В. М. (2005). Компонентно-орієнтований підхід до розробки програмних систем на основі інтеграції менеджерів інформаційних ресурсів. Проблеми програмування, 1, 3–16. (Grishchenko, V. M. (2005). Component-oriented approach to the development of software systems based on the integration of information resource managers. Problems of programming, 1, 3–16).
3. Кирилецька, Г. (2015). Комп'ютерні технології при обробці результатів педагогічного експерименту. Нова педагогічна думка, 1, 23–25. (Kyryletska, G. (2015). Computer technologies in processing the results of a pedagogical experiment. New pedagogical thought, 1, 23–25).
4. Копей, В. Б. (2017). Компонентно-орієнтоване моделювання кінематики механізмів мовою Python на прикладі механізму верстата-гойдалки. Нафтогазова енергетика–2017. Матеріали VI Міжнародної науково-технічної конференції (16 травня 2017, м. Івано-Франківськ). Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (сс. 15–19). (Kopey, V. B. (2017). Component-oriented modeling of the kinematics of mechanisms in Python using the example of a swing machine mechanism. Oil and Gas Energy–2017. Materials of the VI International Scientific and Technical Conference (16 May 2017, Ivano-Frankivsk). Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (pp. 15–19).).
5. Коробейнікова, Т. І., Омельченко, С. С. (2019). Компонентно-орієнтований підхід при розробці ігор. Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (13-15 березня 2019, м. Вінниця) (сс. 603–605). (Korobeynikova, T. I., Omelchenko, S. S. (2019). Component-oriented approach to game development. Materials of the XLVIII Scientific and Technical Conference of Physicians of the Vinnytsia National Technical University (13-15 February 2019, Vinnytsia) (pp. 603–605).
6. Петрук, В., Семеніхіна, О., Сабадош, Ю. (2022). Нові підходи до статистичного аналізу результатів педагогічного експерименту. Фізико-математична освіта, 33(1), 36–42. (Petruck, V., Semenikhina, O., Sabadosh, Yu. (2022). New approaches to statistical analysis of pedagogical experiment results. Physical and mathematical education, 33(1), 36–42).
7. Ржепецький, В. П. (2011). Статистична обробка результатів експериментальних вимірювань : методичні рекомендації. Кривий Ріг : Криворізький державний педагогічний університет. (Rzhepetsky, V. P. (2011). Statistical processing of experimental measurement results : methodical recommendations. Kryvyi Rih : Kryvyi Rih State Pedagogical University).
8. Рибніков, В. І. (2021). Застосування компонентно-орієнтованого програмування при проектуванні генетичних алгоритмів. Матеріали Першої Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів «Інженерія програмного забезпечення і передові інформаційні технології» (SoftTech-2021) (22-26 листопада 2021, м. Київ). НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського». (Rybnikov, V. I. (2021). Application of component-oriented programming in the design of genetic algorithms. Proceedings of the First All-Ukrainian Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Students “Software Engineering and Advanced

- Information Technologies” (SoftTech-2021) (November 22-26, 2021, Kyiv). NTUU “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”).
9. Рубцов, М., Муртазиев, Е., Рубцова, Н. (2018). Методика вибору статистичного критерію та його застосування до результатів педагогічного експерименту. Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету, 2(21), 164–72. (Rubtsov, M., Murtaziev, E., Rubtsova, N. (2018). Methodology for choosing a statistical criterion and its application to the results of a pedagogical experiment. Scientific Bulletin of the Melitopol State Pedagogical University, 2(21), 164–72).
 10. Співаковський, О. В. (2004). Теоретико-методичні основи навчання вищої математики майбутніх вчителів математики з використанням інформаційних технологій (автореф. дис. ... докт. пед. наук : 13.00.02). Київ (Spivakovsky, O. V. (2004). Theoretical and methodological foundations of teaching higher mathematics to future mathematics teachers using information technologies (DSc thesis abstract). Kyiv).
 11. Співаковський, О. В., Круглик, В. С. (2005). Технології розробки програмних засобів, які підтримують компонентно-орієнтований підхід. Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання, 2(9), 31–42. (Spivakovsky, O. V., Kruglyk, V. S. (2005). Technologies for developing software tools that support a component-oriented approach. Scientific Journal of the Mykhailo Dragomanov Ukrainian State University. Series 2. Computer-based Learning Systems, 2(9), 31–42).
 12. Critical Values of the Mann-Whitney U (Two-Tailed Testing). Retrieved from: <https://ocw.umb.edu/psychology/psych-270/other-materials/RelativeResourceManager.pdf>.
 13. Mann-Whitney U Test. Retrieved from: <https://www.technologynetworks.com/informatics/articles/mann-whitney-u-test-assumptions-and-example-363425>.

Bazurin V. M., Bazurina S. V. Software implementation of the Mann-Whitney criterion calculation algorithm in C#.

The study of methods for statistical processing of experimental results (including pedagogical ones) is carried out. The importance of statistical processing of experimental results is shown. Particular attention is paid to the Mann-Whitney criterion. The algorithm for calculating the Mann-Whitney criterion for two data samples is disclosed. The article also provides a flowchart of the algorithm for calculating the Mann-Whitney criterion for two data samples. The article provides a sequence of developing a program for calculating the Mann-Whitney criterion for two samples. A component-oriented approach and an object-oriented programming paradigm are used. A class diagram of a module that calculates the Mann-Whitney criterion for two samples with an accuracy of $\alpha=0.05$ is developed. The created module is implemented in the form of a DLL library that is connected to the application being created, and the application can be created in various programming languages that support integration into the DLL library project. The article also describes the fields and methods of the main classes of the created module, provides examples of codes and input data. The developed module can be connected to a software tool that will perform statistical processing of the experiment results.

Key words: algorithm, software implementation, programming language, Mann-Whitney criterion, software module, DLL library.

УДК 373.5.091.12.011.3-051:512]:004.77
DOI 10.5281/zenodo.14566717

Т. Ю. Года
ORCID ID 0000-0001-7595-363X
Український державний університет
імені Михайла Драгоманова

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ВЧИТЕЛЯ ДО УРОКІВ, ПРИСВЯЧЕНИХ ВИВЧЕННЮ ФУНКЦІЙ У СТАРШІЙ ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ

Одним з ключових аспектів якісного освітнього процесу є підготовка вчителя до проведення уроків, особливо в старшій профільній школі, де складність навчального матеріалу вимагає більш глибокого підходу та використання сучасних методів. Використання інноваційних технологій, таких як інтерактивні методи навчання, цифрові ресурси, онлайн-платформи, програмне забезпечення для моделювання функцій, штучний інтелект, можуть значно покращити якість викладання та розширити можливості для індивідуального підходу до кожного учня.

Метою статті є визначення можливостей та переваг використання штучного інтелекту у підготовці вчителів до уроків з вивчення функцій у старшій профільній школі.

У статті здійснено аналіз досліджень та створено конспекти уроків за допомогою штучного інтелекту та розроблені рекомендації до створення запиту у ШІ. Встановлено, що штучний інтелект та додатки розроблені на їх основі можуть пришвидшити підготовку вчителів до уроків та можуть сприяти покращенню їх якості.

Зроблено висновок, що штучний інтелект може згенерувати доволі багато елементів уроку, створити тестові завдання, підібрати практичні задачі. Важливим є те, що матеріали згенеровані штучним інтелектом є дуже різноманітними, однак вчителям рекомендуємо переглядати створене на відповідність поставленій меті та завданням уроку, враховуючи особливості учнів. Загалом інновації в методиці навчання математики - це шлях до розвитку компетентних та креативних особистостей, які вміють застосовувати свої знання в різних галузях життя. Важливо продовжувати впровадження сучасних методів навчання, щоб готувати молодь до викликів сучасного світу та сприяти розвитку науки та технологій.

Ключові слова: інноваційні технології, старша профільна школа, онлайн ресурси, штучний інтелект, підготовка вчителя до уроків, ефективність навчання, підготовка до уроків, вибір інструментів для підготовки до уроків.

Постановка проблеми. У сучасних умовах стрімкого розвитку технологій та інформаційного суспільства освіта стоїть перед новими викликами та потребами. Одним з ключових аспектів якісного навчального процесу є підготовка вчителя до проведення уроків, особливо в старшій профільній школі, де складність навчального матеріалу вимагає більш глибокого підходу та використання сучасних методів. Зокрема, викладання функцій у старшій профільній школі потребує не лише ґрунтовних теоретичних знань, але й вміння застосовувати інноваційні технології для покращення засвоєння матеріалу учнями.

Використання інноваційних технологій, таких як інтерактивні методи навчання, цифрові ресурси, онлайн-платформи та програмне забезпечення для моделювання функцій, може значно покращити якість викладання та розширити можливості для індивідуального підходу до кожного учня. Однак, впровадження цих технологій вимагає від вчителя певних навичок та компетенцій, що піднімає питання щодо їхньої готовності до таких змін.

Проблема полягає в тому, що багато вчителів, зокрема ті, хто працюють у старшій профільній школі, можуть не мати достатньо знань та досвіду для ефективного використання інноваційних технологій у процесі підготовки до уроків. Це може бути

пов'язано як з браком відповідних ресурсів та навчальних програм, так і з недостатнім рівнем підтримки з боку навчальних закладів та освітніх організацій.

Таким чином, постає необхідність дослідження ефективних підходів та методик підготовки вчителів до використання інноваційних технологій під час викладання функцій у старшій профільній школі. Це включає вивчення сучасних технологічних засобів, розробку навчальних програм та тренінгів для вчителів, а також аналіз практичного застосування цих технологій у навчальному процесі. Вирішення цієї проблеми сприятиме покращенню якості освіти та підготовки учнів до подальшого навчання та професійної діяльності у технологічно орієнтованому світі.

Математика, несумнівно, вважається однією з найважливіших галузей знань, яка лягає в основу розвитку наук, технологій та інших сфер життя. З плином часу виникає необхідність адаптації методів навчання математики до сучасних вимог і можливостей. Сучасна освіта потребує, на нашу думку, змін, які будуть покращувати навчання, сприяти розвитку учнів, допомагати їм адаптуватися в світі та здобувати нові знання.

Аналіз актуальних досліджень. В наш час численні педагоги прагнуть відійти від традиційного сценарію навчання, надаючи своїм учням більше можливостей для активної участі в процесі навчання через застосування різноманітних методик. Застосування та використання різних нових засобів, методів та методик можемо вважати інноваціями. Саме застосування інновацій сприяє розвитку творчості вчителя, а також може покращувати освітній процес.

Інновації в освіті пов'язані із загальними процесами у суспільстві, глобальними проблемами, інтеграцією знань і форм соціального буття. Відтак, характерною ознакою сучасної педагогіки постає інноваційність – здатність до оновлення, відкритість новому [4].

Інновація – це цілеспрямована зміна, що вносить в освітнє середовище нові стабільні елементи та викликають перехід системи з одного стану в інший [3]. Використання вчителем інновацій вимагає від нього підготовки, творчості та бажання. Потрібно проаналізувати поточну ситуацію в класі, знайти проблемні місця, підібрати ефективну методику, засоби та методи.

Під інноваціями у навчанні розуміються нові методики викладання, нові способи організації занять, нововведення в організації змісту освіти, методи оцінювання освітнього результату [4].

У світі відбувся перехід від звичайних класів до онлайн-класів і змішаного навчання. Однак, дивлячись на екрани ноутбуків, учням легше відволіктись й зайнятися чимось іншим.

Ми не можемо звинувачувати тих учнів у тому, що вони погано навчаються; вчитель також зобов'язаний не давати нудних і сухих уроків, від яких учні втомлюються.

Багато шкіл, вчителі та тренери пробували інноваційні стратегії викладання в новій нормі, щоб зацікавити учнів і більше залучити їх.

У 2023 році в Україні став доступний штучний інтелект ChatGPT, через його доступність та зрозумілість його почали багато використовувати. Це створило проблему для багатьох людей, зокрема вчителів, оскільки учні використовують його для виконання завдань різного типу. Цю проблему досліджували Горчинський С. В., Софілканич М. І., Горбенко І. Ф. [2], Філіпенко Л. В., Думанський О. В., Козак О. В. [9], Ушакова І.О., Педан О. А [8], Горбачов О. С. [1], Панфілов Ю. І. [5], Немировська Д. О., Михалевич В. М. [7]. Враховуючи сучасний стан освіти в країні, Шаров С. В. [10], Мар'єнко М. В. [6] досліджують сучасний стан використання штучного інтелекту та розробляють рекомендації стосовно застосування ШІ.

Однією з головних тенденцій є використання технологій у навчанні. Введення інтерактивних дошок, онлайн-ресурсів та програмного забезпечення для вивчення математики робить процес навчання більш доступним та захоплюючим. Вчителі можуть використовувати різноманітні візуалізації та ігри для пояснення складних концепцій, забезпечуючи студентам можливість вивчати матеріал у більш ефективний та цікавий спосіб.

Іншою важливою інновацією є перехід від традиційного «завчання» до активного навчання. Вчитель стає фасилітатором, сприяючи самостійному мисленню та розвитку критичного мислення учнів. Застосування методів проблемно-орієнтованого навчання

дозволяє студентам вирішувати реальні задачі, що сприяє глибшому засвоєнню матеріалу та розвитку творчих навичок.

Не менш важливою інновацією є індивідуалізація навчання. Застосування персоналізованих підходів дозволяє враховувати індивідуальні особливості та потреби кожного учня. Використання інформаційних технологій дозволяє створювати програми, які адаптуються до темпу навчання та рівня розуміння кожного учасника навчального процесу.

Також, з врахуванням сучасних реалій, важливо розвивати навички використання математики в реальних життєвих ситуаціях. Включення практичних завдань та проектів в навчальний план допомагає учням бачити застосування математичних знань у сучасному світі та стимулює їхній інтерес до предмету.

Інноваційні методики навчання стимулюють учнів до вивчення та відкриття нових знань та інструментів, що сприяє розширенню їхнього обсягу знань.

Творчі підходи до навчання надають учням можливість навчатися у власному темпі і спонукають їх шукати новітні рішення проблем, а не просто використовувати відповіді, які вже надані в навчальних матеріалах.

Педагоги, які застосовують інноваційні методики, продовжують надавати учням необхідну інформацію, але у менших об'ємах, що спрощує процес засвоєння інформації, а короткі та зрозумілі пояснення допомагають учням швидше освоїти базові знання.

Це дає можливість розвивати м'які навички: самоусвідомлення, структурованість, комунікація.

Інноваційні ідеї викладання дозволяють вчителям контролювати заняття та краще знати, з чим стикаються їхні учні, щоб знайти найбільш підходящі рішення.

Адаптація до індустрії 4.0: В умовах Четвертої промислової революції, важливо навчати учнів не лише традиційним математичним концепціям, але й навичкам, необхідним для успішної роботи в індустрії 4.0. Це включає в себе навички роботи з великими даними, штучним інтелектом, програмуванням та іншими сучасними технологіями, що розширюють сферу використання математики в індустріальних та технологічних галузях.

Сприяння різноманітності та інклюзії: Інновації в методиках навчання повинні враховувати різноманітність учнів і прагнути до інклюзивного підходу. Розробка навчальних матеріалів, які враховують різні стилі навчання та потреби учнів з різними здібностями, сприяє створенню середовища, де кожен може успішно вивчати математику.

Мета статті - визначення можливостей та переваг використання штучного інтелекту у підготовці вчителів до уроків з вивчення функцій у старшій профільній школі.

Виклад основного матеріалу. Наведемо приклад уроку із використанням сервісу Ahaslides (для створення презентації до уроку), а також Microsoft Copilot (для підготовки до уроку). Зручність та інноваційність сервісу Ahaslides полягає в тому, що ми можемо зробити інтерактивну презентацію до уроку, яка буде містити різноманітні завдання та доступна для учнів не тільки офлайн, а й онлайн. За допомогою Microsoft Copilot (штучний інтелект) створюємо конспект уроку, який редагуємо згідно навчальної програми та особливостей учнів у класі.

Використання штучного інтелекту це доволі суперечлива тема в освіті. Мала академія наук України спільно з Projector Creative & Tech Institute за підтримки Factum Group Ukraine та Міністерства освіти і науки України провели дослідження перспектив використання штучного інтелекту у шкільній освіті. У вересні та жовтні 2023 року це опитування пройшли 1 747 учителів і 1 443 учні 8–11 класів [11]. Досвід використання ШІ у вчителів та учнів уже є:

- Більшість вчителів та учнів зазначили, що мають досвід користування сервісами ШІ. У більшості випадків аудиторія задоволена отриманим досвідом.
- Вчителі зазначають, що використовували сервіси ШІ в своїй діяльності з метою підготовки до занять, створення тестів для домашнього завдання, при проведенні занять, а також для перевірки знань учнів і, навіть, в позакласній роботі. Частина вчителів залучала учнів до використання ШІ.

- Учні, говорячи про досвід користування ШІ, найчастіше зазначали його допомогу при підготовці домашнього завдання.

Наведемо приклад створення конспекту уроку:

У Microsoft Copilot пишемо запит: Створи конспект уроку на тему «Логарифмічна функція».

Через декілька хвилин отримуємо відповідь:

Звісно! Давайте створимо конспект уроку на тему «Логарифмічна функція, її властивості та графік».

Конспект уроку «Логарифмічна функція, її властивості та графік»

Мета уроку: Ввести поняття логарифмічної функції. Формувати вміння будувати графік логарифмічної функції. Дослідити властивості логарифмічної функції. Познайомити учнів з використанням логарифмічної функції при вивченні явищ навколишнього світу.

Хід уроку:

1. Організаційний момент. Мотивація навчання.

Підготовка учнів до уроку.

Запитання: «Що об'єднує ці малюнки? Як їх можна пов'язати з математикою?»

Перевірка домашнього завдання.

Короткий аналіз після попередньої перевірки.

2. Актуалізація опорних знань.

Питання до класу: «Що називається функцією? Наведіть приклади».

Визначення функції та обговорення основних понять.

3. Вивчення теми «Логарифмічна функція».

Властивості логарифмічної функції.

Графік логарифмічної функції.

Застосування логарифмічної функції в реальному житті.

4. Практична робота

Робота з програмним педагогічним засобом Advanced Grapher для будування графіків.

5. Підсумок уроку

Висновки та обговорення вивченого матеріалу.

Обладнання: Таблиці. Комп'ютер. Слайди, виконані в PowerPoint. Програмний педагогічний засіб Advanced Grapher.

Коментар: сервіс створює доволі компактний конспект уроку, але пропонує застарілі засоби, які варто замінити на нові; не створює зображення, які можна використати в презентації; не додає інтерактивних завдань.

Порада: даний конспект можна удосконалити. Задаємо уточнюючі питання для роз'яснення кроків, які нам не зрозумілі; просимо створити інтерактивні завдання до даної теми; замінюємо засоби на більш сучасні та створюємо урок у сервісі Ahaslides.

Наприклад, не зрозуміло які картинки використати на етапі мотивації навчальної діяльності. Уточнюємо це в штучного інтелекту (рис. 1).

Можемо побачити, що сервіс пропонує декілька різних варіантів, обираємо один із них. В сервісі Ahaslides створюємо презентацію. На першому слайді пишемо тему уроку. Далі, декілька картинок із зображенням логарифмічної функції в житті. Перевіряємо домашнє завдання. Створюємо слайд із тестом на засвоєння попередньої теми. Далі створюємо хмару слів на асоціації із темою «Функції» та аналізуємо відповіді учнів (етап актуалізації знань). Потім створюємо слайди презентації нового матеріалу (3 етап нашого уроку). Наступним буде практична робота, радимо поєднати комп'ютерні навички будувати графіки в одному із сервісів разом із роботою з підручником. Для перевірки засвоєння знань створюємо слайд «Correct Order» на встановлення правильної послідовності кроків побудови графіка логарифмічної функції. Для підбиття підсумків (етап рефлексії) просимо учнів оцінити наш урок відповідним на думку учнів смайлом. Задаємо домашнє завдання та закінчуємо урок.

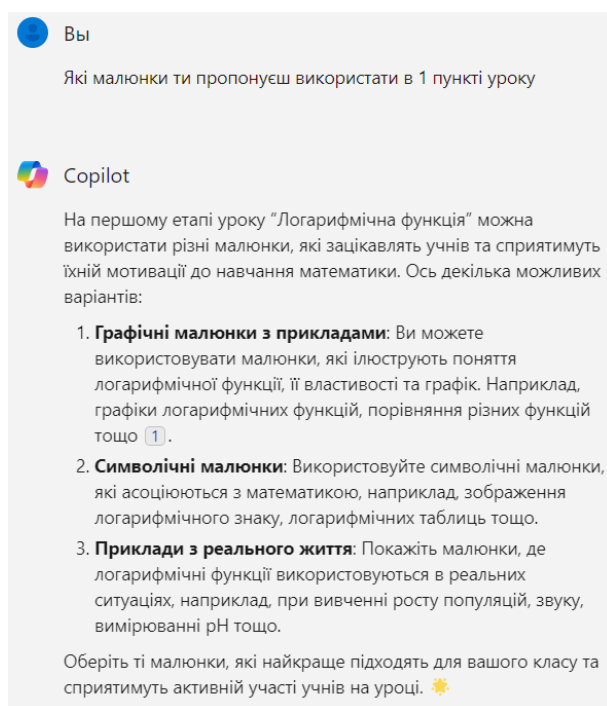


Рис. 1. Уточнення стосовно використання рисунків на етапі мотивації навчальної діяльності

Можемо побачити, що штучний інтелект створює загальний конспект уроку, який більше схожий на план, а не на повноцінний конспект. Тож пропонуємо покращити його задаючи уточнюючі питання та ставимо чітку, конкретну задачу.

Пишемо запит: «Створи конспект уроку на тему «Логарифмічна функція» який має містити: тему уроку, мету уроку, хід уроку. Хід уроку має складатись з організаційного етапу та мотивації (наведи доцільні мотиваційні приклади використання логарифмічної функції), актуалізацію опорних знань (зроби тест для учнів 11 класу на тему «Функції», розпиши етапи вивчення логарифмічної функції, підбери з підручників завдання для закріплення знань та підведи підсумки. Конспект уроку має бути розширеним).

Відповідь:

Конспект уроку «Логарифмічна функція»

Тема уроку: Логарифмічна функція

Мета уроку

Ознайомити учнів з логарифмічною функцією та її властивостями.

Розглянути приклади застосування логарифмів у різних сферах життя.

Закріпити знання про функції та їх властивості.

Хід уроку

1. Організаційний етап

Привітання учнів.

Перевірка готовності до уроку.

2. Мотивація

Пояснення важливості вивчення логарифмічної функції.

Приклади використання логарифмів у реальному житті:

Магнітуда землетрусів (шкала Ріхтера).

Звуковий тиск (дБ).

Економіка (ростові криві, проценти).

3. Актуалізація опорних знань

Тест для учнів 11 класу на тему «Функції»:

Яка функція є лінійною?

а) $y = x^2$

б) $y = 3x + 2$

в) $y = \frac{1}{x}$

Яка функція є параболічною?

а) $y = \log_2 x$

б) $y = x^2 - 3x + 5x$

в) $y = \sin x$

4. Вивчення логарифмічної функції

Визначення логарифмічної функції.

Властивості логарифмів.

Графік логарифмічної функції.

5. Закріплення знань

Розв'язання завдань з підручників.

Виконання практичних завдань на обчислення логарифмів.

6. Підсумки

Підведення підсумків уроку.

Висновок про важливість вивчення логарифмічної функції.

Нехай ваші знання ростуть, а математика стає цікавішою!

Спробуємо покращити цей конспект. Для етапу мотивації пишемо запит «Наведи детальні приклади використання логарифмічної функції». Отримуємо розширену відповідь із посиланнями (рис. 2)

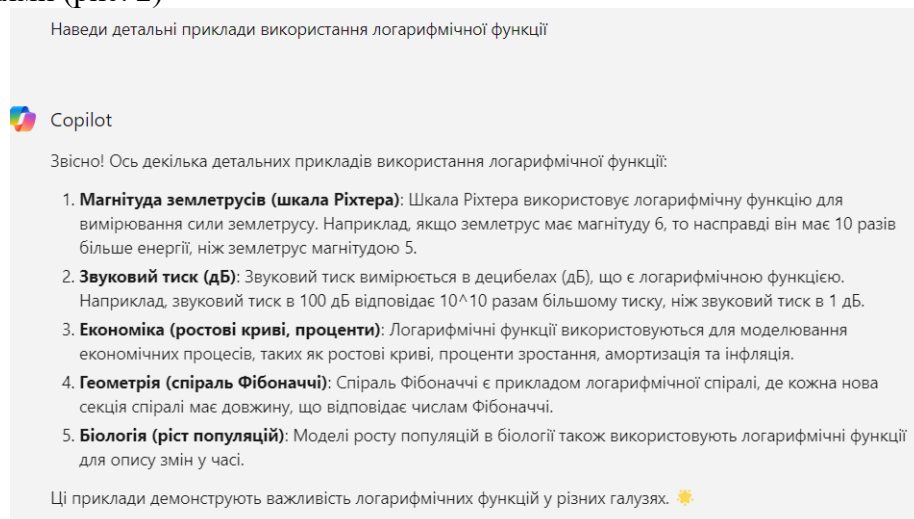


Рис. 2. Уточнення стосовно прикладів використання логарифмічної функції.

Наступним етапом можемо створити тест для актуалізації опорних знань. На цьому етапі різні штучні інтелекти створюють різні завдання на один і той же запит «Створи тест для учнів 11 класу на тему «Функції» який буде перевіряти знання властивостей функцій». Враховуючи індивідуальні особливості класу можемо обрати той варіант, що найбільше відповідає (табл. 1)

Таблиця 1

Порівняння створення тестів на тему «Функції» різними сервісами

Copilot	ChatGPT
Тестові питання (6 балів)	Тест на тему «Властивості функцій» для учнів 11 класу:
1. Яка з властивостей функцій є характеристикою лінійності?	Частина 1: Виберіть правильну відповідь
а) Функція має графік у вигляді параболи.	1. Якщо $f(x) = x^2 + 3x$, то яким буде значення $f(2)$?
б) $f(a + b) = f(a) + f(b)$.	а) 8
в) Функція є оберненою до іншої функції.	б) 10
2. Яка властивість визначає, що для кожного значення x існує єдине відповідне значення y ?	в) 12
	г) 14

а) Область визначення. б) Область значень. в) Відображення. 3. Яка властивість визначає, що для кожного значення y існує єдине відповідне значення x? а) Область визначення. б) Область значень. в) Відображення. 4. Яка властивість визначає, що функція є оберненою до іншої функції? а) $f(a + b) = f(a) + f(b)$. б) $f(x) = f^{-1}(x)$. в) Функція має графік у вигляді параболи. 5. Яка властивість визначає, що для кожного значення x існує єдине відповідне значення y, і навпаки? а) Область визначення. б) Область значень. в) Взаємно-однозначна функція. 6. Яка властивість визначає, що функція має графік, який може бути відображений на площині без перетинів? а) Монотонність. б) Область визначення. в) Взаємно-однозначна функція. Практичні завдання (2 бали) 7. Поставте у відповідність функцію її графіку: а) $y = x^2$ б) $y = \sqrt{x}$ в) $y = \frac{1}{x}$ 8. Поставте у відповідність функцію її опису: а) $y = e^x$ б) $y = x^3$ в) $y = \sin x$ Завдання з відкритою відповіддю (2 бали) 9. Які властивості має функція $f(x) = 2^x$? Нехай ваші відповіді будуть точними та обґрунтованими!	2. Яка властивість функцій вказує на те, що сума двох функцій залишається функцією? а) Властивість обмеженості б) Властивість адитивності в) Властивість диференційованості г) Властивість асимптотичності Частина 2: Позначте вірне твердження 3. Для функції $f(x) = \sqrt{x}$ допустимі значення x: а) $x \geq 0$ б) $x > 0$ в) $x < 0$ г) $x \leq 0$ 4. Якщо функція $g(x)$ є парною, то яка з наступних властивостей є вірною? а) $g(-x) = -g(x)$ б) $g(-x) = g(x)$ в) $g(-x) = x$ г) $g(-x) = -g(-x)$ Частина 3: Заповніть пропуски 5. Для функції $f(x) = 2x^3 - 5x^2 + 3$ порядок її максимального члена є _____. 6. Якщо $f(x) = \frac{2x}{x-3}$, то область визначення функції буде _____. Частина 4: Задачі 7. Знайдіть корені рівняння $h(x) = 0$, якщо $h(x) = x^2 - 4x$. 8. Запишіть функцію $f(x)$, якщо відомо, що $f(3) = 5$ та $f(-2) = 7$. Цей тест допоможе перевірити рівень розуміння учнями важливих властивостей функцій та їх застосування в різних задачах.
---	---

Для вивчення нового матеріалу просимо пояснити «Визначення логарифмічної функції. Властивості логарифмів. Графік логарифмічної функції». Отримуємо доволі змістовну відповідь з посиланнями та картинками (рис. 3).



Звісно! Давайте розглянемо логарифмічну функцію та її властивості:

1. Визначення логарифмічної функції:

- Логарифмічна функція виглядає як $(y = \log_a x)$, де $(x > 0)$, $(a > 0)$, і $(a \neq 1)$.
- Основна властивість логарифмічної функції: $(a^y = x)$ (або, еквівалентно, $(y = \log_a x)$).
- Логарифмічна функція визначена лише для додатних значень (x) .

2. Властивості логарифмів:

- **Область визначення:** $(D(y))$ - множина всіх додатних чисел, тобто $(x \in (0, +\infty))$.
- **Область значень:** $(E(y))$ - множина всіх дійсних чисел, тобто $(y \in (-\infty, +\infty))$.
- **Парність / непарність:** Логарифмічна функція не є ані парною, ані непарною.
- **Графік:** Графік будь-якої логарифмічної функції $(y = \log_a x)$ проходить через точку $((1, 0))$.

3. Графік логарифмічної функції:

- Графік логарифмічної функції $(y = \log_2 x)$ виглядає так: !Графік логарифмічної функції

Якщо у вас є ще запитання або потрібні додаткові пояснення, не соромтеся питати! ☀

Рис. 3. Визначення логарифмічної функції. Властивості логарифмів. Графік логарифмічної функції

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Можемо побачити, що штучний інтелект може розробити доволі багато фрагментів уроку, що пришвидшить підготовку вчителя до уроку. Якість подібних конспектів потрібно покращувати використовуючи уточнюючі запити. Радимо також проглянути посилання які пропонує ШІ, це може наштовхнути вчителя на цікаві ідеї для уроків. Оскільки освітній процес в Україні направлений на розвиток особистості, підбираємо навчальні матеріали згідно освітніх потреб класу та відповідних вимог навчальної програми. Ми ще не знаємо всіх можливостей штучного інтелекту, тож це потребує подальших досліджень.

Варто враховувати, що ШІ може допускати помилки, тож рекомендуємо переглядати створений ним конспект та завдання, він не враховує особливості ваших учнів, та точно не знає їх краще за вас.

Загалом інновації в методиці навчання математики – це шлях до розвитку компетентних та креативних особистостей, які вміють застосовувати свої знання в різних галузях життя. Важливо продовжувати впровадження сучасних методів навчання, щоб готувати молодь до викликів сучасного світу та сприяти розвитку науки та технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Горбачов, О. С. (2023). Використання штучного інтелекту в освіті: переваги, виклики та можливості. Стан, досягнення та перспективи інформаційних систем і технологій. Матеріали XXIII Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів та студентів (20–21 квітня, 2023, м. Одеса). Одеський національний технологічний університет. (Gorbachev, O. S. (2023). The use of artificial intelligence in education: advantages, challenges and opportunities. State, achievements and prospects of information systems and technologies. Materials of the XXIII All-Ukrainian scientific and technical conference of young scientists, postgraduates and students (April 20–21, 2023, Odesa). Odessa National Technological University).
2. Горчинський, С. В., Софілканич, М. І., Горбенко, І. Ф. (2023). Якість української освіти й академічна доброчесність: вплив застосування штучного інтелекту. Академічні візії, 20. Режим доступу: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/407>. (Gorchynskiy, S. V., Sofilkanych, M. I., Gorbenko, I. F. (2023). The quality of Ukrainian education and academic integrity: the impact of the use of artificial intelligence. Academic Visions, 20. Retrieved from: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/407>).

3. Дичківська, І. (2004). Інноваційні педагогічні технології : Навчальний посібник. Київ: Академвидав. (Dychkivska, I. (2004). Innovative pedagogical technologies: Textbook. Kyiv: Akademvydav).
4. Дубасенюк, О. А. (2014). Інновації в сучасній освіті. Інновації в освіті: інтеграція науки і практики: збірник науково-методичних праць. За заг. ред. О.А. Дубасенюк. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. (сс. 12–28). (Dubaseniuk, O. A. (2014). Innovations in modern education. Innovations in education: integration of science and practice: a collection of scientific and methodological works. In O.A. Dubasenyuk (Ed). Zhytomyr: Publishing house of the I. Franko State University. (pp. 12–28).).
5. Єловець, О., Панфілов, Ю. (2024). Використання штучного інтелекту в освіті. Актуальні проблеми соціального розвитку в суспільстві змін. Матеріали 2-ї Міжнародної науково-практичної конференції (28–30 березня, 2024, м. Харків). За заг. ред. А. В. Кіпенський. Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут" (сс. 20–22). (Yelovets, O., Panfilov, Yu. (2024). Using artificial intelligence in education. Pressing problems of social development in society of changes. Materials of the 2nd International Scientific and Practical Conference (March 28–30, 2024, Kharkiv). In A.V. Kipensky (Ed). National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" (pp. 20–22).).
6. Мар'єнко, М. В. (2024). Добір сервісів штучного інтелекту для використання у навчанні природничо-математичних предметів у закладах загальної середньої освіти. Наукові записки. Серія: Педагогічні науки, 214, 256–261. (Mar'enko, M. V. (2024). Selection of artificial intelligence services for use in teaching natural and mathematical subjects in secondary education institutions. Scientific notes. Series: Pedagogical sciences, 214, 256–261).
7. Немировська, Д. О., Михалевич, В. М. (2023). Використання штучного інтелекту у вивченні математики. Матеріали ЛІІ Науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ (21–23 червня, 2023, м. Вінниця). ВНТУ. Режим доступу: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/view/788/1373/2632-1>. (Nemirovska, D. O., Mykhalevych, V. M. (2023). The use of artificial intelligence in the study of mathematics. Materials of the LII Scientific and Technical Conference of VNTU divisions (June 21–23, 2023, Vinnytsia). VNTU. Retrieved from: <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/view/788/1373/2632-1>).
8. Ушакова, І., Педан, О. (2020). Особливості використання штучного інтелекту в освіті. Інформаційні технології та системи. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (9–10 квітня, 2020, м. Харків). ХНЕУ ім. Семе́на Кузне́ця (с. 31). Режим доступу: <https://it.hneu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/10/tezy-dopovidejmizhnarodnoyi-naukovo-praktychnoyi-konferencziyi-informacziyi-tehnologiyi-tasystemy-2020.pdf#page=31>. (Ushakova, I., Pedan, O. (2020). Features of the use of artificial intelligence in education. Information technologies and systems. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (April 9–10, 2020, Kharkiv). KhNEU named after Semyon Kuznets (p. 31). Retrieved from: <https://it.hneu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/10/tezy-dopovidejmizhnarodnoyi-naukovo-praktychnoyi-konferencziyi-informacziyi-tehnologiyi-tasystemy-2020.pdf#page=31>).
9. Філіпенко, Л. В., Думанський, О. В., Козак, О. В. (2023). Академічна доброчесність в науковому та освітньому середовищі закладів освіти України: погляд крізь призму наявності штучного інтелекту. Академічні візії, 19. Режим доступу: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/380>. (Filipenko, L. V., Dumansky, O. V., Kozak, O. V. (2023). Academic integrity in the scientific and educational environment of educational institutions of Ukraine: a view through the prism of the presence of artificial intelligence. Academic Visions, 19. Retrieved from: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/380>).
10. Шаров, С. (2023). Сучасний стан розвитку штучного інтелекту та напрямки його використання. Українські студії в європейському контексті, 6, 136–144. (Sharov, S. (2023). The current state of artificial intelligence development and directions of its use. Ukrainian Studies in the European Context, 6, 136–144).

11. Як штучний інтелект змінює шкільну освіту: результати дослідження Малої академії наук і Projector Institute. Режим доступу: <https://man.gov.ua/about/news/yak-shtuchnij-intelekt-zminyuye-shkilsnu-osvitu-rezulstati-doslidzhennya-maloyi-akademiyi-nauk-i-projector-institute>. (How artificial intelligence is changing school education: results of a study by the Minor Academy of Sciences and the Projector Institute. Retrieved from: <https://man.gov.ua/about/news/yak-shtuchnij-intelekt-zminyuye-shkilsnu-osvitu-rezulstati-doslidzhennya-maloyi-akademiyi-nauk-i-projector-institute>).

Hoda T. Yu. Use of artificial intelligence innovative in teacher preparation for lessons dedicated to the study of functions in the senior professional school.

One of the key aspects of the high-quality educational process is the teacher's preparation for conducting lessons, especially in a high school, where the complexity of the educational material requires a deeper approach and the use of modern methods. The use of innovative technologies, such as interactive learning methods, digital resources, online platforms, software for modeling functions, artificial intelligence, can significantly improve the quality of teaching and expand opportunities for an individual approach to each student.

The purpose of the article is to determine the possibilities and advantages of using artificial intelligence in the preparation of teachers for lessons on the study of functions in a senior professional school.

The article analyzed research and created lesson notes using artificial intelligence and developed recommendations for creating a query in AI. It has been established that artificial intelligence and applications developed on its basis can speed up the preparation of teachers for lessons and can contribute to improving their quality.

It was concluded that artificial intelligence can generate quite a lot of lesson elements, create test tasks, and select practical tasks. It is important that the materials generated by artificial intelligence are very diverse, but teachers are recommended to review the materials created in accordance with the goals and objectives of the lesson, taking into account the characteristics of the students. In general, innovations in mathematics teaching methods are a way to develop competent and creative individuals who are able to apply their knowledge in various areas of life. It is important to continue implementing modern teaching methods to prepare young people for the challenges of the modern world and to contribute to the development of science and technology.

Key words: *innovative technologies, senior specialized school, online resources, artificial intelligence, teacher preparation for lessons, teaching effectiveness, preparation for lessons, selection of tools for preparation for lessons.*

УДК 378.147:514.12

DOI 10.5281/zenodo.14566662

О. М. Данильчук

ORCID ID 0000-0001-5639-2670

Донецький національний університет
імені Василя Стуса

**РОЛЬ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ: ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ
(НА ПРИКЛАДІ ВИВЧЕННЯ АНАЛІТИЧНОЇ ГЕОМЕТРІЇ)**

У статті представлені функції самостійної роботи здобувачів вищої освіти; завдання, що постають перед викладачами у процесі організації самостійної роботи (розробити систему завдань, які поступово ускладнюються, у рамках навчальних завдань; чітко визначити мету кожного виду самостійної роботи і перелік умінь і навичок, якими здобувач має оволодіти; обґрунтовано обирати методичні засоби досягнення поставленої мети і, застосовуючи на практиці, постійно їх удосконалювати; вести роз'яснювальну роботу зі здобувачами з питань організації і методики виконання самостійної роботи;

інструктувати здобувачів перед виконанням завдань, постійно підвищуючи вимоги до їх самостійної індивідуальної роботи; спостерігати за перебігом аудиторної роботи, перевіряти завдання і вчасно допомагати, враховуючи індивідуальні особливості кожного здобувача; у процесі підготовки до занять використовувати всі можливі інформаційні засоби навчання, а також застосовувати технології штучного інтелекту; періодично робити підсумки, виявляти результати самостійних зусиль здобувачів, оцінювати й аналізувати зроблену роботу, спонукаючи своїх підопічних до подальшого самовдосконалення). Проілюстровано фрагментом організації самостійної роботи студентів при опануванні розділом вищої математики «Аналітична геометрія» (теми «Криві другого порядку» та «Поверхні другого порядку»). Розроблено модель організації самостійної роботи здобувачів в процесі навчання математики, яка представлена системою взаємопов'язаних компонентів: навчально-методичне забезпечення, розробку та доповнення якого здійснює викладач на основі принципів організації СР; дидактичний комплекс забезпечення самостійної роботи містить індивідуалізовані дидактичні ресурси та комп'ютерні дидактичні ресурси.

Ключові слова: самостійна робота здобувачів, вивчення аналітичної геометрії, самоконтроль, активізація пізнавальної діяльності, модель організації самостійної роботи, контроль і оцінювання самостійної роботи, результат самостійної роботи здобувачів.

Постановка проблеми. Активізація навчальної діяльності здобувачів є і процесом, і результатом процесу стимулювання їхньої пізнавальної активності. При цьому активна пізнавальна діяльність розглядається не тільки як засіб підвищення навчальних досягнень, а й як метод розвитку розумових здібностей здобувачів.

Серед шляхів подолання проблем, які існують сьогодні в освіті, ключове місце належить мотивації навчальної діяльності здобувачів. Цей процес повинен бути спрямований на посилену спільну навчально-пізнавальну діяльність, на подолання пасивності, стереотипних форм викладання та навчання та внесення чогось нового та більш актуального на даний час.

Підвищення вимог до якості освіти стає нагальною проблемою і умовою розвитку системи безперервної освіти, стимулом оновлення її змісту на основі принципів фундаментальності, спадкоємності й практичної спрямованості. Самостійна робота здобувачів (СРЗ) як засіб організації оволодіння ними знань і умінь стає домінуючою, при цьому має важливе значення у формуванні особистості, тому що формує самостійність як важливу рису характеру, що сприяє відношенню фахівця. Ця проблема не нова, але все ще недостатньо теоретично та практично розроблена. Крім того, зростає частина студентів, які не вміють самостійно здобувати необхідні знання, працювати з джерелами.

У цьому необхідно навчити студента вчитися, розвивати в нього самостійність мислення, вміння як запам'ятовувати теоретичний матеріал, а й аналізувати його, перетворюючи цим потік інформації на систему знань.

Аналіз актуальних досліджень. Організація самостійної роботи студентів багато в чому визначають їх успіхи у навчанні, а надалі – у професійній діяльності. І.Л. Наумченко розглядає самостійну роботу як керований процес, який служить головним чином цілям навчання (засвоєння, закріплення, вдосконалення знань в обсязі вузівських програм) та набуття відповідних умінь та навичок, що становлять зміст підготовки фахівця. Одні вчених вважають СРЗ методом навчання, інші – прийомом навчання, треті – формою організації творчої діяльності студентів. У роботах О.С.Чашечникової [3; 4], самостійна робота сприймається як із компонентів пізнавальної діяльності творчому рівні.

Серед засад самостійної навчальної діяльності називають: принцип науковості; принцип наочності; принцип систематичності, послідовності, наступності у самостійній роботі; принцип зв'язку теорії із практикою; принцип свідомості та активності; принцип індивідуалізації стилю самостійної навчальної праці; принцип доступності та посильності самостійної роботи; принцип обліку трудомісткості навчальних дисциплін та оптимального планування самостійної роботи; принцип міцності засвоєння знань.

Принцип свідомості та активності самостійної навчальної праці виключає механічне заучування матеріалу, орієнтує студентів на глибоке розуміння та осмислення його змісту, на вільне володіння набутими знаннями. Активність є основою творчого мислення.

Принцип індивідуалізації стилю самостійного навчального праці студента передбачає опору за власні властивості особистості (особливості сприйняття, пам'яті, мислення, уяви тощо.), і навіть свої індивідуально-типологічні особливості (темперамент, характер, здібності) [5; 6].

Перелічені принципи можуть змінюватись і змінюватись в залежності від загальних завдань підготовки спеціаліста, специфіки академічної дисципліни, змісту самостійної роботи та інших показників.

Мета статті – аналіз викликів та проблем організації самостійної роботи студентів у освітньому процесі на прикладі вивчення аналітичної геометрії.

Виклад основного матеріалу. Необхідність контролю самостійної навчальної роботи й оцінювання знань здобувачів має об'єктивний характер. Тут діє закономірний зв'язок у ланцюгу: мета навчання – процес – результат – нова мета. Але для того, щоб педагогічно грамотно визначити нову мету, необхідно точно знати, що вже досягнуто у результаті навчання.

Контроль досягнутих результатів самостійної роботи має низку функцій.

Навчальна, яка сприяє поглибленню, розширенню, удосконаленню знань здобувачів, уточненню і систематизації набутих знань з предмета. Нормальний розвиток навчального процесу передбачає зворотний зв'язок у двох його різновидах: здобувач – викладач і здобувач – здобувач. Ідеться про так званий зовнішній і внутрішній зв'язок у навчанні.

Діагностична – виявлення знань, умінь і навичок з метою діагностики наявних в них прогалин.

Виховна або *функція стимулювання* (спрямована на поліпшення особистої дисципліни, виховання волі, характеру, дисципліни, навичок систематичної самостійної праці та ін.).

Розвивальна – контроль знань сприяє розвитку психічних функцій особистості – уваги, пам'яті, мислення, інтересів, пізнавальної активності, мовлення здобувачів.

Контролююча (визначення рівня знань, умінь і навичок здобувачів, підготовленості до засвоєння нового матеріалу, виставлення оцінок здобувачам).

Стимулюючо-мотиваційна (стимулювання здобувачів до поліпшення навчальної діяльності, розвитку особистої відповідальності, формування мотивів навчання).

Прогностично-методична, передусім вона стосується викладача, який отримує досить певні дані для оцінки своєї праці, результатів запровадження власної методики викладання, шляхів подальшого вдосконалення процесу навчання. Однак така функція контролю стосується і здобувачів. Контроль допомагає їм прогнозувати власну навчальну та наукову роботу.

Принципи організації контролю й оцінювання СРЗ є метою навчально-виховного процесу, зокрема у ЗВО, а також об'єктивними закономірностями:

- 1) принцип індивідуального характеру перевірки й оцінки знань здобувачів передбачає індивідуальну та самостійну роботу викладача з кожним здобувачем, врахування його індивідуальних особливостей. У процесі вивчення аналітичної геометрії реалізується через індивідуалізацію умов та диференційований підхід до вимог завдання;
- 2) принцип систематичності й системності перевірки й оцінки знань впливає на здійснення контролю протягом усього періоду навчання здобувача у ЗВО. Наприкінці кожної лекції та на початку кожного практичного заняття відбувається тестування (наприклад, рівняння прямої, площини та інше);
- 3) принцип тематичності стосується усіх ланок перевірки і передбачає оцінку навчальної діяльності здобувачів з кожної теми, кожного розділу, за курс;
- 4) принцип диференційованої оцінки успішності навчання здобувачів передбачає здійснення оцінки успішності на основі різнорівневого підходу;

- 5) принцип єдності вимог викладачів до здобувачів передбачає урахування кафедрою і викладачами чинних загальнодержавних стандартів;
- 6) принцип об'єктивності – це систематичний аналіз результатів міжсесійного контролю і показників успішності за єдиними критеріями з метою своєчасного здійснення заходів для поліпшення організації і змісту навчально-виховного процесу, підвищення ефективності та якості аудиторних і самостійних занять здобувачів з метою запобігання (зменшення) відсіву їх із ЗВО;
- 7) принцип гласності передбачає доведення результатів контролю на кожному етапі вчасно до відома здобувачів (електронний журнал).

У організації навчальної роботи здобувачів, спрямованої на розвиток у них умінь і навичок самостійної роботи, перед викладачами ЗВО постають такі завдання:

- 1) розробити систему завдань, які поступово ускладнюються, у рамках навчальних завдань; чітко визначити мету кожного виду самостійної роботи і перелік умінь і навичок, якими здобувач має оволодіти;
- 2) обґрунтовано обирати методичні засоби досягнення поставленої мети і, застосовуючи на практиці, постійно їх удосконалювати;
- 3) вести роз'яснювальну роботу зі здобувачами з питань організації і методики виконання самостійної роботи;
- 4) інструктувати здобувачів перед виконанням завдань, постійно підвищуючи вимоги до їх самостійної індивідуальної роботи;
- 5) спостерігати за перебігом аудиторної роботи, перевіряти завдання і вчасно допомагати, враховуючи індивідуальні особливості кожного здобувача;
- 6) у процесі підготовки до занять використовувати всі можливі інформаційні засоби навчання, а також застосовувати технології штучного інтелекту;
- 7) періодично робити підсумки, виявляти результати самостійних зусиль здобувачів, оцінювати й аналізувати зроблену роботу, спонукаючи своїх підопічних до подальшого самовдосконалення.

Ефективність СРЗ значною мірою залежить від організації її контролю з боку викладача. Мета контролю СРЗ – допомогти здобувачеві методично правильно та грамотно з мінімальними витратами часу освоїти теоретичний матеріал і набути умінь розв'язувати задачі. Форми контролю, як правило, залежать від теми чи розділу, від її змісту, обсягу часу на її вивчення, виду завдань для СРЗ, від досвіду викладача і т.д. Їх можна розподілити на аудиторні (традиційні): контрольні роботи, практичні роботи, тести, самостійні завдання; позааудиторні: захист рефератів, конкурсних проєктів, самоконтроль; аудиторні (нетрадиційні): круглі столи, дебати.

Наприклад, контроль рівня опанування розділом вищої математики «Аналітична геометрія» можна розподілити на наступні форми. При вивченні теми «Криві другого порядку» форма контролю буде аудиторна: перевірка знань та умінь здобувачів, результати їхньої самостійної роботи контролюється написанням контрольної роботи та тестуванням. Результати вивчення теми «Поверхні другого порядку» контролюються позааудиторними формами, тобто це написання і захист міні кейсу чи міні проєкту. Вивчаючи теми, які пов'язані із застосуванням вищої математики до розв'язання економічних та математичних задач, можна використовувати позааудиторні (нетрадиційні) форми контролю СРЗ.

Наприклад, при вивченні теми «Криві лінії другого порядку» студенти самостійно знайомляться з властивостями загального рівняння другого степеня (з двома змінними). Опрацьовуючи даний матеріал, студенти роблять висновки, що залежно від значень коефіцієнтів рівняння може визначати коло, еліпс, гіперболу, параболу, пару прямих, які перетинаються, пару паралельних прямих, пару прямих, які збігаються, точку, і, нарешті, може не визначати геометричного образу. Для самостійного опрацьовування пропонується завдання пов'язати дослідження рівняння, що визначає певну криву другого порядку, з визначниками, які називають дискримінантом рівняння та дискримінантом старших його членів і скласти відповідну таблицю.

Самоконтроль самостійної роботи є одним з найцінніших якостей особистості. Самоконтроль передбачає: уміння стежити за своєю поведінкою, мовою, діями й вчинками; відповідальність за сказане та здійснене; уміння контролювати ступінь розуміння й ступінь міцності їх засвоєння; уміння критично оцінювати результати своєї пізнавальної діяльності.

Навички самоконтролю допомагають формувати самодисципліну праці, вчасно помічати свої помилки, бути переконаним в успішності застосування знань й умінь на практиці. Самоконтроль є необхідним елементом навчальної праці насамперед тому, що він сприяє глибокому й міцному оволодінню знаннями. Використання самоконтролю в навчальній діяльності дає можливість здобувачеві оцінювати ефективність і раціональність застосовуваних прийомів і методів розумової праці. І, звичайно, необхідно відзначити велике виховне значення самоконтролю як оціночно-результативного компонента навчальної діяльності. Оволодіння вміннями самоконтролю привчає здобувачів до планування навчальної діяльності, сприяє вихованню уваги, пам'яті й виступає як важливий чинник розвитку пізнавальних здібностей.

Навички самоконтролю формуються у процесі осмисленої діяльності, зокрема навчанні. Способи самоконтролю можуть бути різними, зокрема: опрацювання законспектованого тексту та порівняння його з текстом навчальної книги; складання плану, тез, формулювань ключових положень тексту по пам'яті; розповідь з опорою на схеми, опорні положення; участь у взаємоперевірці (аналіз й оцінка усних відповідей, практичних робіт своїх товаришів; додаткові питання до їхніх відповідей; творів-рецензій т.д.).

Контроль результатів навчальної діяльності здобувачів є формою зворотного зв'язку, джерелом знань викладача про хід самостійного оволодіння здобувачами навчальним матеріалом, про повноту та міцність його засвоєння; контроль допомагає здобувачам критично оцінити свої досягнення та помилки, правильно організувати подальшу роботу, забезпечити її системність і регулярність. Ефективність навчального процесу безпосередньо залежить від поєднання контролюючої діяльності викладача із самоконтролем здобувачів.

Природно, що СРЗ треба керувати з перших днів їх перебування у вищій школі, враховуючи зміст організаційних, методичних і виховних її аспектів. Зміна концептуальної основи й розширення функцій самостійної роботи – це не тільки збільшення її обсягу, але й зміни у взаємовідносинах між викладачем і здобувачем як рівноправними суб'єктами навчальної діяльності, тобто коригує всі психолого-педагогічні засоби забезпечення самостійної роботи. Усе це ставить вимоги до пошуків таких форм самостійної навчальної роботи у ЗВО, коли допомога й контроль викладача не пригнічуватимуть самостійності та ініціативи здобувача, а привчатимуть його самостійно вирішувати питання організації, планування, контролю за своєю навчальною діяльністю, виховуючи самостійність як особистісну рису характеру.

Найважливішою умовою ефективності СРЗ є її планування. Тому бюджет часу здобувачів – одне з найгостріших питань, над рішенням якого треба працювати і педагогам, і психологам, і фізіологам. Часто бюджет часу планують, не зважаючи на фізичні і психічні можливості здобувачів. Щоб упорядкувати систему завдань, рекомендується складати і видавати здобувачам графіки самостійної роботи, а також навчальні плани і програми на семестр із вказівками щодо її організації і планування СРЗ. Однак значення графіків СРЗ має результат лише тоді, коли за їх використанням (дотримання термінів подання робіт – індивідуальних робіт, рефератів, курсових робіт та проєктів) ведеться систематичний контроль. Таким чином, керування СРЗ має здійснюватися за трьома напрямками:

- самоуправління, тобто індивідуальне планування здобувачем своєї роботи, її корегування згідно з даними різних видів контролю, порадами викладачів, даними засобів самоконтролю тощо;
- відпрацювання і видача здобувачам графіків проведення самостійних робіт та контроль за їх виконанням;
- управління, яке здійснюється у процесі різних видів навчальної роботи;

- проведення роз'яснювальної роботи, організація взаємодопомоги, обмін досвідом, звіти тощо.

Методичний, виховний, організаційний аспекти організації СРЗ тісно пов'язані між собою, і тільки за умови цілеспрямованої і систематичної роботи за всіма трьома аспектами забезпечується її ефективність. На підставі аналізу психологічної, педагогічної та методичної літератури, власного досвіду та досвіду практичної діяльності викладачів була побудована модель (рис. 1) організації самостійної роботи майбутніх фахівців у процесі навчання математики у ЗВО.



Рис. 1. Модель організації СРЗ в процесі навчання математики.

Організація СРЗ представлена системою взаємопов'язаних компонентів: навчально-методичне забезпечення, розробку та доповнення якого здійснює викладач на основі принципів організації СР, в процесі навчання студенти і викладачі користуються навчально-методичним забезпеченням дисциплін; дидактичний комплекс забезпечення самостійної роботи містить індивідуалізовані дидактичні ресурси та комп'ютерні дидактичні ресурси. Усі складові моделі знаходяться в тісному взаємозв'язку та взаємодії, яка покликана забезпечити послідовну, системну підготовку висококваліфікованого фахівця, підвищення якості навчання. Організовуючи наступним чином СРЗ, ми досягнемо поданих у моделі результатів самостійної роботи: активізації процесу навчання; виробленню навичок вирішення проблемних ситуацій; зануренню до реальної атмосфери професійної діяльності; використанню нестандартних рішень; вияву креативного та творчого підходу при розв'язуванні задач прикладного змісту; мотивації для отримання знань, умінь та навичок; прагненню до самовдосконалення та здатності до самостійного навчання впродовж життя.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Аналіз джерел з проблеми дослідження дозволив: представити багатогранність і суперечність щодо

впровадження самостійності у навчанні студентів. Формування у майбутніх фахівців навчально-пізнавальної, дослідницької, розвивальної та виховної функцій сприятимуть розвитку ініціативності, самостійності, самоорганізації та самоконтролю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Данильчук, О. М. (2019). Методика організації СРЗ економічних спеціальностей у процесі професійно орієнтованого навчання математики (дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02). Київ. (Danylchuk O. M. Methodology of implementing self-directed learning of students of economic specialties in the process of professionally oriented mathematics teaching (PhD thesis). Kyiv).
2. Діденко, М. М. (2001). Формування виховної функції в процесі взаємозв'язку лекцій, семінарських занять та СРЗ. Проблеми освіти. Київ, 74–79. (Didenko M. M. (2001). Formation of the educational function in the process of interrelationship of lectures, seminar classes and SRS. Problems of education. Kyiv, 74–79).
3. Чашечникова, О. С. (2003). Деякі аспекти формування здатності до самоосвіти та самовдосконалення під час навчання. Вісник національного технічного університету України «КПІ». Філософія. Психологія. Педагогіка, 3 (9), 213–218. (Chashechnikova, O. S. (2003). Actual aspects of the formation of knowledge before self-awareness and self-refinement at the hour of initiation. Bulletin of the National Technical University of Ukraine "KPI". Philosophy. Psychology. Pedagogy, 3 (9), 213–218).
4. Чашечникова, О. С. (2005). Організація самостійної діяльності учнів у процесі актуалізації знань і вмінь з математики Дидактика математики: проблеми і дослідження: міжнародний збірник наукових робіт, 23. Донецьк: Фірма ТЕАН, (сс. 91–97). (Chashechnikova, O. S. (2005). Organization of students' independent activity in the process of actualization of knowledge and skills in mathematics Didactics of mathematics: problems and research: an international collection of scientific works, 23. Donetsk: TEAN Company, (pp. 91–97).).
5. Чашечникова, О. С. (2013). Специфіка використання організаційних форм і методів математики з метою розвитку творчого мислення учнів. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології, 5, 187–197. (Chashechnikova, O. S. (2013). The specifics of using organizational forms and methods of mathematics for the purpose of developing students' creative thinking. Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies, 5, 187–197).
6. Чашечникова, О. С. (2011). Теоретико-методичні основи формування і розвитку творчого мислення учнів в умовах диференційованого навчання математики (дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02). Суми. (Chashechnikova, O. S. (2011). Theoretical and methodological foundations of the formation and development of students' creative thinking in the conditions of differentiated teaching of mathematics (DSc thesis). Sumy).

Danylchuk O. M. The role of independent work of acquirers: challenges and opportunities (on the example of studying analytical geometry).

This article presents the functions of independent work of higher education students; tasks that teachers face in the process of organizing independent work (develop a system of tasks that gradually become more complicated within the framework of educational tasks; clearly define the goal of each type of independent work and a list of skills and abilities that the applicant must master; reasonably choose methodological means to achieve the set goal and, applying them in practice, constantly improve them; conduct explanatory work with applicants on the organization and methodology of independent work; instruct applicants before completing tasks, constantly increasing the requirements for their independent individual work; observe the progress of classroom work, check tasks and help in a timely manner, taking into account the individual characteristics of each applicant; in the process of preparing for classes, use all possible information means of learning, as well as apply artificial intelligence technologies; periodically summarize, identify the results of the applicants' independent efforts, evaluate and analyze the work done, encouraging their wards to further self-improvement). Illustrated with a fragment of the organization of independent work of students when mastering the section of higher mathematics "Analytical Geometry" (topics "Second-order curves" and "Second-order

surfaces"). A model of the organization of independent work of applicants in the process of learning mathematics has been developed, which is represented by a system of interrelated components: educational and methodological support, the development and supplementation of which is carried out by the teacher based on the principles of the organization of SR; the didactic complex of providing independent work contains individualized didactic resources and computer didactic resources.

Key words: independent work of applicants, study of analytical geometry, self-control, activation of cognitive activity, model of organization of independent work, control and evaluation of independent work, result of independent work of applicants.

УДК 378.011.3-051:51]:004
DOI 10.5281/zenodo.14566899

Н. В. Кугай

ORCID ID 0000-0002-9193-1956

Глухівський національний педагогічний
університет імені Олександра Довженка,
Радіоастрономічний інститут НАН України

М. М. Калініченко

Радіоастрономічний інститут НАН України

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РОЗВИТКУ АНАЛІТИЧНОГО МИСЛЕННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АНАЛІЗУ

Метою дослідження було проаналізувати можливості цілеспрямованого формування та розвитку аналітичного мислення майбутніх учителів математики за допомогою інформаційних технологій у процесі вивчення математичного аналізу. Для досягнення цієї мети було застосовано аналіз науково-методичної літератури, узагальнення, власний досвід викладання математичного аналізу та роботи з системами комп'ютерної математики, зокрема MATLAB, GEOGEBRA. З'ясовано, що для розвитку аналітичного мислення важливу роль відіграє розвиток таких умінь: використовувати різноманітні методи дослідження функцій, аналізувати задачі, доводити математичні твердження, будувати математичні моделі тощо. Виявлено тісний зв'язок між розвитком аналітичного мислення та вивченням математичного аналізу. Показано, що використання інформаційних технологій (візуалізація, динамічні системи, онлайн-платформи) сприяє розвитку аналітичного мислення. Наведено конкретні приклади застосування інформаційних технологій у процесі навчання математичного аналізу.

Розвиток аналітичного мислення є одним із пріоритетних завдань сучасної освіти, зокрема й математичної, особливо в контексті зростаючих вимог до фахівців. Вивчення математичного аналізу створює потужний фундамент для розвитку аналітичного мислення завдяки своїй логічній структурі та широкому спектру застосувань. Застосування інформаційних технологій у процесі навчання математичного аналізу сприяє глибшому розумінню матеріалу, розвитку навичок моделювання, візуалізації та аналізу даних, що в свою чергу сприяє розвитку аналітичного мислення.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо у: з'ясуванні можливостей застосування ІІІ для розвитку аналітичного мислення під час вивчення математичного аналізу; створенні методичних посібників з різних розділів математичного аналізу для розвитку аналітичного мислення засобами ІКТ.

Ключові слова: аналітичне мислення, математичний аналіз, інформаційні технології, вища освіта, майбутні вчителі математики, математична освіта, онлайн-платформи, заклад вищої освіти.

Постановка проблеми. У звіті Всесвітнього економічного форуму [1] представлено 10 ключових навичок, які будуть затребувані у найближчому майбутньому, і серед них найбільше цінуються роботодавцями сильні когнітивні навички. Найважливішими навичками у 2023 році вважаються аналітичне та креативне мислення (у переліку найважливіших навичок займають 1-е і 2-е місце відповідно), і очікується, що це залишиться таким у наступні п'ять років. Шосте місце у цьому переліку займає технологічна грамотність. Тому розвиток аналітичного мислення здобувачів освіти засобами інформаційних технологій є одним з пріоритетних завдань вищої освіти.

Математична освіта є наріжним каменем інтелектуального розвитку суспільства, і рівень підготовки учителів математики суттєво впливає на якість цієї освіти. Математичний аналіз – фундаментальна дисципліна, яка відіграє ключову роль у формуванні інтелектуальних умінь майбутніх учителів математики, зокрема аналітичного мислення.

З аналізу змісту сутності аналітичного мислення маємо, що розвиток аналітичного мислення водночас сприяє розвитку критичного мислення (оцінювання інформації, виявлення помилок і суперечностей, формулювання власної думки), креативного мислення (пошук нових ідей, нестандартних підходів, нових методів і способів вирішення проблем, зокрема й задач), проблемного мислення (визначення проблем, пошук причин і наслідків, розробка рішень), логічного мислення (побудова послідовних міркувань, доведення тверджень). Існує й обернена залежність.

Аналіз актуальних досліджень. Питання розвитку аналітичного мислення розглядалися в роботах С. Шевченко (зокрема, розгляд пізнавальних мотивів як засобу розвитку аналітичного мислення студентів), А. Даценко (розвиток аналітичного мислення студентів на заняттях із всесвітньої історії), М. Ковтанюка та Б. Семко (розвиток аналітичного мислення у процесі навчання фізики за допомогою ігрових симуляторів), Г. Ткачук (формування аналітичного мислення студентів у процесі вивчення технологій тривимірного моделювання) та інших.

Розробка теоретичних і практичних аспектів застосування ІКТ під час навчання математики як у загальноосвітній школі, так і у ЗВО знайшла своє відображення у роботах В. Бикова, Ю. Горошка, М. Жалдака, Т. Крамаренко, С. Ракова, Ю. Рамського, О. Семеніхіної, О. Співаковського, Ю. Триуса та інших.

Мета статті – показати можливість цілеспрямованого формування й розвитку аналітичного мислення здобувачів освіти під час вивчення математичного аналізу засобами інформаційних технологій.

Виклад основного матеріалу. Як зауважено вище, аналітичне мислення очолює перелік найважливіших ключових навичок, необхідних людині у сьогодиньньому світі. Аналітичне мислення - це комплексна здатність особистості швидко і усвідомлено здійснювати розумові операції, щоб орієнтуючись на суттєві ознаки об'єктів та явищ, правильно оперувати поняттями та, підпорядковуючись законам логіки, виводити наслідки з даних умов і прогнозувати інші рішення [8]. Одним із шляхів розвитку аналітичного мислення є систематичне заняття математикою.

Серед усіх навчальних дисциплін математичного спрямування спеціальності 014 Середня освіта (Математика) на вивчення математичного аналізу відведено найбільшу кількість кредитів, тому й у фаховій підготовці майбутнього вчителя математики ця дисципліна відіграє значну роль. Це саме стосується й розвитку аналітичного мислення здобувачів освіти.

Розвитку аналітичного мислення майбутніх учителів математики сприяє розвиток таких умінь здобувачів освіти (перелік не є вичерпним):

1. Уміння використовувати різноманітні методи дослідження функцій: оскільки предметом вивчення математичного аналізу є функція, то студенти повинні вміти досліджувати функції елементарними засобами та за допомогою апарату диференціального числення [4; 5].
2. Уміння аналізувати задачі: студенти повинні вміти розкладати складну задачу на простіші складові, вибрати відповідні методи розв'язання.

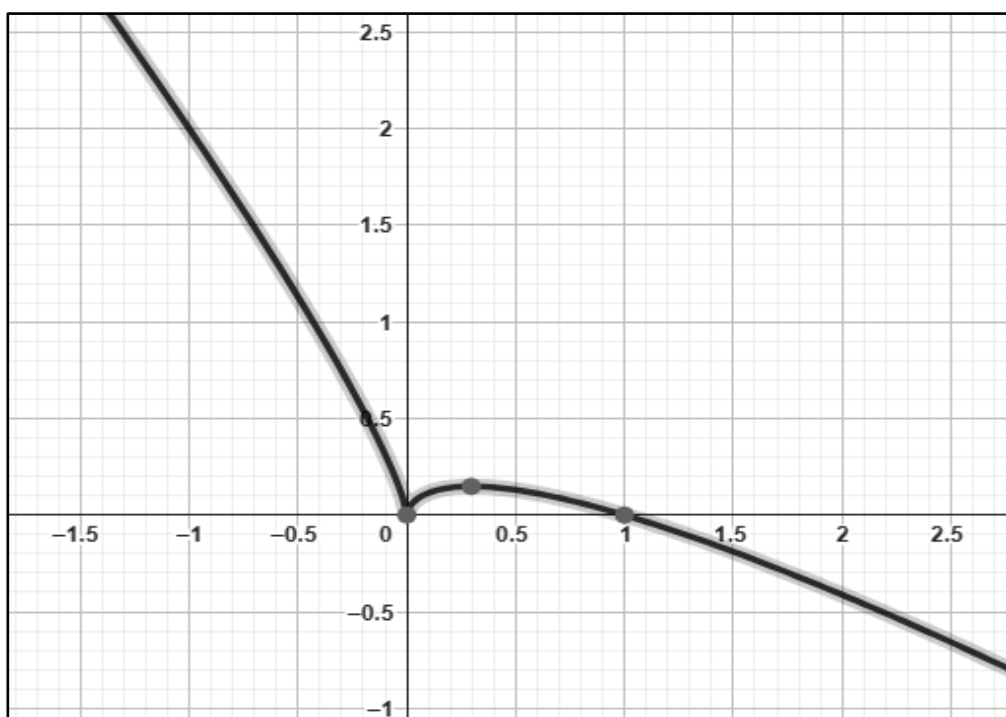
3. Уміння доводити математичні твердження: студенти повинні вміти виокремити умову і висновок твердження, вибрати метод доведення, будувати логічні міркування, робити й обґрунтовувати свої висновки з даних умов [3].
4. Уміння будувати математичні моделі: студенти повинні вміти переводити реальні ситуації на мову математики, будувати й досліджувати відповідні математичні моделі та інтерпретувати отримані результати.

Серед методичних прийомів, застосування яких сприяє розвитку аналітичного мислення, розглянемо використання інформаційних технологій. По-перше, це візуалізація абстрактних математичних об'єктів. Це можуть бути презентації, ментальні карти, графіки функцій однієї або двох змінних, тривимірні геометричні моделі. Такі моделі сприяють дослідженню геометричних об'єктів з різних ракурсів, а це в свою чергу розвиває просторове й аналітичне мислення [6]. По-друге, застосовуючи динамічні системи та комп'ютерні програми здобувачі освіти можуть створювати та експериментувати з різними математичними моделями, зокрема й з параметрами, спостерігаючи за зміною цих моделей. Це розвиває інтуїцію та допомагає зрозуміти причинно-наслідкові зв'язки. Крім того, за допомогою програм комп'ютерної математики можна досить швидко перевірити висунуті гіпотези й розв'язання завдань, провести чисельні експерименти, а це сприяє розвитку критичного мислення, а, отже, й аналітичного. По-третє, значну роль для розвитку аналітичного мислення відіграє використання під час вивчення математичного аналізу онлайн-платформ для навчання, онлайн-спільнот (форуми, чати, соціальні мережі). Тут можна організувати спільну роботу над проектами, обговорення математичних задач, а це стимулює обмін ідеями, розвиток комунікативних навичок та критичного мислення.

Розглянемо конкретні приклади.

Приклад 1. Під час вивчення застосування диференціального числення функції здобувачам освіти було запропоновано завдання: «Знайдіть інтервали монотонності і локальний екстремум функції $y = \sqrt[3]{x^2} - x$ ». Згідно зі схемою дослідження функції на монотонність (і на екстремум) студенти знаходять область визначення (всі дійсні числа), похідну функції ($y' = \frac{2 - 3\sqrt[3]{x}}{3\sqrt[3]{x}}$), складають рівняння $\frac{2 - 3\sqrt[3]{x}}{3\sqrt[3]{x}} = 0$ і отримують стаціонарну

точку $x = \frac{8}{27}$. Критичну точку $x = 0$ студенти «гублять». Зрозуміло, що результат неправильний. Викладач пропонує переглянути розв'язання завдання ще раз. На жаль (для викладача), здобувачі освіти не бачать, де вони зробили помилку. На запитання «А як можна перевірити результат вашого дослідження?» здобувачі пропонують побудувати графік цієї функції за допомогою GEOGEBRA (рис. 1) і з'ясувати інтервали монотонності й локальний екстремум за цим графіком (тут маємо інший спосіб дослідження властивостей функції).

Рис. 1. Графік функції $y = \sqrt[3]{x^2} - x$

Після аналізу графіка функції здобувачі бачать, що є ще одна критична точка $x = 0$ і завершують розв'язування задачі з врахуванням цього факту.

Приклад 2. Математика, зокрема й математичний аналіз, мають характерну відмінність від багатьох інших наук – єдиним способом перевірки твердження на істинність є доведення. Під час дистанційного навчання ми пропонуємо здобувачам освіти не просто відтворити доведення тієї чи іншої теореми (під час проведення колоквиумів, іспитів), а заповнити картки спеціального виду (таблиця 1) [6].

Таблиця 1

Доведення твердження

Умова теореми:	
Висновок теореми:	
Твердження	Обґрунтування

Такі картки можуть бути трьох видів: картки, в яких дано лише одні твердження, а відповідні обґрунтування здобувач повинен записати сам; картки, в яких дані лише обґрунтування, а твердження записує здобувач; комбіновані – картки, в яких дано окремі твердження і окремі обґрунтування, тобто пусті місця знаходяться в обох колонках таблиці. Який вид картки заповнювати – вибирає студент (чим менше заповнених рядків у картці, тим вищий бал за її правильне заповнення пропонується. Такі картки розміщуються в Google Classroom, в якому знаходяться всі матеріали для вивчення математичного аналізу. Нами обрано саме Google Classroom, оскільки вивчення математики в ЗЗСО відбувається саме на цій платформі, більшість здобувачів ознайомлені з принципами роботи цієї платформи. Крім того, як майбутні вчителі математики здобувачі удосконалюють таким чином навички роботи в Google Classroom).

Приклад 3. Розвитку вміння встановлювати й розвивати причинно-наслідкові зв'язки сприяють завдання такого змісту: Побудуйте графік функції $y = f(x)$, якщо $x \in A$ і далі розглядаються різні множини A . Приклади таких завдань можна знайти в роботі [4]. Такі завдання доцільно поступово ускладнювати, збільшуючи частку самостійної роботи здобувачів освіти.

Приклад 4. Під час розв'язування задач інтегрального числення багатьох змінних здобувачі освіти повинні вміти: вибрати відповідну формулу для обчислення, побудувати область інтегрування, визначити межі інтегрування і, власне, обчислити інтеграл. Одна з найбільших труднощів для студентів – визначити межі інтегрування. Для подолання цієї проблеми доцільно візуалізувати область інтегрування – перейти від її аналітичного задання до геометричного зображення. Існує низка систем комп'ютерної математики (Maple, Mathematica, MATLAB та інші), які дозволяють ефективно проводити візуалізацію геометричних об'єктів, а також порівняно просто здійснювати чисельне інтегрування, наприклад, під час обчислення об'єму просторових фігур. Нижче наведено приклади розв'язування низки задач, які включають побудову ліній, поверхонь, просторових тіл та чисельне обчислення інтегралів в системі MATLAB. Робота в середовищі системи MATLAB дає значні переваги, причому не тільки внаслідок її потужних засобів діалогу, графіки й візуалізації, але й в силу підтримки системи MATLAB переважною більшістю сучасних комп'ютерних платформ. Слід зазначити, що завдяки своїм перевагам система MATLAB користується великою популярністю серед викладачів, студентів, інженерів, вчених, економістів.

Розглянемо конкретний приклад: «Визначте об'єм тіла, обмеженого поверхнями $z = \sqrt{x^2 + y^2}$, $2 - z = x^2 + y^2$ ». Для візуалізації задачі пропонуємо зробити три рисунки: побудувати поверхні, побудувати тіло, об'єм якого треба знайти, побудувати проєкцію цього тіла на площину XOY (рис. 3а-в)).

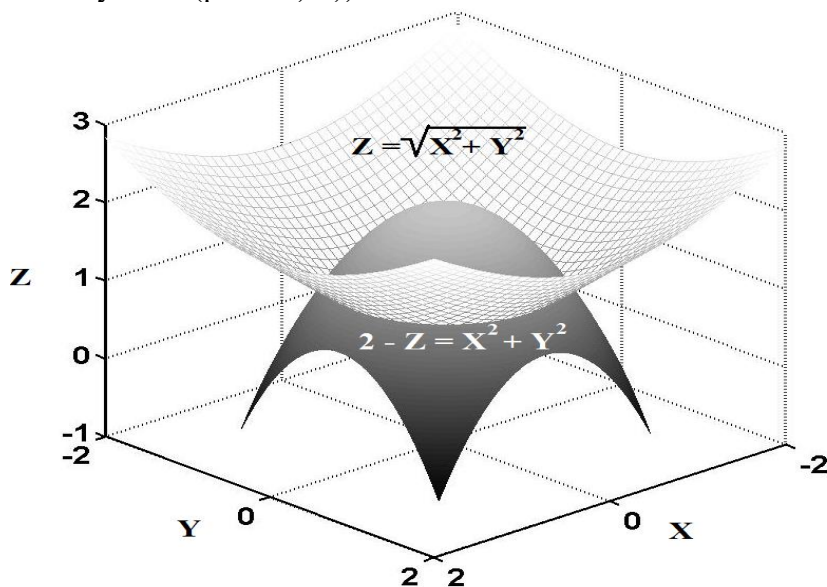


Рис. 3а). Поверхні $z = \sqrt{x^2 + y^2}$, $2 - z = x^2 + y^2$

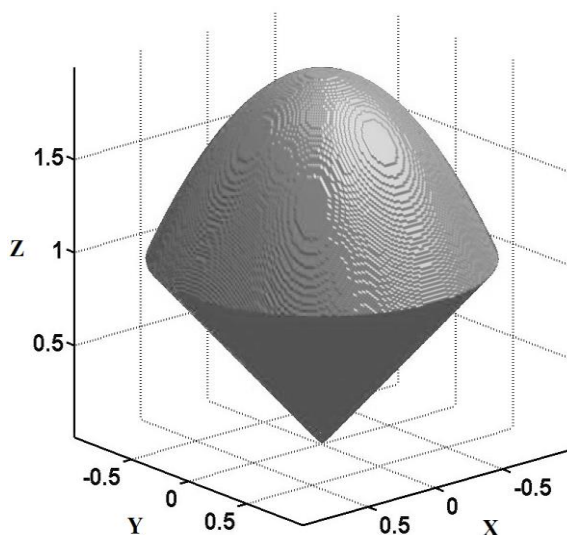


Рис. 3б). Тіло, об'єм якого треба знайти

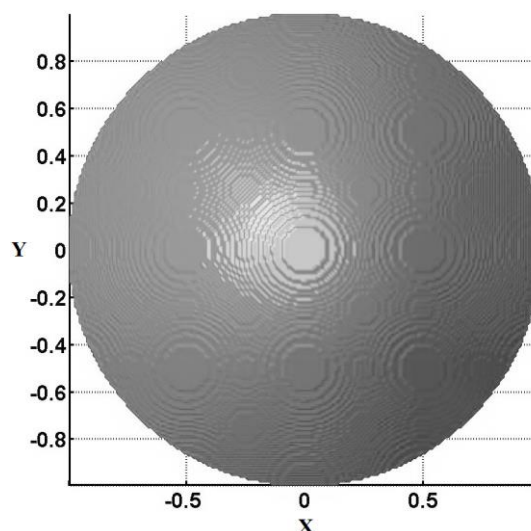


Рис. 3в) Проекція на площину XOY

Як правило, такі зображення пропонуються здобувачам освіти вже побудованими. (Причина – брак часу в теперішніх умовах війни росії проти України, постійні тривоги). Після демонстрації пропонованих рисунків, їхнього аналізу пропонуємо студентам записати формулу для обчислення об'єму тіла (нагадуємо, що їх можна вибрати серед трьох – для різних систем координат), з'ясуємо межі інтегрування для кожної змінної і обчислюємо цей інтеграл. Інші приклади можна знайти у роботі [2].

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Розвиток аналітичного мислення є одним із пріоритетних завдань сучасної освіти, зокрема й математичної, особливо в контексті зростаючих вимог до фахівців. Вивчення математичного аналізу створює потужний фундамент для розвитку аналітичного мислення завдяки своїй логічній структурі та широкому спектру застосувань. Застосування інформаційних технологій у процесі навчання математичного аналізу сприяє глибшому розумінню матеріалу, розвитку навичок моделювання, візуалізації та аналізу даних, що в свою чергу сприяє розвитку аналітичного мислення.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо у: з'ясуванні можливостей застосування ІІІ для розвитку аналітичного мислення під час вивчення математичного аналізу; створенні методичних посібників з різних розділів математичного аналізу для розвитку аналітичного мислення засобами ІКТ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Future of Jobs Report 2023: Up to a Quarter of Jobs Expected to Change in Next Five Years. Retrieved from: <https://www.weforum.org/press/2023/04/future-of-jobs-report-2023-up-to-a-quarter-of-jobs-expected-to-change-in-next-five-years/>.
2. Кугай, Н. В., Калініченко, М. М., Заїка, О. В., Приходько, Д. В., Скорозвон, К. В. (2019). Використання системи комп'ютерної математики MATLAB у процесі розв'язування задач інтегрального числення. *East European Scientific Journal*, 12 (52), 71–77. (Kuhai, N.V., Kalinichenko, M.M., Zaika, O.V., Pryhodko, D.V., Skorozvon, K.V. (2019). Using Matlab Computer Mathematics System In The Process Of Solving Integral Calculus Tasks. *East European Scientific Journal*, 12 (52), 71–77).
3. Кугай, Н. В. (2007). Розвиток умінь старшокласників доводити твердження у процесі вивчення алгебри і початків аналізу (автореф. дис.... канд. пед. наук : 13.00.02). Київ (Kuhai, N. V. Forming the Senior Pupils' Demonstration Skills in the Process of Algebra and Beginning of Analysis Learning (PhD thesis abstract).). Kyiv).
4. Кугай, Н. В., Калініченко, М. М. (2023). Розвиток знань і вмінь майбутніх учителів математики про функцію: методологічний аспект. *International Science Journal of Education & Linguistics*, 2(3), 77–87. (Kuhai, N. V., Kalinichenko, M. M. (2023). Development of knowledge and skills of future mathematics teachers about the function: methodological aspect. *International Science Journal of Education & Linguistics*, 2(3), 77–87).
5. Кугай, Н. В., Калініченко, М. М. (2020). Підготовка майбутніх учителів математики: методологічний аспект : монографія. Харків : ФОП Панов А. М. (Kuhai, N.V., Kalinichenko, M.M. (2020). Training of future teachers of mathematics: methodological aspect : monograph. Kharkiv : FOP Panov A. M.).
6. Прокопєць, Т. О., Кугай, Н. В. (2021). Засоби формування в учнів вмінь доводити твердження геометрії. *Освіта і суспільство*, VI, 178–183 (Prokopets, T. O., Kuhai, N.V. (2021). Means for forming students 'ability to prove geometry statement. *Education and society*, VI, 178–183).
7. Ткачук, Г. В. (2023). Формування аналітичного та просторового мислення студентів у процесі вивчення технологій тривимірного моделювання. Матеріали конференції SWorld-Ger , 1, 80–83. (Tkachuk, H. V. (2023). Formation of analytical and spatial thinking of students in the process of studying three-dimensional modeling technologies. Materials of the conference SWorld-Ger , 1, 80–83).
8. Шевченко, С. М. (2013). Розвиток аналітичного мислення студентів вищих технічних навчальних закладів у процесі вивчення математичних дисциплін (дис. к.пед.н. : 13.00.02). Київ. (Shevchenko, S. (2013). Analytical thinking development among students of technical higher education institutions during the study of mathematical subjects (PhD thesis). Kyiv).

Kuhai N. V., Kalinichenko M. M. Using information technologies to develop analytical thinking in future mathematics teachers during the study of mathematical analysis.

The aim of this study was to analyse the possibilities for purposefully forming and developing analytical thinking in future mathematics teachers through information technologies in the process of studying mathematical analysis. To achieve this goal, scientific-methodological literature analysis, generalization, personal teaching experience in mathematical analysis, and work with computer mathematics systems, particularly MATLAB and GEOGEBRA, were applied. It was found that the development of analytical thinking is significantly supported by skills such as using various methods to investigate functions, analysing problems, proving mathematical statements, building mathematical models, and more. A strong connection was identified between the development of analytical thinking and the study of mathematical analysis. It was shown that the use of information technologies (visualization, dynamic systems, online platforms) contributes to the development of analytical thinking. Specific examples of the application of information technologies in the learning process of mathematical analysis were provided.

The development of analytical thinking is one of the priorities of modern education, including mathematics, especially in light of the increasing demands on professionals. The study of mathematical analysis creates a robust foundation for developing analytical thinking due to its logical structure and broad range of applications. The use of information technologies in the study of mathematical analysis promotes a deeper understanding of the material, the development of modelling, visualization, and data analysis skills, which, in turn, fosters analytical thinking.

Future research directions include exploring the potential of using artificial intelligence to develop analytical thinking during the study of mathematical analysis and creating methodological guides on various topics within mathematical analysis for developing analytical thinking through ICT tools.

Key words: analytical thinking, mathematical analysis, information technology, higher education, future mathematics teachers, mathematics education, online platforms, higher education institution.

РОЗДІЛ 5. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИЙ СУПРОВІД РОЗВИТКУ ТВОРЧОЇ ОСОБИСТОСТІ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ

УДК 378.147

DOI 10.5281/zenodo.14601141

О. М. Драшко

ORCID ID 0000-0002-9823-5101

Криворізький державний педагогічний університет

ПРОФЕСІЙНА КОМПЕТЕНТНІСТЬ – ЦІЛЬ І РЕЗУЛЬТАТ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЇ В УМОВАХ ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

У статті розглядається професійна компетентність як ціль і результат підготовки майбутніх учителів технології до творчої педагогічної діяльності в умовах технологізації університетської освіти; обґрунтовується стратегія і методологічна основа організації освітнього процесу, оновлення змісту спеціальних дисциплін, як важливого чинника формування професійної компетентності особистості; конкретизуються структура цього складного особистісного утворення і функції її структурних компонентів (мотиваційно-ціннісного, змістовно-моделюючого, конструктивно-діяльнісного, рефлексивно-презентативного); розкрито особливості проєктної діяльності, методики, технології та технологічно-методичного інструментарію, їх впливу на формування професійної компетентності, як важливого чинника творчого зростання особистості в умовах закладу вищої освіти.

Мета статті полягає у визначенні передумов, змісту та специфіки формування професійної компетентності майбутніх учителів технології в системі професійної підготовки в університетській освіті.

Передумовою раціональної організації професійної підготовки є її структурування на основі особистісно-орієнтованого, змістово-процесуального, компетентнісного, креативно-діяльнісного і технологічного підходів. Ці підходи є методологічною основою формування професійної компетентності майбутніх учителів технології. Особистісно орієнтований характер підготовки забезпечує формування професійних якостей особистості, здатності до самоорганізації, саморозвитку, самоствердження в ситуаціях професійної спрямованості, без яких не можлива успішна педагогічна діяльність.

Результати дослідного навчання підтвердили можливості спеціальних дисциплін, інноваційних технологій, проєктної діяльності у формуванні професійної компетентності майбутніх фахівців у спеціально створених умовах професійної підготовки, оновлення її змісту, методики і технології, використання технологічно-методичного інструментарію, що позитивно впливає на професійне становлення студентів в системі університетської освіти.

Ключові слова: професійна підготовка, спеціальні дисципліни, проєктна діяльність, інноваційні технології, професійна компетентність, педагогічні умови.

Постановка проблеми. Одним із напрямків у розвитку сучасного суспільства є технологізація освіти, яка є важливим ресурсом якості, провідним чинником розумового розвитку особистості, формування професійної компетентності й розвитку творчого потенціалу майбутнього фахівця. Освіта, будучи важливим ресурсом професійного становлення фахівця є стратегічним ресурсом забезпечення конкурентоздатності держави на міжнародній арені і благополуччя людей [1].

Особливості підготовки майбутніх учителів технології потребує пошук шляхів модернізації її змісту, методики і технології, інструментально-методичного оснащення, що забезпечує продуктивність освітнього процесу і його впливу на професійне становлення кожного його учасника. Підвищення вимог до рівня професіоналізму учителів технології актуалізує проблему розробки та впровадження цілеспрямованої педагогічної системи

технологічної підготовки їх в умовах закладу вищої освіти. Одним із важливих напрямів реформування професійної освіти є оновлення змісту професійної підготовки, пошук внутрішніх ресурсів підвищення якості спеціальних дисциплін в формуванні фахівців з інноваційним, креативним мисленням і готовності до нестандартної практичної діяльності.

Аналіз актуальних досліджень. Обґрунтування теоретико-методичних засад професійної підготовки майбутніх учителів технології передбачає опрацювання дотичних до цієї проблеми досліджень українських і зарубіжних учених, (Н.Бібік, В. Бондар, Н. Гузій, Н. Кічук, Л. Кондрашової, Л.Мартинець та ін.); теоретико-методологічні основи професійної освіти (І. Бех, М. Євтух, М. Кондрашов, С. Ніколаєнко, В. Приходько та ін.); проблеми професійної підготовки фахівців у постійно змінних умовах сучасного світу (А. Meletsinek, F. Weinert, Ed. Short, G. Öztürk, та ін). Тому, професійна підготовка майбутнього вчителя технології, як компетентного фахівця, потребує відповідної спеціальної структури, яка базується на змістово-процесуальному, креативно-діяльнісному, компетентнісному і технологічному підходах.

Проблему оптимізації підготовки спеціаліста на сьогодні трактують по-різному. Так, О. Жабенко акцентує увагу на наявності спеціальної освіти, широкої ерудованості та постійному підвищенні науково-професійної підготовки фахівців; Д. Закатньов бачить необхідність поєднання професійної підготовки зі здатністю суб'єкта виконувати завдання й обов'язки в щоденній діяльності, М.Кондрашов обґрунтовує необхідність технологізації професійної підготовки [4, 5, 9].

Вивчення проблем удосконалення професійної підготовки педагогічних кадрів, сучасна педагогічна теорія і практика педагогічної системи професійної підготовки майбутніх учителів технології в умовах технологізації освіти потребує вдосконалення. Це актуалізує доцільність модернізації змісту спеціальних дисциплін, підвищення рівня їх практико-орієнтованої і технологічної спрямованості, як важливого ресурсу збагачення компетентності, творчого потенціалу особистості. Все це актуалізує необхідність пошуку шляхів й ресурсів оновлення змісту професійної підготовки з метою формування їх професійної компетентності в умовах технологізації освіти.

Мета статті полягає у визначенні передумов, змісту та специфіки формування професійної компетентності майбутніх учителів технології в системі професійної підготовки в університетській освіті.

Виклад основного матеріалу. Раціональна організація, оновлення змісту спеціальних дисциплін, використання інноваційних технологій в освітньому процесі слугує основою професійного становлення майбутніх учителів технології, формування їх професійної компетентності, яка зумовлює нестандартне виконання ними професійних функцій.

Передумовою раціональної організації професійної підготовки є її структурування на основі особистіно-орієнтованого, змістово-процесуального, компетентнісного, креативно-діяльнісного і технологічного підходів. Ці підходи є методологічною основою формування професійної компетентності майбутніх учителів технології. Особистіно орієнтований характер підготовки забезпечує формування професійних якостей особистості, здатності до самоорганізації, саморозвитку, самоствердження в ситуаціях професійної спрямованості, без яких не можлива успішна педагогічна діяльність. Компетентнісна парадигма спеціальних дисциплін слугує основою засвоєння базових компетенцій, що конкретизують теоретичні основи обраної професії, професійний кругозір і досвід виконання професійних функцій. Змістово-процесуальний аспект слугує гармонізації системи знання і процесу набуття професійних компетенцій. Креативно-діяльнісний характер професійної підготовки забезпечує перетворення професійних знань в інструмент практичних дій, способи розв'язання професійних проблем. Технологічний аспект підвищує адаптованість особистості до вимог технологічної освіти. На думку М.Кондрашова, ці методологічні основи професійної підготовки забезпечують виконання програм професійного розвитку, критичність мислення, здатність генерувати нові ідеї, використовувати професійні знання для розв'язання практичних завдань, бути мобільними і конкурентоздатними [5, с. 97].

Професійна підготовка майбутніх учителів технології, що спрямована на формування професійної компетентності, є залогом успіху і творчих досягнень в професійній праці. В науковій літературі сутність компетентності визначають неоднозначно. В соціально-педагогічному словнику за редакцією В.Радула «компетентність (лат. – *відповідність, здатність*) трактується, як психосоціальна якість, яка означає силу й упевненість, джерелом яких є відчуття власної успішності та корисності» [8, с. 114]. У енциклопедичному словнику «Освіта дорослих» В.Луговий розглядає її сутність, як «динамічну комбінацію знань, розуміння, умінь, цінностей, інших особистих якостей, що описують результати навчання за освітньою (навчальною) програмою» [7, с. 192]. На думку Т.Десятова, «компетентність є результат набуття компетенцій, які дають змогу якісно виконувати трудові функції, успішно засвоювати знання, швидко адаптуватися до змін у професійній діяльності упровадження компетенцій у компетентну діяльність» [7, с. 192].

Ми розглядаємо професійну компетентність, як складне особистісне утворення, яке дає змогу успішно перетворювати знання в практичні професійні дії, нестандартно вирішувати професійні проблеми на основі здобутих спеціальних компетенцій, розвитку професійних якостей й здатності до проєктної діяльності за допомогою технологій і технологічно-методичного інструментарію.

Процес формування цього складного особистісного утворення майбутніх учителів технології доволі динамічний і суперечливий, що зумовлює оновлення змісту професійної підготовки з обліком специфіки навчальних дисциплін, таких, як: практикум у навчальних майстернях, матеріалознавства швейного виробництва, технологія швейного виробництва, основи охорони праці, практикум з художньої обробки матеріалів.

Курс з дисципліни «Технологія швейного виробництва передбачає формування у студентів знань та вмінь з повузлової обробки швейних виробів. Вивчаючи даний курс студенти освоюють різноманітні технологічні способи обробки поясних, плечових виробів дитячого, жіночого, чоловічого асортименту; вивчають види робіт та обов'язкове дотримання технічних умов на виконання ручних, машинних, волого – теплових робіт; а також варіанти та способи усунення дефектів в даних виробах. «Практикум у навчальних майстернях» передбачає на основі отриманих знань з курсу «Технологія швейного виробництва» виконуючи послідовно прийоми і операції перейти до запланованого проєкту швейного виробу.

Сучасний розвиток швейної промисловості дає можливість студентам ознайомитись з сучасним автоматизованим процесом проєктування одягу, системою (САПР). Дана система САПР призначена більш для масового виробництва одягу, але її можна застосовувати і для малосерійного виробництва з надання індивідуальних послуг.

Впровадження даного устаткування прискорює темпи виробництва, підвищує його ефективність. Сучасні САПР одягу пропонують великий набір функцій і можливостей всіх етапів проєктування швейного виробу, починаючи зі створення ескізу моделі, побудову базової конструкції, а на її основі – модельної конструкції виробу; при необхідності – її переробку з урахуванням даних відповідно до фігури замовника; корегуванням відповідно тілобудови та асортименту одягу, та можливістю виконати примірku виробу на віртуальному манекені. Оскільки дана автоматизована система передбачає роботу на швейному обладнанні, то маємо за потребу звернути увагу на доцільність вивчення студентами курсу «Основи охорони праці», як обов'язкової складової професійної підготовки. У процесі ознайомлення з даним курсом студенти отримують компетенції для ефективної професійної діяльності, забезпечуючи оптимальне управління охороною праці та усвідомлення необхідності дотримання всіх заходів для гарантування безпеки праці.

Професійна компетентність майбутніх учителів технології виступає інтегральним особистісним утворенням, яке характеризується не лише професійними знаннями, вміннями, професійними якостями, а й здатністю реалізовувати технологічний аспект педагогічної діяльності, компетенціями в теорії технологізації навчання, вміннями у використанні інноваційних технологій, які забезпечують особистісно-діяльнісне вирішення проблем технологічної освіти.

Слушною є думка Р.Гуревич, що професійна компетентність фахівця виявляється у таких характеристиках підготовленості з охорони праці до здійснення діяльності як: аналіз результатів праці і технологічних процесів, професійних ситуацій і проблем, технічної документації завдань діяльності; організація праці; дотримання технічних і технологічних вимог і правил виробництва, рекомендацій, норм і вимог щодо фізіологічних, економічних, екологічних і ергономічних чинників забезпечення безпечних умов праці; своєчасне усунення технічних і технологічних порушень [2, с. 722]. Основними показниками професійної компетентності є: цілісність і системність знань, умінь і навичок; уміння використовувати їх в різних ситуаціях; оперувати знаннями як інструментом практичних дій; мати практичний досвід, способи, прийоми в досягненні запланованих результатів.

Стратегія професійної підготовки є спрямованість усіх зусиль, механізмів технологізації і технолого-методичного інструментарію формування професійної компетентності, як важливого ресурсу забезпечення якості вищої освіти. Механізм формування професійної компетентності є засобом підготовки майбутніх фахівців до практичної діяльності за допомогою ситуації технологічної спрямованості, яка об'єднує в собі взаємопов'язані дії, засоби, принципи, забезпечує ефективну реалізацію технолого-методичних рішень.

Пошук ефективних способів формування професійної компетентності майбутніх учителів акцентує увагу дослідників на можливостях проєктного навчання, метою якого є не тільки освоєння освітніх програм, засвоєння бази спеціальних знань, а перетворенні їх в інструменти практичних дій при вивченні будь-якого предмета чи курсу. Проєктне навчання – один із варіантів продуктивного формування професійної компетентності майбутніх учителів технології, метою якого є не засвоєння суми знань і не проходження освітніх програм, а реальне збагачення компетентного досвіду проєктування, моделювання, конструювання продуктивного виконання запланованого проєктного завдання. Матеріал різних спеціальних дисциплін групується навколо комплексів-проєктів, які забезпечують активну взаємодію викладача і студентів в умовах різних форм педагогічної діяльності (семінарах, практичних заняттях, тренінгах, спрямованих на формування професійної компетентності як важливої характеристики педагогічного професіоналізму).

Це зумовлює необхідність проєктної діяльності, в ході якої студенти разом з викладачем, виходячи зі своїх інтересів, проєктують вирішення, реалізацію запланованого завдання. Основою цього виду діяльності є педагогічне проєктування, моделювання й конструювання. В.Докучаєва, педагогічне проєктування розглядає як стан педагогічної діяльності, при якій відбувається створення нового в змісті, організації освітнього процесу [3].

Впровадження проєктної діяльності в професійну підготовку на основі засвоєння спеціальних дисциплін вимагає інтегрованих знань і пошуку шляхів розв'язання професійних проблем. Результати запланованої діяльності дозволяють виконувати творчі завдання на основі отриманих компетенцій. У процесі проєктування швейних виробів важливе місце займає робота над ідеєю, конструювання ескізу, а можливо і моделей-аналогів. Процес починається зі створення «задуму кинутого вперед», тобто з задуму зі створення запропонованого виробу, врахування стилю, моди сучасного розвитку одягу.

Одної із форм проєктної діяльності в програмі дослідного навчання були творчі проєкти, які передбачали розробку моделі, конструювання її змісту й шляхів реалізації, створення конструкторсько-технологічної документації, а також добір матеріалів, вибір інструментів, обладнання, визначення послідовності технології обробки деталей виробу, його зовнішнього оздоблення. Робота над проєктом з виготовлення швейного виробу потребує знань з визначення підбору швейного обладнання для волого-теплової обробки вузлів та цілісного виробу, пристосувань малої механізації.

Проєктування швейного виробу потребує знань з курсу «Матеріалознавство швейного виробництва», що включає аналіз таких факторів, як міцність, еластичність, водо- та повітропроникність, стійкість до зношування, а також можливості обробки і догляду за матеріалом. Всі ці аспекти є важливими для забезпечення якості та довговічності готового виробу.

Ми виходили з того, що продуктивність формування професійної компетентності студентів засобами проєктування, моделювання і конструювання залежить від того, як вони підготовлені до використання проєктних технологій в освітньому процесі. Цей тезис підтверджується О. Євсєвої, О. Полякової, О. Шраменко, які з позиції компетентнісного підходу обґрунтували необхідність набуття досвіду використання проєктних технологій з організації та змісту професійної підготовки студентів закладів вищої освіти. За визначенням О.Полякової і О. Шраменко, в процесі використання студентами проєктних технологій формуються рефлексивні знання, вміння і виробляються якості особистості, необхідні компетенції для вирішення професійних завдань [10, с. 56]. В Бербец, О. Коберник, В.Сидоренко обґрунтували необхідність сприятливих умов для самостійних розумових операцій, самостійного орієнтування в навчальному матеріалі, що під час організації проєктно – технологічної діяльності [6, с. 48]. Дійсно проєктні технології впливають на закріплення вмінь проєктування, моделювання і конструювання, як важливих способів випереджального відображення дійсності, процесу створення моделі (прообразу) передбачуваного об'єкта за допомогою компетенцій зі спеціальних дисциплін і технолого-методичного інструментарію.

При використанні різноманітних технологій акцентувалася увага на характері змін, які, з однією сторони, пов'язані з новим осмисленням, вдосконаленням того, що набуто вже студентом на теперішній час, а з другої сторони – зміни по відкриттю нових професійних граней «Я», які слугують показниками рівнів сформованості його професійної компетентності. У професійної підготовці цілі викладача й потреби студентів корелювали як між собою, так й загальними цілями освіти. Ця кореляція стимулює підвищення рівня сформованості професійної компетентності на основі засвоєння спеціальних компетенцій, навичок моделювання, проєктування і конструювання з використанням технологій та технолого-методичного інструментарію, що є запорукою досягнення ними позитивних результатів. V. Austin [11], M. Clement [12], A. Review [13], D. Ripley [14] акцентують увагу на практико-орієнтованій спрямованості підготовки, необхідності застосовування різноманітних технологій, набуття досвіду нестандартної діяльності.

Програма дослідної роботи передбачала реалізацію професійної підготовки з метою формування професійної компетентності на основі засвоєння спеціальних компетенцій, практичних дій викладача й активної позиції студентів у проєктної діяльності, використання різноманітних технологій і технолого-методичного інструментарію. Після завершення програми дослідного навчання виявлено три рівня сформованості професійної компетентності. Результати подані у табл. 1.

Таблиця 1

Рівні готовності майбутніх педагогів до діагностичної діяльності після завершення формувального експерименту

№ п/п	Рівні компетентності	Кількість студентів, %	
		На початок дослідного навчання	Після завершення дослідного навчання
1.	Високий	11,2	48,6
2.	Середній	58,4	43,4
3.	Низький	30,4	8,0

За аналізом таблиці 1. видно, що кількісні показники рівнів професійної компетентності розподілилися таким чином: на початок дослідного навчання високий рівень готовності мали 11,2% студентів, середній – 58,4%, низький – 30,4%. Після завершення дослідної програми 48,6% студентів мали високий рівень компетентності, 43,4% – середній, 8,0% – низький. Програма дослідного навчання передбачала реалізацію професійної підготовки як процесу цілеспрямованої зміни особистості під активної участі студентів у проєктної діяльності, спрямованої на оволодіння методикою використання технологій і технолого-методичного інструментарію, що є базою формування їх професійної компетентності.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Унаслідок узагальнення результатів дослідного навчання можна стверджувати, що ефективність професійної підготовки майбутніх педагогів з формування професійної компетентності суттєво підвищується за рахунок технологізації професійної підготовки, оновлення змісту спеціальних дисциплін, конкретизації функцій проєктної діяльності, технологій і технолого-методичного інструментарію в практиці закладу вищої освіти у спеціально створених педагогічних умовах.

Отже, можна стверджувати, що досконало організований освітній процес, робота над проєктами по виготовленню виробів з курсу спеціальних дисциплін буде сприяти розвитку особистистих якостей та удосконаленню фахової підготовки майбутніх спеціалістів.

Проведене дослідження не вичерпує всієї різноманітності питань, що пов'язані з модернізацією професійної підготовки майбутніх учителів технології. Подальші наукові розвідки потребують оновлення змісту спеціальних дисциплін з орієнтацією на вимоги технологічної освіти і ускладненню професійних функцій проєктної діяльності, засобів технологічних дій та набуття практичного досвіду проєктування, моделювання, конструювання як важливих характеристик професійної компетентності у сфері рішення педагогічних проблем відповідно до нових парадигм вищої освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Галус, О. М. (2010). Наукові підходи щодо професійної підготовки майбутніх педагогів у ступеневому вищому навчальному закладі. Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького. Серія: Педагогічні та психологічні науки, 54, 13–17. (Galus, O. M. (2010). Scientific approaches to the professional training of future teachers in a higher educational institution. Collection of scientific works of the National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine named after Bohdan Khmelnytsky. Series: Pedagogical and psychological sciences, 54, 13–17).
2. Гуревич, Р. С. (1999). Теоретичні та методичні основи організації навчання у професійно-технічних закладах (дис. ... д-ра пед. наук). Київ. (Gurevich, R. S. (1999). Theoretical and methodological foundations of the organization of education in vocational and technical institutions (DSc thesis). Kyiv).
3. Докучаєва, В. В. (2005). Проєктування інноваційних педагогічних систем у сучасному освітньому просторі : монографія. Луганськ : Альма-матер. (Dokuchaeva, V. V. (2005). Designing innovative pedagogical systems in the modern educational space: monograph. Lugansk: Alma-mater).
4. Жабенко, О. В. (2017). Особливості професійного розвитку науково-педагогічних працівників закладів вищої освіти України. Молодий вчений, 7, 284–289. (Zhabenko, O. V. (2017). Peculiarities of professional development of scientific and pedagogical workers of higher education institutions of Ukraine. Young scientist, 7, 284–289).
5. Кондрашов, М. М. (2019). Управління якістю підготовки майбутніх учителів до успішної професійної діяльності: теоретико-методичний аспект: монографія. Черкаси. (Kondrashov, M. M. (2019). Quality management of future teachers' training for successful professional activity: theoretical and methodological aspect: monograph. Cherkasy).
6. Методика трудового навчання: проєктно – технологічний підхід : навчальний посібник, О. М. Коберник, В. К. Сидоренко (заг. ред.). (2007), (с. 27). Умань : КопіЦентр. (Methodology of labor training: project-technological approach: a manual. In O. M. Kobernyk, V. K. Sydorenko (Eds.). (2007), (p. 27). Uman: KopiCenter).
7. Освіта дорослих: енциклопедичний словник, В. Г. Кремень, Ю. В. Ковбасюк (ред.). (2014). Київ : Основа. (Adult education: encyclopedic dictionary. In V. G. Kremen, Yu. V. Kovbasyuk (Eds.). (2014). Kyiv: Osnova).
8. Соціолого-педагогічний словник, В. В. Радул (ред.). (2004). Київ ЕксОб. (Sociological and pedagogical dictionary. In V. V. Radul (Ed.). (2004). Kyiv EksOb).
9. Закатнов, Д. О., Орлов, В. Ф., Вовковінський, М. І. та ін. (2015). Формування готовності учнів ПТНЗ до вибору й реалізації професійної кар'єри : методичний посібник,

- Д.О. Закатнова (ред.). Київ : ІПТО НАПН України. (Zakatnov, D. O., Orlov, V. F., Vovkovinsky, M. I. et al. (2015). Formation of readiness of students of vocational schools to choose and implement a professional career: a methodological manual. In D. O. Zakatnova (Ed.). Kyiv: IPTO NAPS of Ukraine).
10. Шраменко, О. В., Полякова О. М. (2018). Завдання організації самостійної роботи студентів в еру інформатизації. Організація самостійної роботи студентів у контексті підвищення якості освіти : збірник матеріалів науково-практичної конференції. Харків. (Shramenko, O. V., Polyakova O. M. (2018). Tasks of organizing independent work of students in the era of informatization. Organization of independent work of students in the context of improving the quality of education: collection of materials of the scientific and practical conference. Kharkiv).
 11. Austin, V. L. (2018). Effective Behaviors Employed by Successful Teachers of Students with Learning and Emotional Challenges. Paving the Pathway for Educational Success: Effective Classroom Strategies for Students with Learning Disabilities.
 12. Clement, M. C. (2018). What Successful Teachers Do : A Dozen Things to Ensure Student Learning. Rowman & Littlefield.
 13. Review A of the Literature on Teacher Effectiveness and Student Outcomes. Retrieved from: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-16151-4_2.
 14. Ripley, D. (2018). The Successful Teacher's Survival Kit: 83 Simple Things that Successful Teachers Do to Thrive in the Classroom. Rowman & Littlefield.

Drashko O. M. Professional competence is the goal and result of training future teachers of technology in the conditions of a higher education institution.

The article considers professional competence as the goal and result of training future teachers of technology for creative pedagogical activity in the conditions of technologicalization of university education; the strategy and methodological basis of professional training, updating the content of special disciplines as an important factor in the formation of professional competence of an individual is substantiated; the structure of this complex personal formation and the functions of its structural components (motivational-value, content-modeling, constructive-active, reflective-presentational) are specified; the peculiarities of project activity, methodology, technology and technological-methodical tools, their impact on the formation of professional competence as an important factor in the creative growth of a person in the conditions of a higher education institution are disclosed.

The purpose of the article is to determine the prerequisites, content and specifics of the technology for the formation of professional competence of future teachers in the system of professional training in university education.

The prerequisite for the rational organization of professional training is its structuring on the basis of a personality-oriented, content-process, competence-based, creative-activity and technological approaches. These approaches are the methodological basis for the formation of professional competence of future teachers of technology. The personally oriented nature of training ensures the formation of professional qualities of the individual, the ability to self-organize, self-development, self-affirmation in a situation of professional orientation, without which successful pedagogical activity is impossible.

The results of experimental training confirmed the possibilities of special disciplines, the use of innovative technologies, project activities in the formation of professional competence of future specialists in specially created conditions of professional training, updating its content, methods and technologies, the use of technological and methodological tools, which positively affects the professional development of students in the system university education.

Key words: professional training, special disciplines, project activities, innovative technologies, professional competence, pedagogical conditions.

УДК 371.876:378.147.6:57
DOI 10.5281/zenodo.14634655

Л. П. Міронець
ORCID ID 0000-0002-9741-7157
Сумський державний педагогічний
університет імені А.С.Макаренка

ПРИРОДНИЧИЙ КВІЗ ЯК ЗАХІД З РОЗВИТКУ ПРЕДМЕТНО-МЕТОДИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ

У статті схарактеризовано етапи організації та проведення онлайн заходу «Природничий квіз» з метою розвитку предметно-методичної компетентності майбутніх учителів біології. Досліджено, що у процесі підготовки майбутнього вчителя біології на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти формування предметно-методичної компетентності відбувається наскрізно в неформальній та інформальній освіті з використанням інформаційно-цифрових технологій та різних способів організації навчальної діяльності.

Вдаючись до різних способів організації навчальної діяльності здобувачів вищої освіти, викладачі все ще недооцінюють дидактичні можливості квізів. Дослідження показало, що участь у квізах розвиває у студентів здатність моделювати зміст освіти, здатність формувати і розвивати в здобувачів освіти ключові компетентності і наскрізні вміння, визначені державними стандартами освіти; здатність здійснювати інтегроване навчання здобувачів освіти та здатність добирати і використовувати сучасні й ефективні методики і технології навчання, виховання й розвитку здобувачів освіти.

Особливої уваги для майбутніх вчителів біології є робота на онлайн платформі Kahoot.

Схарактеризовано основні етапи залучення майбутніх учителів біології до організації та проведення даного заходу: опанування онлайн платформи Kahoot, підготовка банку запитань інтегрованого змісту, розробка та поширення оголошення, модерування заходу, процесуальний етап та підсумково-коригувальний етап.

У процесі організації та проведення природничого квізу за допомогою засобів сучасних цифрових технологій створюються сприятливі умови для формування предметно-методичної компетентності майбутніх учителів біології закладів загальної середньої освіти.

Наголошено, що розвиток предметно-методичної компетентності майбутніх учителів біології,—описаний у даній статті, буде ефективним за умови поєднання у професійній підготовці майбутніх учителів неформальної освіти з інформальною.

Подальшою науковою розвідкою в даному напрямку може стати дослідження впливу залучення майбутніх учителів біології до участі у програмах неформальної освіти на розвиток предметно-методичної компетентності.

Ключові слова: предметно-методична компетентність, професійна підготовка, майбутні вчителі біології, природничий квіз, навчальна онлайн платформа, інформаційно-цифрова компетентність, цифровізація освіти, підготовка вчителя.

Постановка проблеми. Сьогодення вимагає осучаснення системи підготовки здобувачів вищої освіти. Новій українській школі потрібен такий фахівець, який буде швидко адаптуватися до реалій, які змінюються, приймати виважені рішення та пристосовувати методи, методичні прийоми, форми та засоби навчання до умов, у яких здійснюється освітній процес. На часі — модернізація системи професійної підготовки, яка забезпечуватиме належну якість освіти в умовах дистанційного чи змішаного формату навчання.

Відповідно до професійного стандарту «Вчитель закладу загальної середньої освіти», до трудової функції «Навчання здобувачів освіти предметів (інтегрованих курсів)» відноситься предметно-методична компетентність [10]. Дана компетентність передбачає здатність добирати і використовувати сучасні й ефективні методики і технології навчання, виховання й розвитку здобувачів освіти. Тому актуальності набуває питання урізноманітнення способів формування предметно-методичної компетентності майбутніх

учителів з використанням інформаційно-цифрових засобів навчання та сучасних способів організації пізнавальної діяльності.

Мета статті – опис етапів залучення здобувачів педагогічного закладу вищої освіти до організації та проведення онлайн заходу «Природничий квіз» з метою розвитку їх предметно-методичної компетентності.

Аналіз актуальних досліджень. У педагогічних дослідженнях широко розглядаються питання формування, структури та розвитку методичної компетентності. Зокрема, дефініцію методичної компетентності вчителів хімії досліджували О. Блажко, А. Блажко, Н. Лукашова, Г. Бушусва, А. Кожема, О. Кочубей, Л. Соболев, Н. Шиян, О. Ярошенко [1, 7, 8, 12]. Питання формування методичної компетентності майбутніх учителів фізики вивчали О. Семерня, В. Заболотний, О.Ткаченко, В. Рудніцький [3, 11].

Різні аспекти методичної підготовки майбутніх учителів біології досліджували Т. Буяло, Т. Бондаренко, Н. Грицай, Г. Жирська, О. Іванців, Т. Коршевич, І. Коренева, Н.Матяш, Н. Мішук, І. Мороз, Р. Романюк, А. Степанюк, Я. Фруктова, О. Цуруль [2, 6, 12]. Аналіз наукових джерел щодо формування методичної компетентності майбутніх учителів природничої галузі свідчить про недостатню увагу до питання формування предметно-методичної компетентності, яка на нашу думку, є головним індикатором рівня професійної підготовки фахівців. Тому формування предметно - методичної компетентності майбутніх учителів потребує цілеспрямованого дослідження.

Виклад основного матеріалу. Відповідно до професійного стандарту вчителя закладу загальної середньої освіти, предметно-методична компетентність складається з таких здатностей: 1) здатність моделювати зміст освіти відповідно до обов'язкових результатів навчання здобувачів освіти, визначених державними стандартами освіти; 2) здатність формувати і розвивати в здобувачів освіти ключові компетентності і наскрізні вміння, визначені державними стандартами освіти; 3) здатність здійснювати інтегроване навчання здобувачів освіти; 4) здатність добирати і використовувати сучасні й ефективні методики і технології навчання, виховання й розвитку здобувачів освіти; 5) здатність формувати ціннісні ставлення в здобувачів освіти [10].

У процесі підготовки майбутнього вчителя біології на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти формування предметно-методичної компетентності відбувається наскрізно. Здатність моделювати зміст освіти здійснюється у процесі засвоєння знань з педагогіки та методик навчання. Здатність формувати і розвивати у здобувачів освіти ключові компетентності формується у процесі опанування освітніх компонентів циклу професійної та практичної підготовки. З урахуванням концепції НУШ [5], особливо актуальним на сьогодні є здатність майбутніх учителів здійснювати інтегроване навчання. З цією метою до освітньої програми підготовки бакалавра за спеціальністю А4 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) на природничо-географічному факультеті СумДПУ імені А.С. Макаренка введено курс «Методика навчання інтегрованих курсів природничої освітньої галузі», який сприяє впровадженню педагогічних методів, спрямованих на розвиток міждисциплінарного мислення, креативності та гнучкості у навчальній діяльності.

Здатність добирати і використовувати сучасні й ефективні методики і технології навчання формується у першу чергу на практичних заняттях з методики навчання біології та під час навчальних і виробничих практик. В наш час спостерігається стрімкий розвиток інформаційних технологій та нагальна потреба у їх використанні під час дистанційного навчання. Оскільки сучасний світ стає дедалі цифровим, в Україні інтенсивно удосконалюється науково-методичне і матеріально-технічне забезпечення процесу інформатизації, реформування і розвиток інформаційного середовища навчання. Тому однією з головних задач для майбутніх вчителів біології є ознайомлення, опанування та використання у своїй роботі сучасних цифрових технологій. Одним із варіантів є робота на онлайн платформі Kahoot [9]. Дана платформа дозволяє створювати тести, проводити опитування, вікторини та не має обмежень для роботи з будь-якими віковими категоріями. Платформу Kahoot можна використовувати безкоштовно, але також ця платформа доступна з платним тарифом. У платній версії можна використовувати додаткові форми питань: відкриті запитання, опитування, тощо.

Для майбутнього вчителя платформа Kahoot - це конструктор, що дозволяє швидко створити навчальний квіз за допомогою готових шаблонів та надіслати його учням. Із платформою Kahoot можна створити квіз (Quiz), де для кожного питання пропонується 4 варіанти відповіді, одна з яких правильна.

Квіз (Quiz) – це інтелектуальна вікторина, яка дозволяє командам змагатися між собою, відповідаючи на різні питання, вирішувати завдання і головоломки, які анонсує ведучий. Для візуалізації всі питання транслюються на екран. Використовуючи платформу Kahoot, здобувачі освіти можуть проходити квізи індивідуально, а можна організувати змагання у групах. Учасники квізу отримують бали не лише за правильність, а й за швидкість відповідей. Участь у квізі розвиває індивідуальні здібності учасників – увагу, пам'ять, мислення, а також швидкість формулювання відповідей.

Переваги платформи Kahoot:

- Тренування та контроль в ігровій формі.
- Реєстрація учнів в системі не вимагається.
- Можливість проведення тестів і вікторин поза класом.
- Заощадження часу.
- Використання на будь-якому етапі уроку.

Недоліки платформи Kahoot:

- Всі елементи управління на англійській мові.
- Мало шаблонів для створення завдань.
- Проблеми з ідентифікацією (учні самі вказують ім'я).

На природничо-географічному факультеті СумДПУ імені А.С. Макаренка виникла ідея розширити перелік форм практичної підготовки майбутніх учителів шляхом залучення їх до його організації та проведення онлайн заходу «Природничий квіз». Даний захід проводиться для учнів закладів загальної середньої освіти міста Суми та Сумської області. Для цього було розроблено відповідний сценарій.

Захід «Природничий квіз» проводиться онлайн на платформі Kahoot протягом 45 хв. Природничий квіз проходить у два етапи: шкільний та обласний. До участі запрошуються усі бажаючі здобувачі повної загальної середньої освіти 10-11 класів. У квізі кожен учасник бере участь індивідуально та максимально проявляє свою ерудицію. За результатами участі три переможці, за зайняте 1, 2 та 3 місце відзначаються дипломами переможців, а один з них (за найбільшу кількість балів) – отримує приз від природничо-географічного факультету. Другий етап (обласний) проводиться для різних закладів освіти одночасно. Для участі у цьому етапі від кожного закладу формується команда у кількості трьох осіб.

Участь здобувачів вищої освіти, зокрема майбутніх учителів біології у заході «Природничий квіз», слугує студентам мотиватором здобуття інформальної освіти. Відповідно до Закону України «Про освіту», інформальна освіта (самоосвіта) – це освіта, яка ґрунтується на самоорганізованому здобутті особою певних компетентностей, зокрема під час повсякденної діяльності, пов'язаної з професійною, громадською або іншою діяльністю, родиною чи дозвіллям. Така навчальна діяльність не обов'язково цілеспрямована та структурована, але сприяє розширенню професійних знань та умінь і є однією з ключових компетентностей особистості [4].

Схарактеризуємо основні етапи залучення майбутніх учителів біології до організації та проведення природничого квізу.

На першому етапі підготовки до проведення квізу, здобувачі освіти опановують онлайн платформу Kahoot [9]. Майбутні вчителі вчать самостійно створювати квіз та перевіряти його на практичних заняттях з методики навчання біології. Квіз створюється так, щоб учні переходили на нову вікторину через посилання, яке надсилається у чат зустрічі або за кодом. Кожен учасник має переходити зі свого смартфона або комп'ютера у запропонований квіз. Для участі у квізі кожен учень вводить своє ім'я та прізвище і тільки після цього учитель запускає вікторину. Питання виводяться на екрані вчителя, а учні на своїх девайсах відповідають. Для відповіді на екрані телефону учня висвітлюється чотири

різнокольорові кнопки, на яких зазначені варіанти відповіді. Учень натискає на ту кнопку, яка, на його думку, відповідає правильній відповіді.

Після опанування даної платформи, на другому етапі майбутні учителі отримують завдання підготувати запитання для квізу. Створюваний банк запитань може стосуватись як конкретної галузі знань, так і різних галузей. Оскільки розроблений та пропагований нами захід називається «Природничий квіз», запитання мають бути інтегрованого змісту. Майбутні вчителі біології формулюють їх індивідуально чи у малих групах, вдаючись до мозкового штурму.

Наведемо приклад запитань.

1. Назвіть органічні речовини, що використовуються під час дихання рослин в першу чергу:
А жири;
Б білки;
В вуглеводи;
Г амінокислоти.
Правильна відповідь: В.
2. Хвилі якої частини спектру сонячного світла хлорофіл найменше поглинає під час фотосинтезу:
А зелені;
Б жовті;
В червоні;
Г фіолетові.
Правильна відповідь: А.
3. Яка роль лісів у регулюванні клімату Землі?
А виділення кисню і поглинання азоту
Б виділення кисню і поглинання вуглекислого газу.
В поглинання кисню і виділення озону.
Г прискорюють ерозію ґрунтів.
Правильна відповідь: Б.
4. Щороку 17 червня міжнародна спільнота відзначає Всесвітній день боротьби з опустелюванням та посухами. Який із перелічених заходів запобігає опустелюванню?
А. збільшення площі пасовищ.
Б. зменшення кількості рослинних насаджень.
В. заліснення територій.
Г кліматичні зміни у бік зниження зволоження
Правильна відповідь: В.

Третім етапом є розроблення здобувачами вищої освіти оголошення, краще з яких буде використано для оповіщення про проведення заходу. Під час підготовки оголошення у майбутніх учителів формується інформаційно-цифрова компетентність та уміння стисло представляти інформацію.

На четвертому, процесуальному етапі, відбувається власне проведення заходу. Для цього обирається активний модератор, який буде оголошувати питання та варіанти відповідей під час заходу. Також модератор озвучує проміжну та фінальну турнірну таблицю та заохочує учасників до змагання. Під час цього етапу розвиваються комунікативні навички здобувачів освіти та їх уміння спілкуватися рідною мовою. Модератор використовує комунікацію як інструмент формування у здобувачів освіти ціннісних ставлень до інших учасників, до об'єктів, які вивчаються, до самого себе.

На п'ятому, підсумково-коригувальному етапі, відбувається обговорення правильних відповідей із учасниками заходу, прогнозування подальшої співпраці та напрямів роботи.

Оскільки даний конкурс – гра має змагальницький характер, платформа рахує бали не тільки за правильність наданої відповіді, але і за її швидкість. Таким чином, гра проводиться з дотриманням академічної доброчесності усіх учасників.

З метою з'ясування думки здобувачів вищої освіти щодо впливу залучення майбутніх учителів біології до організації та проведення природничого квізу було проведено анкетування

учасників. Анкетувалися лише ті здобувачі вищої освіти, які брали участь у заході не менше п'яти разів. Респондентам було запропоновано висловити думку про вплив заходу «Природничий квіз» на формування предметно-методичної компетентності за шкалою: 0 – абсолютно не впливає, 1 – скоріше не впливає, ніж впливає, 2 – скоріше впливає, ніж не впливає, 3 – помірно впливає, 4 – істотно впливає. Оцінювання стосувалось впливу даного заходу на: а) здатність моделювати зміст освіти відповідно до обов'язкових результатів навчання здобувачів освіти, визначених державними стандартами освіти; б) здатність формувати і розвивати в здобувачів освіти ключові компетентності і наскрізні вміння, визначені державними стандартами освіти; в) здатність здійснювати інтегроване навчання здобувачів освіти; г) здатність добирати і використовувати сучасні й ефективні методики і технології навчання, виховання й розвитку здобувачів освіти; д) здатність формувати ціннісні ставлення в здобувачів освіти. Усереднені результати анкетування представлені на рис. 1.

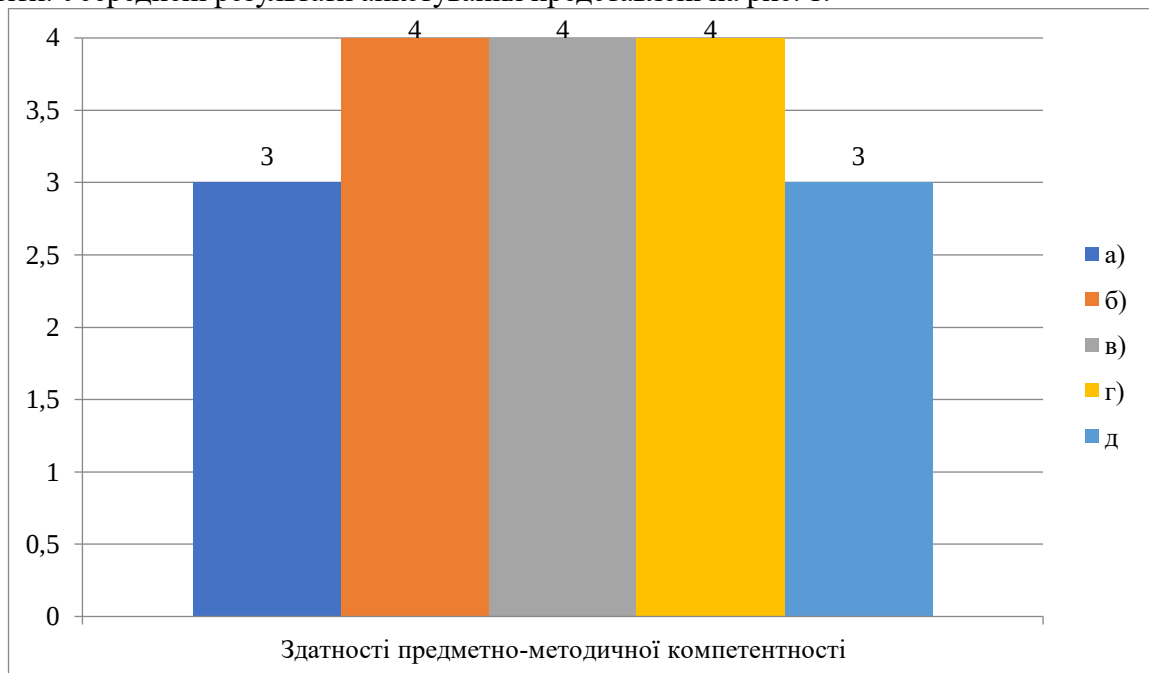


Рис. 1. Результати анкетування майбутніх учителів біології.

Звернемо увагу, що всі респонденти зазначили суттєвий вплив участі у даному заході на здатність формувати і розвивати в здобувачів освіти ключові компетентності і наскрізні вміння, визначені державними стандартами освіти; на здатність здійснювати інтегроване навчання здобувачів освіти та на здатність добирати і використовувати сучасні й ефективні методики і технології навчання, виховання й розвитку здобувачів освіти.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Засоби сучасних цифрових технологій дозволяють розширювати способи професійної підготовки майбутніх учителів, одним із яких є проведення природничих квізів. У процесі організації та проведення заходу «Природничий квіз», формується предметно-методична компетентність майбутніх учителів біології закладів загальної середньої освіти. Розвиток предметно-методичної компетентності майбутніх учителів біології, який описаний у даній статті, буде ефективним за умови поєднання в освітньому процесі традиційних технологій навчання із інформаційно-цифровими. Важливим є те, що підготовка й участь у природничому квзі залучає здобувачів до інформальної освіти.

Подальшою науковою розвідкою в даному напрямку може стати дослідження впливу залучення майбутніх учителів біології до участі у програмах неформальної освіти на розвиток предметно-методичної компетентності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Блажко, О. А., Блажко, А. В. (2020). Теоретичні засади організації самостійної роботи студентів у процесі методичної підготовки. Актуальні питання підготовки майбутнього вчителя хімії: теорія і практика: збірник наукових праць. Випуск 6. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 23–26. (Blazhko, O. A., Blazhko, A. V. (2020). Theoretical principles of organizing students' independent work in the process of methodological training. Current issues of training future chemistry teachers: theory and practice: collection of scientific papers. Issue 6. Vinnytsia: Nilan-LTD LLC, 23–26).
2. Бондаренко, Т. (2012). Визначення змісту, структури та етапів формування методичної компетентності у майбутніх вчителів біології. Проблеми підготовки сучасного вчителя, 5(2), 150–155. (Bondarenko, T. (2012). Determining the content, structure and stages of formation of methodological competence in future biology teachers. Problems of training a modern teacher, 5(2), 150–155).
3. Заболотний, В. (2013). Методична компетенція майбутнього учителя фізики як важлива складова професійної компетентності. Проблеми підготовки сучасного вчителя : збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини. Випуск 7, 156–162. (Zabolotny, V. (2013). Methodological competence of a future physics teacher as an important component of professional competence. Problems of training a modern teacher: collection of scientific papers of Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University. Issue 7, 156–162).
4. Закон України «Про освіту». Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19/ed20170905/sp:max100#n127>. (Law of Ukraine "On Education". Retrived from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19/ed20170905/sp:max100#n127>).
5. Концептуальні засади реформування середньої школи «Нова українська школа». Режим доступу: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>. (Conceptual principles of reforming the secondary school "New Ukrainian School". Retrived from: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>).
6. Коренева, І. М. (2018). Зміст і структура компетентності майбутніх учителів біології у сфері освіти для сталого розвитку. Український педагогічний журнал, 3, 109–117. (Koreneva, I. M. (2018). The content and structure of the competence of future biology teachers in the field of education for sustainable development. Ukrainian Pedagogical Journal, 3, 109–117).
7. Кочубей, О. (2024). Зміст інформаційно-методичної компетентності майбутнього вчителя хімії. Проблеми підготовки сучасного вчителя, 2(30), 51–58. (Kochubei, O. (2024). The content of informational and methodological competence of a future chemistry teacher. Problems of training a modern teacher, 2(30), 51–58).
8. Лукашова, Н. І., Бушуєва, Г. В., Кожема, А. Г., Соболев, Л. В. (2017). Використання методичних задач у формуванні професійно-методичної компетентності майбутніх учителів хімії. Хімічна та екологічна освіта: стан і перспективи розвитку : збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (Вінниця, 30 листопада 2017 р.). (с. 75–77). Вінниця : Нілан-ЛТД. (Lukashova, N. I., Bushueva, G. V., Kozhema, A. G., Sobol, L. V. (2017). The use of methodological tasks in the formation of professional and methodological competence of future chemistry teachers. Chemical and environmental education: state and prospects for development: collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Internet Conference (Vinnytsia, November 30, 2017). (pp. 75–77). Vinnytsia: Nilan-LTD).
9. Офіційна сторінка онлайн платформ Kahoot. Режим доступу: <https://kahoot.com>. (Official page of online platforms Kahoot. Retrived from: <https://kahoot.com>).
10. Професійний стандарт «Вчитель закладу загальної середньої освіти». Режим доступу: <https://mon.gov.ua/news/informatsiine-povidomlennia>. (Professional standard "Teacher of a general secondary education institution". Retrived from: <https://mon.gov.ua/news/informatsiine-povidomlennia>).

11. Семерня, О. М. (2015). Методична компетентність вчителя фізики : практичні заняття. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 3 : Фізика і математика у вищій і середній школі : збірник наукових праць. Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова. Випуск 16, 39–47. (Semernya, O. M. (2015). Methodological competence of a physics teacher: practical classes. Scientific journal of the National Pedagogical University named after M. P. Dragomanov. Series 3: Physics and Mathematics in Higher and Secondary Schools: Collection of Scientific Papers. Kyiv: Publishing House of the National Polytechnic University named after M. P. Dragomanov. Issue 16, 39–47).
12. Ярошенко, О. Г., Цуруль, О. А., Іваха, Т. С. (2008). Підготовка майбутніх учителів з методик навчання природничих дисциплін в умовах кредитно-модульної системи організації навчального процесу. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Методика викладання природничих дисциплін у вищій школі». XV Каришинські читання, за заг. ред. М. В. Гриньової. (сс. 68-70). Полтава: Астроя. (Yaroshenko, O. G., Tsurul, O. A., Ivakha, T. S. (2008). Training of Future Teachers in Methods of Teaching Natural Sciences in the Conditions of the Credit-Modular System of Organizing the Educational Process. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Methods of Teaching Natural Sciences in Higher Schools". XV Karyshyn Readings, In M. V. Grineva (Ed.). (pp. 68-70). Poltava: Astraya).

Mironets L. P. Nature quiz as an activity for developing subject-methodical competence of future teachers.

The article describes the stages of organizing and conducting the online event "Nature Quiz" with the aim of developing the subject-methodological competence of future biology teachers. It was studied that in the process of training a future biology teacher at the first (bachelor's) level of higher education, the formation of subject-methodological competence occurs throughout non-formal and informal education using information and digital technologies and various methods of organizing educational activities.

Using various methods of organizing the educational activities of higher education students, teachers still underestimate the didactic capabilities of quizzes. The study showed that participation in quizzes develops students' ability to model the content of education, the ability to form and develop in education students key competencies and cross-curricular skills defined by state education standards; the ability to implement integrated education of education students and the ability to select and use modern and effective methods and technologies of teaching, upbringing and development of education students.

Of particular interest to future biology teachers is the work on the Kahoot online platform.

The main stages of involving future biology teachers in the organization and conduct of this event are described: mastering the Kahoot online platform, preparing a bank of questions of integrated content, developing and distributing an announcement, moderating the event, the procedural stage and the final and corrective stage.

In the process of organizing and conducting a science quiz using modern digital technologies, favorable conditions are created for the formation of subject-methodological competence of future biology teachers of secondary education institutions.

It is emphasized that the development of subject-methodological competence of future biology teachers, described in this article, will be effective if non-formal education is combined with informal education in the professional training of future teachers.

Further scientific research in this direction may be the study of the impact of involving future biology teachers in participation in non-formal education programs on the development of subject-methodological competence.

Key words: *subject-methodological competence, professional training, future biology teachers, science quiz, online learning platform, information and digital competence, digitalization of education, teacher training.*

УДК 372.851.2:371.3

DOI 10.5281/zenodo.14634680

О. О. Одінцова

Сумський державний педагогічний
університет імені А.С.Макаренка

ORCID ID 0000-0002-9948-3801

С. В. Красуцька

Роменська загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів №7

Роменської міської ради Сумської області

ДО ПИТАННЯ ВИЯВЛЕННЯ ПРОБЛЕМ ПРИ НАВЧАННІ ДЕЯКИМ ТЕОРЕМАМ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ГЕОМЕТРІЇ ПОГЛИБЛЕНОГО РІВНЯ ТА ШЛЯХІВ ЇХ ПОДОЛАННЯ (ЧАСТИНА ДРУГА: ШЛЯХИ УСУНЕННЯ ПРОБЛЕМ)

Відповідно до результатів опитування вчителів математики щодо виключення з розгляду питань, пов'язаних з вивченням теорем Чеви та Менелая, головними причинами такого становища є: обмаль часу у вчителів для створення методично виваженої системи задач, зокрема і для контролю знань. Тобто, не дивлячись на присутність даного матеріалу в підручниках, система задач, що наявна там, не задовольняє потреб вчителів у цьому питанні. Крім того, слабо розвинена просторова уява сучасних учнів та упереджене ставлення їх до геометрії стають серйозними перешкодами на шляху опанування матеріалу та застосування його у майбутньому.

Ця стаття присвячена формуванню шляхів виходу із зазначеної ситуації на основі принципу виділення «ядра знань» при роботі в класі: зупинятися безпосередньо на формулюванні самих теорем Чеви, Менелая та на складних задачах щодо їх використання, зокрема до встановлення відомих фактів про лінії в трикутнику, та на задачах за готовими малюнками; решту матеріалу варто виносити на позакласні заходи для зацікавлених учнів. При чому на початку потрібно розглядати теореми Чеви і Менелая у синергії, оскільки формулювання цих теорем пов'язані за малим принципом двоїстості, а також через доволі схожі способи їх застосування. Головним при цьому є виокремлення (розгляд) потрібного трикутника, визначення напрямку його «обходу», записом відповідних співвідношень та знаходження довжин потрібних відрізків (синусів відповідних кутів) або їх відношень.

У статті наведено порівняльну таблицю з 8 доведень про існування та єдиність центроїду, інцентру та ортоцентру трикутника з використанням теорем Чеви та Менелая (у формулюванні як через відношення довжин відрізків, так і в тригонометричній формі). Розписано, які з доведень краще використовувати при вивченні відповідних тем, які – при вивченні інших, зокрема «Співвідношення у прямокутному трикутнику», а які – у позакласній роботі.

Також наведено задачу про точку Нагеля (як точку перетину відрізків, які сполучають вершини трикутника з точками дотику зовнівписаних кіл), задачу на використання теореми Менелая та для закріплення знань про різні відрізки у трикутнику, знання останніх стає у нагоді при розв'язуванні задач на математичних олімпіадах.

На останок, розглянуто задачу, розв'язування якої безпосередньо демонструє користь від теореми Менелая: воно скорочується, а рисунок до задачі стає менш захаращеним.

Наведені у статті підходи до навчання учнів теоремам Чеви і Менелая можуть бути розширені задачами на доведення, обчислення (відрізків, кутів). Паралельно можна робити ознайомлення учнів із олімпіадними задачами минулих років, розв'язування яких базувалося на розглядуваних теоремах.

Ключові слова: навчання геометрії на поглибленому рівні, теорема Чеви, теорема Менелая, центроїд, інцентр, ортоцентр, позакласна робота з математики, олімпіада з математики.

Постановка проблеми. У статті [1], що є першою частиною даної роботи, наведено результати опитування вчителів математики, що навчають геометрії на поглибленому рівні, стосовно розгляду питань, пов'язаних із теоремами Чеви та Менелая. Зокрема там зазначено, що головними причинами проблем, які виникають при навчанні теоремам Чеви та Менелая, є: важкість розуміння учнями матеріалу через його складність (незрозумілість формулювання теорем, складність їх доведень, незвичність потрібних записів та їх формування); нестача у переважній більшості вчителів часу для створення методично виваженої системи задач, зокрема і для контролю знань; нестача часу в більшості вчителів для реалізації створеної системи завдань під час уроків; слабо розвинена просторова уява сучасних учнів та упереджене ставлення їх до геометрії.

Останнє стає серйозною перешкодою на шляху опанування матеріалу та застосування його у майбутньому, зокрема при розв'язуванні задач на різних математичних змаганнях.

Усі зазначені причини до нині є актуальним, не дивлячись на те, що питання, пов'язані з теоремами Чеви і Менелая, з'явилися в програмі та у підручниках з геометрії поглибленого рівня вивчення ще у 2008 році [2], [3], [4] як прояв прагнення авторів програм з математики долучити якомога ширше коло учнів до геометричного матеріалу, який дозволив би розв'язувати задачі на різних математичних змаганнях. Крім того, результати опитування свідчать, що система задач у підручниках з геометрії для поглибленого рівня вивчення з відповідної теми не задовольняє потреб вчителів.

Аналіз актуальних досліджень. Питанню розв'язування геометричних задач із використанням «некласичних» (для шкільного курсу) фактів з геометрії трикутника присвячено доволі велике число робіт: Кушніра І., Ясинського В., Жидкова С., Кадубовського О., Кобко Л. та багатьох інших. Але проблеми, які виникають у вчителів при навчанні цим темам, на жаль, раніше не розглядалися, як і пропозиції щодо їх усунення.

Мета статті – розглянути можливі шляхи усунення проблем, які виникають у вчителів при навчанні геометричного матеріалу, пов'язаного з теоремами Чеви та Менелая, які були виокремлені при аналізі спеціально проведеного анкетування [1].

Виклад основного матеріалу. Аналіз статистики розв'язування завдань з геометрії на III (обласному) етапі Всеукраїнської олімпіади з математики, зокрема тих, де потрібно застосовувати теореми Чеви та Менелая, за останні 15 років в Сумській області на жаль є невтішним: найчастіше учасники зупиняються лише на побудові рисунка, не переходячи до розв'язання.

Якщо ж підсумовувати результати анкетування вчителів математики, які навчають геометрії на поглибленому рівні в основній школі, можна стверджувати, що головною проблемою при навчанні учнів матеріалу, пов'язаного з теоремами Чеви та Менелая (так само, як й іншого «некласичного» матеріалу з геометрії трикутника) є обмаль часу у вчителів для створення методично виваженої системи задач, зокрема і для контролю знань. Тобто, не дивлячись на присутність даного матеріалу в підручниках, система задач, що наявна там, не задовольняє потреб вчителів у цьому питанні. Крім того, слабо розвинена просторова уява сучасних учнів та упереджене ставлення їх до геометрії стають серйозними перешкодами на шляху опанування матеріалу та застосування його у майбутньому.

Не дивлячись на виявлені проблеми, не варто виключати з розгляду питання, пов'язані з теоремами Чеви і Менелая, варто змінити загальні підходи до цього матеріалу. Так на уроках при розгляді зазначеного матеріалу варто застосувати принцип виділення «ядра знань»: зупинитися безпосередньо на формулюванні самих теорем Чеви, Менелая та на нескладних задачах щодо їх використання, зокрема до встановлення відомих фактів про точки перетину одноіменних ліній у трикутнику, та за готовими малюнками. При чому на початку потрібно розглядати теореми Чеви і Менелая у синергії, оскільки формулювання цих теорем пов'язані за малим принципом двоїстості, демонструючи симетричну побудову евклідової геометрії, а також через доволі схожі способи їх застосування. Головним при цьому є виокремлення (розгляд) потрібного трикутника, визначення напрямку його «обходу», записом відповідних співвідношень та знаходження довжин потрібних відрізків (синусів відповідних кутів) або їх відношень.

Виходячи з власного педагогічного досвіду та думки вчителів, що навчають теоремам Чеви та Менелая [1], першою доцільно розглядати теорему Чеви через простіше застосування, а потім вже теорему Менелая для нескладних задач. Решту питань варто винести на гурток, факультатив чи підготовку до олімпіади з математики. Такий поділ дозволить ознайомити усіх учнів, що навчаються на поглибленому рівні, з незвичними теоремами та їх застосуванням, а тим, хто проявить зацікавленість, розширити знання та удосконалити навички застосування теорем на позакласних заняттях. Крім того буде реалізовано принципи побудови навчального матеріалу від простого до складного та розбиття складної проблеми (задачі) на більш простіші.

Навчання учнів різних категорій теоремам Чеви, Менелая та їх застосуванням дозволяє: по – перше, демонструвати як витончено можна доводити такі важко встановлювані геометричні факти як: перетин трьох прямих в одній точці, належність трьох точок одній прямій; по-друге, через незвичність використання розглядуваних теорем розвивати просторове мислення учнів; по-третє, використовувати широкий спектр знань про трикутники та інші геометричні фігури.

На наш погляд, знайомство із застосуванням теорем варто почати із задач за готовими рисунками, а доведення відомих фактів про існування та єдиність центроїду, інцентру та ортоцентру за допомогою теорем Чеви та Менелая слід проводити порівнюючи підходи до доведення. У таблиці 1 наведено зазначені способи і причому рисунок до всіх способів один і той самий (рис. 1).

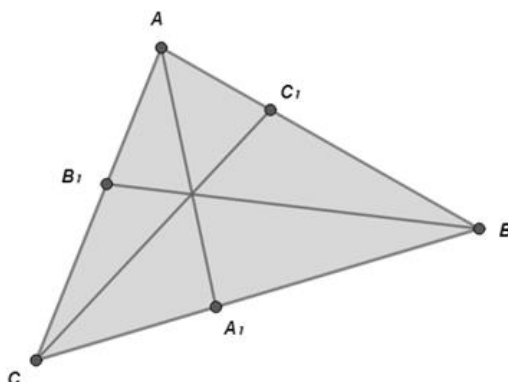


Рис.1.

Таблиця 1

**Порівняння доведень перетину одноіменних ліній в трикутнику
за допомогою теорем Чеви та Менелая**

Тип точки	Застосування теореми Чеви	Застосування теореми Менелая
1. Центроїд (перетин медіан трикутника)	Нехай AA_1, BB_1, CC_1 - медіани трикутника ABC .	
	Розглядаємо $\triangle ABC$. Обходячи трикутник ABC за годинниковою стрілкою та замінюючи частини сторін, будемо мати: $\frac{AC_1}{C_1B} \cdot \frac{BA_1}{A_1C} \cdot \frac{CB_1}{B_1A} = \frac{\frac{1}{2} \cdot AB \cdot \frac{1}{2} \cdot BC \cdot \frac{1}{2} \cdot AC}{\frac{1}{2} \cdot AB \cdot \frac{1}{2} \cdot BC \cdot \frac{1}{2} \cdot AC} = 1.$ Отже, за теоремою Чеви медіани $\triangle ABC$ перетинаються в одній точці.	1.2. Нехай дві медіани AA_1 та BB_1 перетинаються в точці O. З'ясуємо чи проходить медіана CC_1 через цю точку. Для $\triangle ABB_1$ та січної CC_1 (обхід за годинниковою стрілкою) співвідношення із теореми Менелая, враховуючи, що $BO = 2 B_1O,$ буде мати вид $\frac{AC_1}{C_1B} \cdot \frac{BO}{OB_1} \cdot \frac{B_1C}{CA} = \frac{AC_1}{AC_1} \cdot \frac{B_1O}{OB_1} \cdot \frac{B_1C}{2B_1C} = 1,$ що доводить перетин медіан в одній точці.

Тип точки	Застосування теореми Чеви	Застосування теореми Менелая
2. Інцентр (перетин бісектрис трикутника)	Нехай AA_1, BB_1, CC_1 – бісектриси внутрішніх кутів $\triangle ABC$.	
	2.1.1. Форма теореми Чеви із використанням відношення відрізків. За властивістю бісектриси кута для бісектриси AA_1: $\frac{AB}{AC} = \frac{BA_1}{A_1C}$. Аналогічно і для інших кутів трикутника. Отже, обходячи $\triangle ABC$ проти годинникової стрілки замінюючи відношення частин сторін через відношення сторін, будемо мати: $\frac{AB_1}{B_1C} \cdot \frac{CA_1}{A_1B} \cdot \frac{BC_1}{C_1A} = \frac{AB}{BC} \cdot \frac{AC}{AB} \cdot \frac{BC}{AC} = 1,$ звідки випливає, що бісектриси трикутника перетинаються в одній точці.	2.2.1. Форма теореми Менелая із використанням відношення відрізків. Нехай дві бісектриси BB_1 та CC_1 перетинаються в точці O. З'ясуємо чи проходить бісектриса CC_1 через цю точку. Для $\triangle CBB_1$ та січної AA_1 (обхід проти годинникової стрілки) слід з'ясувати, чому буде дорівнювати співвідношення $\frac{CA_1}{A_1B} \cdot \frac{BO}{OB_1} \cdot \frac{B_1A}{AC}.$ За властивостями бісектриси $\frac{CA_1}{A_1B} = \frac{AC}{AB} = \frac{b}{c}.$ У $\triangle CBB_1$ відрізок CO – бісектриса, тому $\frac{BO}{OB_1} = \frac{BC}{CB_1}.$ У свою чергу, виходячи з того, BB_1 – бісектриса $\triangle ABC$ $\frac{AB_1}{B_1C} = \frac{AB}{BC} = \frac{c}{a},$ $\frac{AB_1}{B_1C} = \frac{AC - B_1C}{B_1C} = \frac{AC}{B_1C} - 1 = \frac{b}{B_1C} - 1 = \frac{c}{a},$ $B_1C = \frac{ab}{a+c}.$ І, відповідно, $\frac{BO}{OB_1} = \frac{BC}{CB_1} = \frac{a(a+c)}{ab} = \frac{a+c}{b},$ а $\frac{B_1A}{AC} = \frac{AC - B_1C}{AC} = 1 - \frac{B_1C}{AC} = 1 - \frac{ab}{(a+c)b} = 1 - \frac{a}{a+c} = \frac{c}{a+c} \text{ та}$ $\frac{CA_1}{A_1B} \cdot \frac{BO}{OB_1} \cdot \frac{B_1A}{AC} = \frac{b}{c} \cdot \frac{a+c}{b} \cdot \frac{c}{a+c} = 1.$ Отже, за теоремою Менелая бісектриси трикутника перетинаються в одній точці.
	2.1.2. Тригонометрична форма теореми Чеви. Оскільки AA_1, BB_1, CC_1 – бісектриси внутрішніх кутів трикутника ABC, то $\angle CAA_1 = \angle BAA_1$, $\angle ABB_1 = \angle CBB_1$, $\angle ACC_1 = \angle BCC_1$. Обходячи $\triangle ABC$ за годинниковою стрілкою та використовуючи тригонометричну формулу теореми Чеви, одержуємо:	2.2.2. Тригонометрична форма теореми Менелая. Розглядати не варто через складність математичних перетворень.

Тип точки	Застосування теореми Чеви	Застосування теореми Менелая
	$\frac{\sin \angle CAA_1}{\sin \angle BAA_1} \cdot \frac{\sin \angle ABB_1}{\sin \angle CBB_1} \cdot \frac{\sin \angle BCC_1}{\sin \angle ACC_1} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,$ що гарантує перетин бісектрис трикутника в одній точці.	
3. Ортоцентр (перетин висот гострокутного трикутника)	Нехай AA_1, BB_1, CC_1 – висоти гострокутного ΔABC. 3.1.1. Форма теореми Чеви із використанням відношення відрізків. Із ΔAC_1C ($\angle C_1 = 90^\circ$) $AC_1 = AC \cdot \cos A$. Аналогічно із ΔAB_1B: $AB_1 = AB \cdot \cos A$, для інших відрізків будемо мати: $BC_1 = BC \cdot \cos B$, $BA_1 = AB \cdot \cos B$, $CA_1 = AC \cdot \cos C$, $CB_1 = BC \cdot \cos C$. Обходячи ΔABC за годинниковою стрілкою, будемо мати: $\frac{AC_1}{C_1B} \cdot \frac{BA_1}{A_1C} \cdot \frac{CB_1}{B_1A} = \frac{AC \cos A}{BC \cos B} \cdot \frac{AB \cos B}{AC \cos C} \cdot \frac{BC \cos C}{AB \cos A} = 1,$ що і доводить перетин висот гострокутного трикутника в одній точці.	3.2.1. Форма теореми Менелая із використанням відношення відрізків. Нехай дві висоти AA_1 та BB_1 перетинаються в точці O. З'ясуємо чи проходить висота CC_1 через цю точку. Для ΔABB_1 та січної CC_1 (обхід за годинниковою стрілкою) слід з'ясувати, чому буде дорівнювати співвідношення $\frac{AC_1}{C_1B} \cdot \frac{BO}{OB_1} \cdot \frac{B_1C}{CA}.$ Із ΔAC_1C ($\angle C_1 = 90^\circ$) $AC_1 = AC \cdot \cos A$. Аналогічно $BC_1 = AB \cdot \cos B$, $CB_1 = BC \cdot \cos C$, $BA_1 = AB \cdot \cos B$, $BC_1 = BC \cdot \cos B$. Із ΔBA_1O ($\angle A_1 = 90^\circ$): $BO = \frac{BA_1}{\cos(90^\circ - \angle C)} = \frac{BA \cos B}{\sin C}$. Із ΔCB_1O ($\angle B_1 = 90^\circ$): $OB_1 = CB_1 \cdot \operatorname{tg}(90^\circ - \angle A) = CB_1 \cdot \operatorname{ctg} A$. Підставляючи отримані вирази у співвідношення, отримаємо $\frac{AC_1}{C_1B} \cdot \frac{BO}{OB_1} \cdot \frac{B_1C}{CA} = \frac{AC \cos A}{BC \cos B} \cdot \frac{BA \cos B}{\sin C} \cdot \frac{1}{CB_1 \operatorname{ctg} A} \cdot \frac{B_1C}{CA} = \frac{BA \sin A}{BC \sin C} = \frac{BB_1}{BB_1} = 1,$ що і доводить перетин висот гострокутного трикутника в одній точці. Останні перетворення отримані із ΔAB_1B та із ΔCB_1B.
	3.1.2. Тригонометрична форма теореми Чеви. Із ΔAC_1C ($\angle C_1 = 90^\circ$) $\angle ACC_1 = 90^\circ - \angle A$. Аналогічно із ΔAB_1B: $\angle ABB_1 = 90^\circ - \angle A$, для інших кутів будемо мати: $\angle BAA_1 = 90^\circ - \angle B$, $\angle BCC_1 = 90^\circ - \angle B$, $\angle CAA_1 = 90^\circ - \angle C$, $\angle CBB_1 = 90^\circ - \angle C$.	3.2.2. Тригонометрична форма теореми Менелая. Розглядати не варто через складність математичних перетворень.

Тип точки	Застосування теореми Чеви	Застосування теореми Менелая
	Обходячи $\triangle ABC$ за годинниковою стрілкою та використовуючи тригонометричну формулу теореми Чеви, одержуємо: $\frac{\sin \angle CAA_1}{\sin \angle BAA_1} \cdot \frac{\sin \angle ABB_1}{\sin \angle CBB_1} \cdot \frac{\sin \angle BCC_1}{\sin \angle ACC_1} =$ $= \frac{\sin(90^\circ - \angle C)}{\sin(90^\circ - \angle B)} \cdot \frac{\sin(90^\circ - \angle A)}{\sin(90^\circ - \angle C)} \cdot \frac{\sin(90^\circ - \angle B)}{\sin(90^\circ - \angle A)} = 1.$ Що і доводить перетин висот гострокутного трикутника в одній точці.	

Зауваження 1. Доведення існування та єдиність розглянутих точок для тупокутного трикутника – аналогічні. Їх можна запропонувати як домашні завдання для сильних учнів.

2. Порівняння із наведених у таблиці доведень показує, що застосування теореми Менелая складніше порівняно із застосуванням теореми Чеви. Тому частину цих доведень можна перенести на позакласні заняття, наприклад, доведення, позначені 2.2.1 та 3.2.1.

3. Пропонувати задачі на застосування розглянутих теорем можна не тільки під час відповідних тем, а й органічно вплітати в інші теми, наприклад, доведення 3.1.2 можна використати при вивченні теми «Співвідношення у прямокутному трикутнику».

При вивченні питань, пов'язаних із властивостями зовнівписаних кіл, можна розглянути таку задачу на доведення.

Задача 1. Довести, що відрізки, які сполучають вершини трикутника з точками дотику зовнівписаних кіл, перетинаються в одній точці.

Розв'язання.

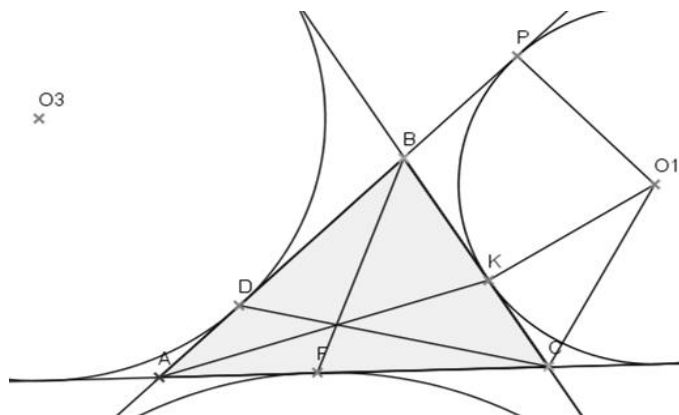


Рис. 2.

Нехай задано $\triangle ABC$, його зовнівписані кола з центрами O_1, O_2, O_3 дотикаються сторін BC, AC, AB у точках K, F, D відповідно (рис. 2).

Для з'ясування перетину в одній точці відрізків AK, BF та CD слід застосувати теорему Чеви, обходячи $\triangle ABC$ проти годинникової стрілки, з'ясовуючи чи буде значення виразу

$$\frac{AD}{DB} \cdot \frac{BK}{KC} \cdot \frac{CF}{FA}$$

дорівнювати 1.

За властивостями зовнівписаних кіл маємо: $AP = AL = p$, де p – півпериметр $\triangle ABC$, а точки P і L – точки дотику зовнівписаного кола до продовження сторін AB та AC (рис. 3)

За властивостями дотичних до кола $BK = BP, KC = CL$ та

$$BK = BP = AP - AB = p - c, \text{ а } KC = CL = AL - AC = p - b.$$

Аналогічно для інших зовнівписаних кіл (рис. 2): $AD = p - b, BD = p - a, AF = p - c, CF = p - a$.

Тоді:

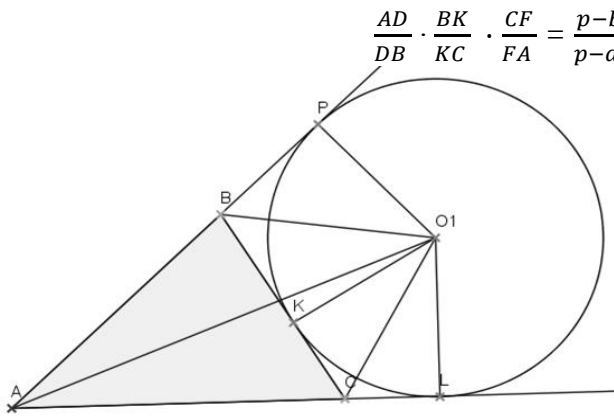


Рис. 3.

вписаного кола (так, у цьому випадку $AD = p - a$, $CF = p - c$, аналогічно інші) та з'ясувати чи будуть відрізки, аналогічні до відрізків задачі 2, перетинатися в одній точці.

Точка перетину відрізків, які сполучають вершини трикутника з точками дотику зовнівписаних кіл, теж має свою назву – серединна точка або точка Нагеля, на честь німецького математика Христіана Генріха фон Нагеля (28.02.1803 — 27.10.1882), який досліджував її властивості. Тому можна в продовження теми запропонувати учням з'ясувати властивості точки Нагеля, зокрема чому її називають серединною, а також властивості інших цікавих точок у трикутнику (Жергона, Лемуана тощо).

Для кращого запам'ятовування учнями, що готуються до математичних змагань, виразів різних відрізків трикутника можна розглянути наступну задачу, яка хоч і є задачею на доведення, але використання теореми Менелая відбувається не прямо.

Задача 2. ([5, с.71]) Довести, що пряма, яка проходить через середину сторони AB трикутника ABC і його інцентр, ділить навпіл відрізок, що сполучає вершину C та точку дотику вписаного кола зі стороною AB (рис. 4).

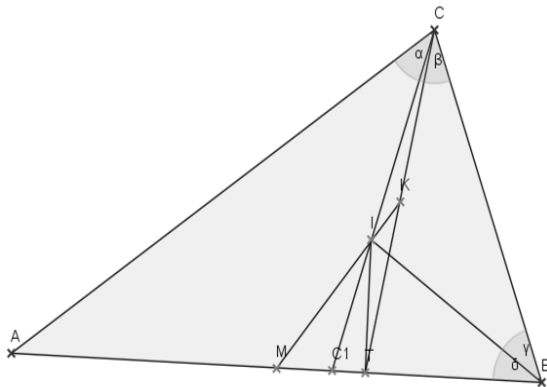


Рис. 4.

Розв'язання. Нехай $AM = MB$, I – інцентр, відповідно центр вписаного кола, CC_1 – бісектриса кута при вершині C , T – точка дотику AB та вписаного кола (тоді $IT \perp AB$), а K – точка перетину MI та CT .

Слід показати, що точка K – середина CT .

За теоремою Менелая для $\triangle SCC_1T$ і січної $МК$ (обхід проти годинникової стрілки):

$$\frac{C_1I}{IC} \cdot \frac{CK}{KT} \cdot \frac{TM}{MC_1} = 1 \quad (1)$$

Оскільки BI – бісектриса $\triangle SCC_1B$, то

$$\frac{CI}{IC_1} = \frac{BC}{BC_1} = \frac{a}{BC_1}.$$

Міркуючи аналогічно як в доведенні 2.2.1 (таблиця 1), легко встановити, що

$$BC_1 = \frac{ac}{a+b},$$

тоді

$$\frac{CI}{IC_1} = \frac{a(a+b)}{ac} = \frac{a+b}{c},$$

Оскільки $BT = p - b$, де p – півпериметр, то

$$C_1M = BM - BC_1 = \frac{c}{2} - \frac{ac}{a+b} = \frac{ac + bc - 2ac}{2(a+b)} = \frac{bc - ac}{2(a+b)} = \frac{c(b-a)}{2(a+b)},$$

$$\text{а } MT = MB - BT = \frac{c}{2} - p + b = \frac{c}{2} - \frac{a+b+c}{2} + b = \frac{c-a-b-c+2b}{2} = \frac{b-a}{2}.$$

Підставляючи у вираз (1) одержані вирази для відрізків, що там фігурують, одержимо:

$$\frac{CK}{KT} \cdot \frac{c}{a+b} \cdot \frac{(b-a) \cdot 2(a+b)}{2 \cdot c(b-a)} = 1$$

це за теоремою Чеви означає, що відрізки AK , BF та CD перетинаються в одній точці.

Зауваження 2. Зрозуміло, що розглянуту задачу варто пропонувати учням на позакласних заняттях, попередньо актуалізувавши знання про зовнівписані кола та їх властивості. Можна також провести паралелі з довжинами відрізків, на які діляться сторони трикутника точками дотику

$$\text{і } \frac{CK}{KT} = 1,$$

тобто $CK = KT$, що і слід було показати.

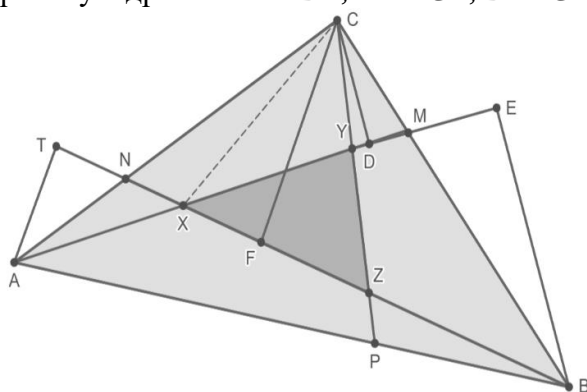
Важливість знання розглядуваних теорем Чеви, Менелая та їх застосування можна продемонструвати на прикладі розв'язування наступної задачі. Останнє скорочується, якщо в його основу покласти теорему Менелая, при цьому рисунок до задачі стає менш захащеним. Зрозуміло, що дану задачу варто розглядати на позакласних заняттях, починаючи з другого семестру 8 класу.

Задача 3. На сторонах BC , CA і AB $\triangle ABC$ вибрано точки M , N , P так, що

$$\frac{BM}{MC} = \frac{CN}{NA} = \frac{AP}{PB} = 4.$$

Обчислити площу трикутника, утвореного прямими AM , BN і CP , якщо $S_{\triangle ABC} = Q$.

Розв'язання (без використання теореми Менелая). Позначимо через X , Y та Z – точки перетину відрізків AM і BN , AM і CP , BN і CP відповідно (рис. 5).



З рисунка видно, що

$$S_{\triangle XYZ} = S_{\triangle ABC} - S_{\triangle AXB} - S_{\triangle BZC} - S_{\triangle CYA},$$

$$\text{а } S_{\triangle AXB} = S_{\triangle ABC} - S_{\triangle BXC} - S_{\triangle AXC}.$$

Аналогічно можна знайти вирази для площ інших трикутників $\triangle AYC$ та $\triangle BZC$. Розглянемо $\triangle AXB$ і $\triangle BXC$, в яких BX – спільна сторона, тому відповідно відношення їх площ

$$\frac{S_{\triangle AXB}}{S_{\triangle BXC}} = \frac{\frac{1}{2} \cdot XB \cdot AT}{\frac{1}{2} \cdot XB \cdot BF} = \frac{AT}{CF},$$

Рис. 5.

де AT – висота $\triangle AXB$, а CF – висота $\triangle BXC$.

Розглянемо $\triangle ATN$ та $\triangle CFN$. Ці трикутники подібні, оскільки $\angle ATN = \angle CFN = 90^\circ$ і $\angle ANT = \angle CNF$ як вертикальні. Отже,

$$\frac{AT}{CF} = \frac{AN}{CN} = \frac{1}{4} \text{ і } \frac{S_{\triangle AXB}}{S_{\triangle BXC}} = \frac{1}{4}.$$

Розглянемо $\triangle AXC$ та $\triangle AXB$. Оскільки AX – спільна, то

$$\frac{S_{\triangle AXC}}{S_{\triangle AXB}} = \frac{\frac{1}{2} AX \cdot CD}{\frac{1}{2} AX \cdot BE} = \frac{CD}{BE},$$

де CD – висота $\triangle AXC$, а BE – висота $\triangle AXB$.

Виходячи з того, що $\triangle CDM \sim \triangle BEM$ ($\angle CDM = \angle BEM = 90^\circ$ і $\angle CMD = \angle BME$ як вертикальні), маємо, що

$$\frac{CD}{BE} = \frac{CM}{MB} = \frac{1}{4} \text{ і } \frac{S_{\triangle AXC}}{S_{\triangle AXB}} = \frac{1}{4}.$$

Тепер

$$\begin{aligned} S_{\triangle AXB} &= S_{\triangle ABC} - S_{\triangle BXC} - S_{\triangle AXC} \mid : S_{\triangle AXB}, \\ 1 &= \frac{S}{S_{\triangle AXB}} - \frac{S_{\triangle BXC}}{S_{\triangle AXB}} - \frac{S_{\triangle AXC}}{S_{\triangle AXB}} \text{ і} \\ \frac{Q}{S_{\triangle AXB}} &= 1 + \frac{S_{\triangle AXC}}{S_{\triangle AXB}} + \frac{S_{\triangle BXC}}{S_{\triangle AXB}} = 1 + \frac{1}{4} + 4 = \frac{21}{4}, \\ \text{Тому } S_{\triangle AXB} &= \frac{4}{21} Q. \end{aligned}$$

Аналогічно можна встановити, що

$$S_{\triangle AYC} = \frac{4}{21} Q \text{ та } S_{\triangle BZC} = \frac{4}{21} Q$$

$$\text{і, відповідно, } S_{\triangle XYZ} = Q - 3 \cdot \frac{4}{21} Q = \frac{3}{7} Q.$$

Розв'язання задачі 3 із використанням теореми Менелая ([5, с. 107]).

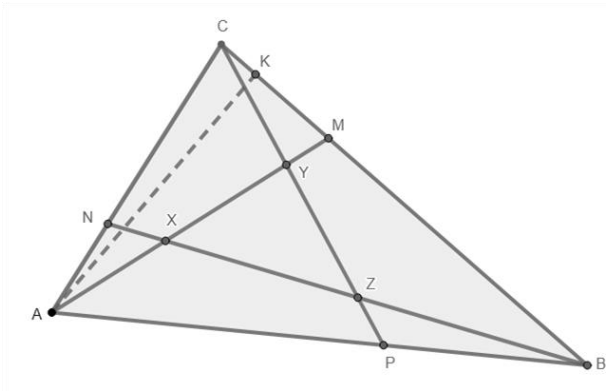


Рис. 6.

В свою чергу:

$$\frac{BC}{BM} = \frac{BM+MC}{MB} = 1 + \frac{MC}{MB} = 1 + \frac{1}{4} = \frac{5}{4}.$$

Застосувавши теорему Менелая для $\triangle ACM$ і січної BN (обхід – проти годинникової стрілки), будемо мати:

$$\frac{CN}{NA} \cdot \frac{AX}{XM} \cdot \frac{MB}{BC} = 1 \text{ та } 4 \cdot \frac{AX}{XM} \cdot \frac{4}{5} = 1, \text{ тому } \frac{AX}{XM} = \frac{5}{16}.$$

відповідно

$$\frac{AM}{AX} = \frac{AX+XM}{AX} = 1 + \frac{XM}{AX} = 1 + \frac{16}{5} = \frac{21}{5} \text{ і } S_{\triangle ABX} = \frac{BM}{BC} \cdot \frac{AX}{AM} Q = \frac{4}{5} \cdot \frac{5}{21} Q = \frac{4}{21} Q.$$

Аналогічний вираз для площ для інших трикутників: $S_{\triangle CAY} = S_{\triangle CBZ} = S_{\triangle ABX} = \frac{4}{21} Q$.

Оскільки $S_{\triangle XYZ} = Q - 3 \cdot S_{\triangle ABX} = Q - \frac{3 \cdot 4}{21} Q = \frac{3}{7} Q$. Що збігається з попереднім.

Відповідь: $S_{\triangle XYZ} = \frac{3}{7} Q$.

Для закріплення обох розв'язувань можна учням запропонувати повторити їх вдома, вважаючи, що

$$\frac{BM}{MC} = \frac{CN}{NA} = \frac{AP}{PB} = k.$$

При цьому відповідь буде $S_{\triangle XYZ} = \frac{(k-1)^2}{k^2+k+1} Q$.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Наведені у статті підходи до навчання учнів теоремам Чеви і Менелая звісно можуть бути розширені задачами на доведення, обчислення (відрізків, кутів). Паралельно можна робити ознайомлення учнів із олімпіадними задачами минулих років, розв'язування яких базувалося на розглядуваних теоремах.

Відкритим залишається питання про систему контролю знань учнів. Але, на наше глибоке переконання, опрацювання та застосування наведеного у статті матеріалу стане поштовхом вчителям для створення такої власної системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Одінцева, О. О., Красуцька, С. В. (2024). До питання виявлення проблем при навчанні деяким теоремам у шкільному курсі геометрії поглибленого рівня та шляхів їх подолання. Частина перша: проблеми. Актуальні питання природничо-математичної освіти, 1(23), 25–31. (Odintsova, O. O., Krasutska, S. V. (2024). On the issue of identifying problems in teaching some theorems in the school course of advanced geometry and ways to overcome them. Part one: problems. Topical issues of natural science and mathematics education, 1(23), 25–31).
2. Програма для класів з поглибленим вивченням математики, 8–9 класи. Рекомендовано МОН України (лист № 1/11 – 2151 від 30.05.2008 р.). (2008). 10(86). (Program for classes with advanced study of mathematics, grades 8–9. Recommended by the Ministry of Education and Science of Ukraine (letter No. 1/11 – 2151 dated 05/30/2008). (2008). 10(86)).

3. Мерзляк, А. Г., Полонський, В. Б., Якір, М. С. (2016). Геометрія для загальноосвітніх навчальних закладів з поглибленим вивченням математики : підручник для 8 класів загальноосвітніх навчальних закладів. Харків : Гімназія. (Merzlyak, A. G., Polonsky, V. B., Yakir, M. S. (2016). Geometry for general educational institutions with advanced study of mathematics: a textbook for 8th grade of general educational institutions. Kharkiv: Himnaziia).
4. Мерзляк, А. Г., Полонський, В. Б., Якір, М. С. (2016). Геометрія для загальноосвітніх навчальних закладів з поглибленим вивченням математики: підручник для 9 класів загальноосвітніх навчальних закладів. Харків : Гімназія. (Merzlyak, A. G., Polonsky, V. B., Yakir, M. S. (2016). Geometry for general educational institutions with in-depth study of mathematics: a textbook for 9th grade general educational institutions. Kharkiv: Himnaziia).
5. Жидков, С. І. (2010). Теореми Чеви і Менелая : від теорії до практики. Харків : Видавнича група «Основа». Бібліотека журналу «Математика в школах України», 6(90). (Zhidkov, S. I. (2010). Theorems of Cheva and Menelaus: from theory to practice. Kharkiv: Publishing group "Osnova". Library of the journal "Mathematics in Schools of Ukraine", 6(90)).

Odintsova O. O., Krasuts'ka S. V. On the issue of identifying problems in teaching some theorems in the advanced geometry's school curriculum and the ways to overcome them. Part 2: The ways to solve the problems.

According to the results of a survey of mathematics teachers regarding the exclusion from consideration of questions related to the study of the Cheva's and Menelaus' theorems. The main reasons for this situation are: lack of time for teachers to create a methodically balanced system of tasks, in particular, to control knowledge. That is, despite the presence of this material in textbooks, the system of tasks available there does not satisfy the needs of teachers in this matter. In addition, the poorly developed spatial imagination of modern students and their prejudiced attitude to geometry become serious obstacles on the way to mastering the material and applying it in the future.

This article is devoted to the formation of ways out of the specified situation based on the principle of identifying the "core of knowledge" when working in the classroom: focusing directly on the formulation of the Cheva's and Menelaus theorems and on simple tasks related to their use, in particular, to establishing known facts about lines in a triangle, and on tasks based on ready-made drawings; the rest of the material should be taken to extracurricular activities for interested students. The main thing is to select (consider) the desired triangle, determine the direction of its "rounding", write down the corresponding ratios and find the lengths of the required segments (sines of the corresponding angles) or their ratios.

There is provided a comparative table of 8 proofs of the existence and unity of the centroid, incenter, and orthocenter of a triangle using the Cheva's and Menelaus theorems (formulated both through the ratio of segment lengths and in trigonometric form) in the article. It is written which of the proofs are better to use when studying relevant topics, which – when studying others, in particular "Ratio in a right triangle", and which – in extracurricular work.

There is also consider a problem about the Nagel point (as a point of intersection of segments that connect the triangles vertices with the points of contact of external circles), a problem for using Menelaus' theorem and for consolidating knowledge about different segments in a triangle, knowledge of the latter comes in handy when solving problems on mathematical Olympiads.

Finally, we consider a problem whose solution directly demonstrates the benefit of Menelaus' theorem: it is shortened, and the drawing for the problem becomes less cluttered.

The approaches to teaching students Cheva's and Menelaus' theorems presented in this article can be extended with problems of proof and calculation (of segments and angles). At the same time, students can be introduced to the previous years' Olympiad's problems, the solution of which was based on the theorems under consideration.

Key words: teaching geometry at an advanced level, Cheva's theorem, Menelaus' theorem, centroid, incenter, orthocenter, extracurricular work in mathematics, mathematics Olympiad.

УДК 378:51-37 +372.851.2 +37.04
DOI 10.5281/zenodo.14635069

О. С. Чашечникова
ORCID ID 0000-0003-1101-5534
Сумський державний педагогічний
університет імені А.С. Макаренка

СПЕЦИФІКА СТВОРЕННЯ ТВОРЧОГО СЕРЕДОВИЩА В УМОВАХ ПОДОЛАННЯ ОСВІТНІХ ВТРАТ З МАТЕМАТИКИ. НАВЧАННЯ У СТРЕСОВИХ УМОВАХ

У статті розглянуто специфіку створення творчого середовища в стресових умовах. Стрес, обмеженість у часі, ситуація змагальності негативно впливає саме на талановитих особистостей. Створення продуктивного творчого середовища передбачає створення можливостей для індивідуума зануритись у творчу діяльність, можливостей для спокійного, навіть, на перших етапах, – повільного темпу виконання завдань. Лише на етапі повного входження у творчу діяльність відбувається зростання темпу виконання. Більшість творчих осіб, хто спрямовує власну діяльність на створення нового, потребують можливостей усамітнитися в процесі виконання завдань, особливо на фазі входження у діяльність. Поєднання цієї вимоги та актуальної зараз вимоги інтенсифікації навчання, прискорення процесу навчання, більш швидкого одержання прогресу у навчанні – майже діаметрально протилежні завдання та потребують трансформації системи освіти. У ситуації хронічного стресу погіршується концентрація уваги, важче сприймається та аналізується інформація, виникають проблеми у розумінні поставлених завдань; погіршується короткочасна пам'ять; уповільнюються розумові процеси; виникають проблеми у плануванні та самоорганізації власної діяльності. Продemonстровано результати довгострокового дослідження (1989 – 2014 роках) щодо успішності виконання учнями завдань, коли вони перебувають на різних фазах стресової ситуації. Визначено, що необхідною є адаптація авторської системи створення творчого середовища в процесі навчання математики (2011 р.) до сучасних умов: змістовий блок – теоретично обґрунтована структура та зміст навчального матеріалу; мотиваційно-стимулювальний блок – використання основ ергономіки для кращого врахування і застосування психологічних особливостей учнів з метою інтенсифікації навчально-пізнавальної діяльності школярів.; особистісний блок – більш широке впровадження прийомів стабілізації емоційного стану учнів; операційно-діяльнісний блок – реалізація залежить не лише від психолого-педагогічних особливостей різних груп учнів, стилю їх мислення, спрямованості інтересів, але й підвищується вплив матеріально-технічного забезпечення процесу навчання, більш серйозним стає вплив на ці відмінності рівня матеріального забезпечення учнів, і дистанційне навчання дуже яскраво проявило цю проблему, додається питання безпекової ситуації у конкретному регіоні. Виділені автором у попередніх дослідженнях рівні мотивації до вивчення математики оновлено із врахуванням сучасних умов функціонування системи шкільної вітчизняної освіти.

Ключові слова: система створення творчого середовища в процесі навчання математики, стресові умови, рівні мотивації учнів до навчання математики.

Постановка проблеми. Сучасний стан шкільної освіти, зокрема, – математичної, у всьому світі зазнає негативного впливу багатьох чинників, до яких в Україні додаються й ті, що пов'язані з військовими діями на території нашої країни. В умовах, коли значна частина учнів вітчизняних навчальних закладів об'єктивно мають освітні втрати, питання розкриття та розвитку творчого потенціалу школярів залишається на часі, але система розвитку потребує адаптації до цих умов.

Метою статті є на основі аналізу теоретичних джерел та практики навчання у сучасних умовах визначити орієнтири для адаптації моделі створення творчого середовища у навчанні математики до умов освітніх втрат.

Аналіз актуальних досліджень. Нами у попередніх дослідженнях [6; 9], що ґрунтувались на аналізі робіт психологів та нейрофізіологів, було визначено, що стрес, обмеженість у часі, ситуація змагальності негативно впливає саме на талановитих особистостей. Створення продуктивного творчого середовища передбачає створення можливостей для індивідуума зануритись у творчу діяльність, можливостей для спокійного, навіть, на перших етапах, – повільного темпу виконання завдань. Лише на етапі повного входження у творчу діяльність відбувається зростання темпу виконання. Більшість творчих осіб, хто спрямовує власну діяльність на створення нового, потребують можливостей усамітнитися в процесі виконання завдань, особливо на фазі входження у діяльність. Поєднання цієї вимоги та актуальної зараз вимоги інтенсифікації навчання, прискорення процесу навчання, більш швидкого одержання прогресу у навчанні – майже діаметрально протилежні завдання та потребують трансформації системи освіти.

Крім всіх інших проблем, що виникали з 2020 року у процесі організації дійсно ефективного дистанційного навчання, додаються проблеми, пов'язані із військовими діями на території України (проблема ВПО, знищена матеріально-технічна база деяких закладів освіти, тривоги, безпекова ситуація, проблеми з електрикою та інтернетом, через які частина занять не відбувається та інше), проблеми катастрофічного стресового стану не лише більшості учнів, що знаходяться у небезпечних умовах, але й їх вчителів.

Вплив стресу на ефективність навчання досліджується достатньо давно. Зокрема, вплив на пам'ять: різкий, але не занадто тривалий стрес, стимулює пам'ять (D.B. McKim, A. Niraula, A.J. Tarr, E.S. Wohleb, J.F. Sheridan, J.P. Godbout, 2016) [10], але довготривалий стрес впливає на пам'ять негативно (Vogel, S., Schwabe, L., 2016) [12]. Вплив стресу на когнітивні функції, на здатність приймати правильні та нестандартні рішення: гормон стресу надає стимулюючий вплив на початковому етапі, але у стресовій ситуації важко зосередитися, прийняти саме правильне рішення, виконати завдання, що потребує розгляду всіх можливих варіантів, вимагає кропіткої зосередженої роботи.

З одного боку, дослідження психологів, нейрофізіологів свідчать, що комфортна обстановка менше сприяє результативності навчання, ніж легкий стрес, але, з іншого боку, реакцією на стрес може бути прийняття нераціональних рішень.

За Г. Сельє [1] стрес поділяють на короткостроковий та довгостроковий (хронічний), а також виділяють: аларм-стадію (тривалість до двох діб), ресурси мобілізуються; стадію резистентності (адаптації), коли людина на деякий час відновлює свій баланс працездатності; стадію виснаження (ресурси організму вичерпуються, серед реакцій — постійна втома, втрата енергії, проблеми зі здоров'ям). На даному етапі наші вчителі та сумлінні учні знаходяться вже на третій стадії. Тому загострюється проблема освітніх втрат. Творчу особистість може виховати та розвинути лише творча особистість. Але проблемою для реалізації моделі розвитку творчого мислення учнів є те, що сучасна стресова ситуація найбільш негативно впливає саме на талановитих осіб, людей інтелегентних, з високою емоційною емпатією. Отже, модель створення творчого середовища у навчанні математики у сучасних умовах потребує переусвідомлення.

Виклад основного матеріалу. В умовах хронічного стресу погіршується концентрація уваги, важче сприймається та аналізується інформація, виникають проблеми у розумінні поставлених завдань; погіршується короткочасна пам'ять; уповільнюються розумові процеси; виникають проблеми у плануванні та самоорганізації власної діяльності. Загальновідомо, що більшість учнів краще виконують самостійно завдання, якщо їм не повідомити, що виконується саме контрольна робота.

Нами було проведено дослідження (1989 – 2024 роках) щодо успішності виконання учнями завдань, коли вони перебувають на різних фазах стресової ситуації. Пропонувалися аналогічні завдання (співпадали вимоги, кількість необхідних кроків розв'язування, теоретичні відомості, що використовувалися), але у першому випадку завдання пропонувалось як

«завдання для самостійного виконання» (ЗСВ), а у другому як «завдання з міні-контрольної роботи» (ЗКР). Більшість учнів продемонстрували краще виконання у першому випадку. Продемонструємо на прикладі виконання завдання з теми «Квадратні рівняння» (1992/1993, 1999/2000, 2021/2022 навчальні роки) та «Ірраціональні рівняння» (1994/1995, 2001/2002, 2023/2024 навчальні роки) (табл. 1,2). Завдання по кожній з тем пропонувались одні й ті ж самі. Завдання оцінювалось у 10 балів. З 1991 року нами була неофіційно впроваджена у авторську систему навчання математики рейтингова система оцінювання, переведення офіційно у 5-бальну здійснювалося до 2000/2001 навчального року, коли було впроваджено 12-бальну систему на державному рівні. З 2000/2001 навчального року завдання пропонувались диференційовано (вищезгадані завдання оцінювались максимально у 10 балів).

Таблиця 1

Результати виконання завдання з теми «Квадратні рівняння» (у відсотках)

Навчальний рік	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1992/1993, ЗСВ	2,4	0	1,1	2,4	10,7	17,5	18,6	18,6	11,8	11,8	5,1
1992/1993, ЗКР	2,4	0	1,1	5,1	10,4	18,6	18,6	16,4	11,8	10,5	5,1
1999/2000, ЗСВ	0	0	0	0	0	6,8	16,7	22,2	27,8	27,8	16,7
1999/2000, ЗКР	0	0	0	0	2,8	8,3	19,4	12,3	22,2	22,2	13,8
2021/2022, ЗСВ	5,5	0	2,8	2,8	13,8	8,3	8,3	22,2	13,8	16,7	8,3
2021/2022 ЗКР	8,3	2,8	8,3	0	22,4	0	0	22,2	22,2	8,3	5,5

Примітка. 1992/1993 навчальний рік – чотири класи паралелі (8-Д, 8-Е, 8-К, 8-Л); 1999/2000 навчальний рік – один клас паралелі (8-А), Сумська школа (школа-гімназія) №17; 2021/2022 навчальний рік – один клас паралелі 4(8)-Б (гімназія №1 м. Суми).

Таблиця 2

Результати виконання завдання з теми «Ірраціональні рівняння» (у відсотках)

Навчальний рік	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1994/1995, ЗСВ, фізико-математичний профіль	0	0	0	0	0	2,9	0	0	11,7	26,5	58,9
1994/1995, ЗКР, фізико-математичний профіль	0	0	0	0	0	0	0	23,6	23,5	29,4	23,5
1994/1995, ЗСВ, хіміко-біологічний профіль	0	0	2,8	2,8	0	22,2	22,2	22,2	0	2,8	25
1994/1995, ЗКР, хіміко-біологічний профіль	0	0	2,8	0	2,8	25	22,2	11,1	11,1	2,8	22,2
1994/1995, ЗСВ, гуманітарний профіль	0	2,8	2,8	2,8	13,8	25	22,2	25	2,8	2,8	0
1994/1995, ЗКР, гуманітарний профіль	0	2,8	2,8	5,6	22,2	21,8	25	16,7	0	2,8	0
1994/1995, ЗСВ, спортивний профіль	26,5	0	0	11,9	29,4	23,5	2,9	2,9	2,9	0	0
1994/1995, ЗКР, спортивний профіль	2,9	2,9	2,9	41,5	23,5	17,6	2,9	2,9	2,9	0	0
2001/2002, ЗСВ	2,4	0	1,1	5,1	10,4	18,6	18,6	16,4	11,8	10,5	5,1
2001/2002, ЗКР	0	0	0	0	2,8	8,3	19,4	12,3	22,2	22,2	13,8
2023/2024, ЗСВ	5,5	0	2,8	2,8	13,8	8,3	8,3	22,2	13,8	16,7	8,3
2023/2024, ЗКР	8,3	2,8	8,3	0	22,4	0	0	22,2	22,2	8,3	5,5

Примітка. 1994/1995 навчальний рік – чотири класи паралелі (10-А, 10-Б, 10-В, 10-Г); 2001/2002 навчальний рік – один клас паралелі (10-Б), економічний профіль (з поглибленим вивченням математики), Сумська школа (школа-гімназія) №17; 2023/2024 навчальний рік – один клас паралелі 6(10)-Б (хіміко-біологічний профіль), гімназія №1 м. Суми.

Також було проведено анкетування школярів щодо наявності факторів стресу у процесі виконання контрольних завдань. Узагальнені результати анкетування показали, що 78% респондентів хвилюються, коли виконують завдання саме контрольної роботи. Якщо час на виконання визначається автоматично (тестування припиняється), то це впливає негативно на результат (тестування та опитування школярів на початку 2021/2022 навчального року за допомогою онлайн тестів показало, що це знижує рівень працездатності майже 80% учнів). Лише 62% учнів саме класу спортивного профілю (1994/1995 навчальний рік) відмітили, що стрес такого плану допомагає їм мобілізуватися і більш успішно виконати завдання. Висновок: наявність стресової ситуації не сприяє об'єктивності оцінювання знань та вмінь учнів.

Отже, на стадії виснаження, необхідний час та умови для відновлення, чого позбавлені учні та вчителі з регіонів, які є небезпечними. Для створення творчого середовища у процесі навчання важливою умовою є емоційна підтримка учасників освітнього процесу, робота психологічних служб, виконання вправ на стабілізацію.

Саме тому, розглядаючи особистісний блок, відмітимо, що впровадження вчителями математики прийомів стабілізації емоційного стану учнів (в умовах дистанційного навчання, при роботі в укриттях під час тривоги) [2] паралельно сприяють і загальному зниженню рівня тривожності на уроках математики (школярі починають відчувати необхідність позитивного відношення до себе, правильного визначення пріоритетів, необхідність самовдосконалення). Несприятливі умови навчання надають учням розуміння важливості навичок самостійної діяльності, продуктивної самоосвіти. Тому важливо особливо в умовах дистанційного навчання надати школярам відчуття спільної творчої діяльності, активне включення до спільноти, де відбувається співпраця, співтворчість (колективна проектна діяльність, групова робота).

На даному етапі одним із найважливіших моментів є те, щоб учень дійсно став суб'єктом навчання. Починаючи з 1991 року нами проводились дослідження, які продемонстрували, що врахування ролі учня як суб'єкта навчально-пізнавальної діяльності сприяє підвищенню інтересу школяра, його інтелектуальної і творчої активності, цілеспрямованому набуттю ним досвіду самонавчання, формуванню прагнення до самовдосконалення як рушійної сили розвитку незалежно від обраного ним профілю навчання. Свідомим має бути процес оволодіння знаннями, способами дій; необхідною є умова усвідомлення учнем процесів, змін, які відбуваються з його особистістю (розвиток творчого мислення, інтелектуальних та творчих здібностей) (2011) [9]. Зараз ця ідея вже сприймається як аксіома: важливо вивчати математику не заради результату – знання теорії та вміння розв'язувати задачі, а заради тих процесів, тих змін, що відбуваються у структурі мозку (і це підтверджують дослідження нейрофізіологів та психологів [11]), змін, що відбуваються у особистості, у характері учня у процесі вивчення.

Звичайно, досліджуючи питання розвитку математичних здібностей [6], творчого потенціалу школярів, створюючи модель формування та розвитку творчого мислення учнів в умовах диференційованого навчання математики (рис.1) [3; 4; 5; 9] на межі двох століть, ми навіть не могли уявити всіх тих глобальних проблем, з якими зараз стикаються сучасні вчителі математики. Але, продовжуючи впровадження системи і у процесі роботи вчителем математики у гімназії №1 м. Суми (2021-2024), й в ході роботи з учнями різних вікових категорій з подолання освітніх втрат (в межах програми «Співдія заради дітей» партнерство з Дитячим фондом ООН (ЮНІСЕФ)), можемо зробити деякі попередні висновки щодо адаптації системи створення творчого середовища в процесі навчання математики, в якій нами було виділено взаємопов'язані та взаємообумовлені блоки [8; 9].

Особливості структури та змісту навчального матеріалу (змістовий блок): все більш складним стає питання навчання учнів доведенню теорем, розв'язуванню завдань на побудову, на дослідження через бачення достатньо великою частиною батьків (а у старших класах – й учнями) головної мети вивчення математики у школі – одержання високих балів на ЗНО / НМТ. Отже, матеріал, якого немає у завданнях ЗНО / НМТ, сприймається ними як «зайвий». У даному випадку важливими на батьківських зборах є експрес-презентації щодо впливу математики на розвиток особистості, про зміни в акцентах у завданнях протягом

останнього часу (аналіз досвіду демонструє, що серед батьків є як ті, хто самостійно активно цікавиться цими питаннями, так і ті, хто навіть не знає, з яких джерел можна знайти інформацію). Корисним є сайт /блог вчителя.

Реалізація мотиваційно-стимулювального блоку спонукає більш широко впроваджувати експрес-розв'язання; доцільно поєднувати традиційні та новітні технології навчання; використовувати основи ергономіки для кращого врахування і застосування психологічних особливостей учнів з метою інтенсифікації навчально-пізнавальної діяльності школярів.

Виділені нами рівні мотивації до вивчення математики [9] у сучасних умовах потребують переусвідомлення.

1 рівень (дуже високий). Найсильніший мотив: жадання знань, інтерес, задоволення потреби у творчості, втіхи від процесу інтелектуальної діяльності. Учень здатен самостійно упевнитися у необхідності та корисності запропонованої діяльності й переконати в цьому інших, запропонувати творчу задачу. Здійснює самоналаштування на включення в активну діяльність, зосереджується на її виконанні; вміє раціонально організовувати свою роботу; має власний стиль виконання. Саме ці учні менше інших залежать від зовнішніх чинників. Наше дослідження (2022-2023 рр.) показало, що відсоток таких учнів знизився (з 8,4% до 2,8%).

2 рівень (високий). Загалом мають ті ж якості, що й учні 1 рівня. Важливим і сильним мотивом є бажання продемонструвати свої досягнення іншим, отримати високу оцінку від вчителя. Утруднення виникають на етапі організації власної роботи. Ці учні достатньо сильно залежать від наявності стресу (відсоток також знизився з 10,0% до 6,8%).

3 рівень (середній). Мотив діяльності: позитивна оцінка, хоча пробуджений вчителем інтерес, зацікавленість також є сильним стимулом. Не достатньо розвинуті навички організації власної роботи, період «входження» у діяльність досить тривалий; рівень уваги і зосередженості не є високим. Менш сумлінно ставляться до виконання завдання, якщо належний контроль з боку вчителя відсутній. В умовах дистанційного навчання починають шукати приводи для уникнення відвідування уроків, що проводяться онлайн, часто користуються сайтами з готовими домашніми завданнями, достатньо швидко навчилися використовувати чат GPT для виконання завдань.

4 рівень (низький). Найсильніший мотив – отримання задовільної відмітки. Цікавість до навчання в учнів цієї групи вчителю збудити і підтримувати важко, вона нестійка. Бажання самостійно виконувати завдання з математики майже відсутнє. Навіть при наявності контролю з боку вчителя учень самостійно завдання не виконує. Низький рівень розвитку навичок самостійної організації роботи.

5 рівень (дуже низький). Відсутнє бажання виконувати завдання. Навички самостійної організації роботи відсутні.

Інші підходи необхідні при реалізації співробітництва / співтворчості вчителя та учнів, учнів між собою (організаційний блок).

Специфіка оперування навчальним матеріалом (операційно-діяльнісний блок) на даному етапі залежить не лише від психолого-педагогічних особливостей різних груп учнів, стилю їх мислення, спрямованості інтересів, але й підвищується вплив матеріально-технічного забезпечення процесу навчання, більш серйозним стає вплив на ці відмінності рівня матеріального забезпечення учнів, і дистанційне навчання дуже яскраво проявило цю проблему. На даному етапі також важливо враховувати вплив стресових ситуацій.

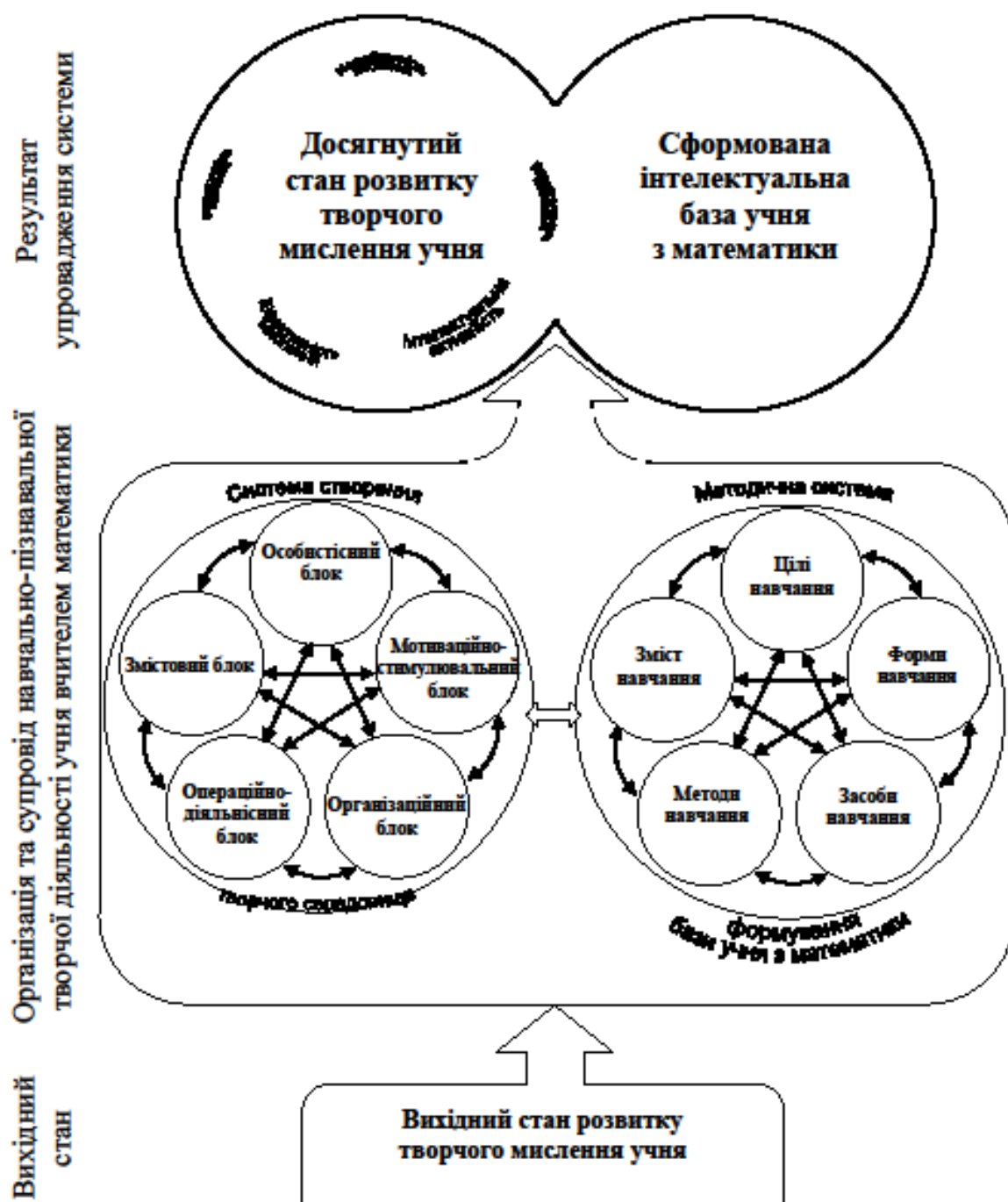


Рис. 1. Модель формування та розвитку творчого мислення учнів в умовах диференційованого навчання математики

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. В умовах хронічного стресу погіршується концентрація уваги, важче сприймається та аналізується інформація, виникають проблеми у розумінні поставлених завдань; погіршується короткочасна пам'ять; уповільнюються розумові процеси; виникають проблеми у плануванні та самоорганізації власної діяльності. На стадії хронічного виснаження учасників освітнього процесу на рівні держави необхідним є створення реальних умов для реалізації творчого потенціалу школярів із всіх верств населення, доступність якісної освіти не як гасло, а як державна програма з конкретними доцільними заходами. Важливою є психологічна підтримка як учнів, так і вчителів математики (матеріальна підтримка вчителів, не формальні, а дієві заходи щодо психологічного розвантаження вчителів, акцент не на формальні ознаки якості освіти, а на реальні результати, зокрема й довгострокові). Необхідною є адаптація системи створення творчого середовища в процесі навчання математики: змістовий блок –

теоретично обґрунтована структура та зміст навчального матеріалу; мотиваційно-стимулювальний блок – використання основ ергономіки для кращого врахування і застосування психологічних особливостей учнів з метою інтенсифікації навчально-пізнавальної діяльності школярів.; особистісний блок – більш широке впровадження прийомів стабілізації емоційного стану учнів; операційно-діяльнісний блок – реалізація залежить не лише від психолого-педагогічних особливостей різних груп учнів, стилю їх мислення, спрямованості інтересів, але й підвищується вплив матеріально-технічного забезпечення процесу навчання, більш серйозним стає вплив на ці відмінності рівня матеріального забезпечення учнів, і дистанційне навчання дуже яскраво проявило цю проблему, додається питання безпекової ситуації у конкретному регіоні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Селье, Г. (2016). Стресс без дистресса. Журнал неврологии им. Б. М. Маньковского, 4(1), 78–89. (Selye, G. (2016). Stress without distress. Journal of Neurology named after B. M. Mankovsky, 4(1), 78–89).
2. Діагностика та компенсація освітніх втрат у загальній середній освіті України : методичні рекомендації; за заг. ред. О. М. Топузова; укл. М. В. Головка. (2023). Київ : Педагогічна думка. (Diagnosis and compensation of educational losses in general secondary education of Ukraine: methodical recommendations; In O. M. Topuzova (Ed.); M. B. Golovko (Incl.). (2023). Kyiv : Pedahohichna dumka).
3. Чашечникова, О. (2008). Вплив індивідуальних особливостей учнів на засвоєння навчального матеріалу з математики. Математика, 19, 1–6. (Chashechnikova, O. (2008). Influence of individual characteristics of students on the assimilation of educational material in mathematics. Mathematics, 19, 1–6).
4. Чашечникова, О. С. (2011). Вплив особливостей оперування навчальним матеріалом на розвиток творчого мислення учнів. Математика в школі, 3, 38–45. (Chashechnikova, O. S. (2011). Influence of features of operation by educational material on the development of students' creative thinking. Mathematics at school, 3, 38–45).
5. Чашечникова, О. С. (2007). Індивідуальні особливості опрацювання навчального матеріалу з математики учнями. Педагогічні науки, 3, 190–200. (Chashechnikova O. S. (2007). Individual features of studying educational material in mathematics by students. Pedagogical sciences, 3, 190–200).
6. Чашечникова, О. С. (1997). Розвиток математичних здібностей учнів основної школи (дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02). Київ. (Chashechnikova, O. S. (1997). Development of mathematical abilities of elementary school students (PhD thesis). Kyiv).
7. Чашечникова, О. С. (2013). Специфіка використання організаційних форм і методів математики з метою розвитку творчого мислення учнів. Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології, 5, 187–197. (Chashechnikova, O. S. (2013). The specifics of using organizational forms and methods of mathematics for the purpose of developing students' creative thinking. Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies, 5, 187–197).
8. Чашечникова, О. С. (2024). Створення творчого середовища в умовах подолання освітніх втрат з математики. Особистісно-орієнтоване навчання математики: сьогодення і перспективи : матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції (10–11 грудня, 2024, м. Полтава). (сс. 21–22). ПНПУ ім. В. Г. Короленка. (Chashechnikova, O. S. (2024). Creation of a creative environment in the conditions of overcoming educational losses in mathematics. Personally Oriented Teaching of Mathematics: Present and Prospects : materials of the VI All-Ukrainian Scientific and Practical Conference (December 10–11, 2024, Poltava). (ss. 21–22). V. G. Korolenko PNPU).
9. Чашечникова, О. С. (2011). Теоретико-методичні основи формування і розвитку творчого мислення учнів в умовах диференційованого навчання математики (дис. ... докт. пед. наук: 13.00.02). Суми. (Chashechnikova, O. S. (2011). Theoretical and methodological foundations of the formation and development of creative thinking of students in the conditions of differentiated teaching of mathematics. (DSc thesis). Sumy).

10. McKim, D. B., Niraula, A., Tarr, A. J. Wohleb, E. S., Sheridan, J. F., Godbout, J. P. (2016). Neuroinflammatory Dynamics Underlie Memory Impairments after Repeated Social Defeat. *Journal of Neuroscience*, 36(9), 2590–2604.
11. Zacharopoulos, G., Sella, F., Kadosh, R. C. (2021). The impact of a lack of mathematical education on brain development and future attainment. Edited by Tim Shallice, Institute of Cognitive Neuroscience, London, United Kingdom, and accepted by Editorial Board Member Michael S. Edited by Tim Shallice, Institute of Cognitive Neuroscience, London, United Kingdom, and accepted by Editorial Board Member Michael S. *Gazzaniga* November 6, 2020. Vol.118 (No 24).
12. Vogel, S., Schwabe, L. (2016). Learning and memory under stress: Implications for the classroom. *Science of Learning*, 1, No. 16011. Retrived from: <https://doi.org/10.1038/npjscilearn.2016.11>.

Chashechnikova O. Specificity of creating a creative environment in the conditions of overcoming educational losses in mathematics. Learning in stressful conditions.

The article examines the specifics of creating a creative environment in stressful conditions. Stress, limited time, competitive situation have a negative effect on talented individuals. The creation of a productive creative environment involves the creation of opportunities for an individual to immerse himself in creative activity, opportunities for a calm, even, at the first stages, a slow pace of completing tasks. Only at the stage of full entry into creative activity does the pace of execution increase. Most creative people who direct their own activity to create something new need the opportunity to be alone in the process of completing tasks, especially in the phase of entering the activity. The combination of this requirement and the currently relevant requirement of intensification of training, acceleration of the training process, faster progress in training are almost diametrically opposite tasks and require the transformation of the education system. In a situation of chronic stress, the concentration of attention deteriorates, it is more difficult to perceive and analyze information, there are problems in understanding the tasks; short-term memory deteriorates; mental processes slow down; there are problems in planning and self-organization of one's own activities. The results of a long-term study (from 1989 to 2014) regarding the success of students in completing tasks when they are in different phases of a stressful situation are demonstrated. It was determined that it is necessary to adapt the author's system of creating a creative environment in the process of teaching mathematics (2011) to modern conditions: the content block is a theoretically based structure and content of the educational material; motivational and stimulating block - the use of the basics of ergonomics to better take into account and apply the psychological characteristics of students in order to intensify the educational and cognitive activities of schoolchildren.; personal block - wider implementation of techniques for stabilizing the emotional state of students; operational and activity block - implementation depends not only on the psychological and pedagogical characteristics of different groups of students, their thinking style, focus of interests, but also the influence of material and technical support of the learning process increases, the influence on these differences in the level of material support of students becomes more serious, and remote the training showed this problem very clearly, the question of the security situation in a specific region is added. The levels of motivation to study mathematics highlighted by the author in previous studies have been updated taking into account the modern conditions of the functioning of the national school education system.

Key words: systems for creating a creative environment in the process of learning mathematics, stressful conditions, levels of students' motivation to learn mathematics.

УДК 37.012:[378.147:37.011.3-051]
DOI 10.5281/zenodo.14601148

М. О. Чувасов
ORCID ID 0000-0002-2024-9095

Центральноукраїнський державний університет
імені Володимира Винниченка

ДІАГНОСТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ ЯК ВАЖЛИВИЙ ФАКТОР ПРОФЕСІЙНОГО ЗРОСТАННЯ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ У СИСТЕМІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ЗВО

У статті розкриваються можливості діагностичної діяльності як важливого ресурсу підвищення якості підготовки майбутніх педагогів до творчої професійної діяльності, конкретизуються дидактичні й методичні її можливості у технологізації навчання, професійного зростання та збагачення інтелектуального потенціалу їх особистості. Діагностична діяльність розглядається як важливий фактор професійного становлення студентів в умовах технологізації та комп'ютеризації вищої освіти, конкретизується її сутність, мета, завдання, функції та механізм її реалізації, види, форми, методи, засоби та технології діагностичної діяльності в системі професійної підготовки майбутніх педагогів до творчої професійної діяльності. Своєчасна діагностика навчальних досягнень студентів, професійного їх зростання, цілеспрямоване й перспективне управління пізнавальними процесами представлена як складна інтеграція різноманітних діагностичних дій, що забезпечують якість професійної підготовки в умовах університету. Розроблена структурно-функціональна модель системи підготовки й методичні основи її реалізації, результатом якої є готовність майбутніх педагогів до діагностичної діяльності як показник професійного зростання особистості, який характеризується опановуванням знань основ педагогічної діагностики, діагностичних умінь і навичок, здатністю використовувати діагностичні методики, технології, інструментарій для збору, аналізу, узагальнення, оцінки даних та прогнозування перспектив діагностичної діяльності в підвищенні рівня професіоналізму майбутніх педагогів, узагальнення, оцінки даних та прогнозування перспектив діагностичної діяльності в підвищенні рівня професіоналізму майбутніх педагогів.

Ключові слова: діагностична діяльність, готовність до діагностичної діяльності, діагностичний підхід, модель системи підготовки до діагностичної діяльності, інструментальні засоби.

Постановка проблеми. Реформа освіти, необхідність підвищення якості підготовки педагогічних кадрів зумовлює пошук внутрішніх ресурсів й вирішення широкого кола наукових проблем на основі діагностичного підходу. У теперішній час одна із важливих проблем – формування готовності до діагностичної діяльності майбутніх педагогів як важливої частини їх педагогічного професіоналізму. Широкий діапазон діагностичних знань, вмінь, навичок, здатності до діагностичної діяльності все це слугує важливим ресурсом якості професійної підготовки до творчої педагогічної діяльності та професійного зростання майбутніх педагогів. Забезпечення якості професійної підготовки майбутніх педагогів має соціальне та економічне значення. У листі МОН України зазначено, що в системі вищої освіти ще мають місце негативні тенденції, які проявляються у зниженні рівня якості підготовки педагогічних кадрів.

Пошук шляхів задоволення потреб суспільства в якісній освіті зумовило об'єктивну необхідність розв'язання комплексних проблем розвитку системи вищої освіти, стимулювання ресурсів, що забезпечують позитивну динаміку зростання рівнів професіоналізму майбутніх фахівців у педагогічній сфері. Багатогранність формувальних факторів становлення творчої особистості концентрується в діагностичному факторі, своєчасній діагностиці успішності освітнього процесу, його впливу на професійний

розвиток особистості майбутніх педагогів, формування їх діагностичної культури та готовності до практичної діагностичної діяльності.

Аналіз актуальних досліджень. На сучасному етапі розвитку педагогічної науки досліджуються особливості різних аспектів діагностичної діяльності (В.Бербец [2], С.Мартиненко [9], І.Новик [11], Г.Цехмістрова [15] та ін.), визначаються ефективність навчального процесу, як засіб оптимізації самостійної роботи, можливості формування у фахівців діагностичних умінь, критеріїв й показників їх сформованості у процесі професійної підготовки, виконання діагностичних завдань у процесі педагогічної практики (Н.Георгян і Т.Садова [13], Л.Хомич [14] та ін.) При цьому активізується роль діагностичної діяльності, побудова професійної підготовки на основі педагогічної діагностики. Тому предметом досліджень Г.Гаца [4], Л.Кравченко [6], О.Кривонос та Л.Левченко [7], О.Мельник [10] були різні аспекти діагностичної діяльності та діагностичного супроводу професійного становлення майбутніх педагогів. У науковій літературі систематизовано й схарактеризовано особистісні якості, розкрито й механізми освітнього процесу, обґрунтовано складність й суперечність професійної діяльності.

Продуктивність розв'язання сучасних проблем продуктивності вищої педагогічної освіти зумовлено пошуком внутрішніх резервів організації професійної підготовки майбутніх педагогів в умовах університету. Таким ресурсом якості освіти є своєчасна діагностика їхньої підготовки до творчої педагогічної діяльності, ступінь сформованості готовності до практичної діагностичної діяльності.

Однак, організація діагностичної діяльності як процесу виявлення динаміки змін професійних якостей, розвитку пізнавально-творчих здібностей, цінностей студентів й перспектив оновлення професійного змісту, методики, технології оцінювання продуктивності діагностичної діяльності не отримали поки що всебічного теоретичного обґрунтування та практичного розв'язання.

Мета статті – визначення й обґрунтування сутності, змісту діагностичної діяльності, її можливостей як важливого ресурсу оптимізації професійної підготовки майбутніх педагогів у системі університетської освіти.

Виклад основного матеріалу. Українські вчені розглядають діагностичну діяльність педагога як мисленнєвий процес, який не зводиться лише до діагностичних процедур, а передбачає особливу організацію діагностичного супроводу з метою забезпечення і відстеження успішності професійного становлення майбутніх фахівців. Діагностична діяльність передбачає виявлення властивостей, характеристик й стану усіх компонентів педагогічної ситуації, розробку підстав для прийняття й виконання педагогом практичних рішень.

Не випадково С. Мартиненко зазначає, що підготовка до діагностичної діяльності має свої особливості, цілі й завдання її визначатимуться відповідно результатам контролю та оцінювання якості, як основних показників продуктивності педагогічного процесу [9, с. 102]. Недооцінка цього виду діяльності в системі підготовки майбутніх педагогів до творчої професійної діяльності як процесу і результату психолого-педагогічного і методичного супроводу та професійного зростання особистості, стимулює труднощі та зніжує її продуктивність у професійному зростанні студентів.

Ми виходили з того, що діагностична діяльність – це процес збору даних й вимір ступеня їх об'єктивності за допомогою діагностичних технологій, процедур, технічного інструментарію та обліку діагностичної інформації про ефективність професійної підготовки й розвитку можливостей, здібностей, якостей особистості, які є основою стратегії професійного становлення студентів, при постановці мети, планування, структурування змісту, відбору методів освітнього процесу в умовах закладу вищої освіти.

Методологічними засадами цього виду діяльності є система знань про її сутність, зміст, технологічний інструментарій діагностики, методологічні підходи, принципи й способи збору інформації, що відображає діагностичну діяльність як фактор виявлення динаміки професійного становлення майбутніх фахівців, а також система діагностичних дій

з накопичення даних про продуктивність професійної підготовки, логіки методів аналізу й оцінки досягнутих результатів, якості освіти.

Мета діагностичної діяльності – готовність студентів до самоаналізу, корекції траєкторії власного професійного розвитку, яка реалізується шляхом вирішення завдань: а) діагностики якості освітнього процесу; ефективності засобів навчання й пізнавального процесу; б) ступеня сформованості навчальних дій, професійних знань, умінь, навичок, пізнавальних інтересів і потреб, характеру стилю та професійної позиції студентів, їх готовності до діагностичної діяльності й самодіагностики рівня професійного зростання в ході професійної підготовки; в) специфіки викладання, професійних якостей викладачів, рівня їх діагностичної грамотності, методики й технологій, інструментальних засобів, які використовуються для виміру продуктивності професійного зростання студентів й прогнозування шляхів удосконалення освітнього процесу з метою виконання суспільного замовлення на підготовку творчого й конкурентоспроможного фахівця.

Специфікою діагностичної діяльності є діагностичний супровід професійної підготовки в умовах вищої освіти. Діагностичний супровід – це сукупність взаємопов'язаних діагностичних дій і процедур за допомогою діагностичних методів, прийомів й інструментарію, спрямованих на виявлення здатності та готовності майбутніх педагогів до практичного діагностування дійсності впливу професійної підготовки на їх професійне зростання. Діагностичний супровід ґрунтується на функціях діагностичної діяльності, які надані на рис 1.



Рис. 1. Функції діагностичної діяльності.

Особливістю структури діагностичної діяльності є аналіз: 1) зразка продукту дій з означенням характеристик, якими він має відповідати; 2) матеріалу з погляду властивостей, які необхідні для досягнення прогнозованого результату; 3) аналіз й вибір інструментів дій відповідно характеристик матеріалу й вимог до результату дій; 4) виділення набору операцій та порядку їх виконання; 5) будування плану виконання завдання: підготовчий етап – аналіз усіх завдань (аналіз мети та завдання, матеріалу, інструментарію, способів виконання); виконавчий етап – набір виконавчих процедур й операцій; 6) забезпечення самоконтролю за виконанням завдань з послідовною корекцією за необхідністю. Можливість контролю й корекції забезпечується наявністю системи чітких еталонів, за якими оцінюються результати. Систему цих еталонів представляє план виконання діагностики з характеристикою кінцевої його операції.

Розгляд діагностичної діяльності як важливої ланки професійної підготовки майбутніх педагогів обумовлює необхідність виконання вимог: а) оновлення змісту професійної підготовки шляхом доповнення її змісту теоретичними основами педагогічної діагностики та самодіагностики, практикумами про теоретичні основи діагностичної діяльності й тренінгами накопичення досвіду використання діагностичних технологій, процедур, інструментарію в освітньому процесі; б) посилення управлінського аспекту в діях викладачів при реалізації

діагностичної діяльності як фактору накопичення необхідних даних для організації й вдосконалення освітнього процесу з метою забезпечення умов для професійного становлення майбутніх педагогів; в) проведення систематичного моніторингу, контролю, аналізу й оцінки даних діагностики та самодіагностики для подальшого вдосконалення освітнього процесу; використання різних форм, методів, діагностичного інструментарію, діагностичних технологій для накопичення об'єктивних даних про продуктивність професійної підготовки та її впливу на професійне зростання студентів в обраній сфері конкретної спеціальності; г) систематичне діагностування та самодіагностування рівнів готовності викладачів й майбутніх педагогів до діагностичної діяльності.

Результатом професійної підготовки студентів є сформованість готовності до діагностичної діяльності. Аналіз наукових досягнень різних учених (Г.Балла [1], І.Беха [3], С. Максименко, В. Клименко, А.Толстоухова [8], та ін.) у теоретичному обґрунтуванні проблеми готовності до професійної діяльності, різноманітних її аспектів свідчить про те, що вони наголошують лише на контрольно-корекційному, рефлексивно-оцінювальному компонентах, але діагностичний аспект її не знайшов повного теоретичного обґрунтування. Діагностичну діяльність й готовність до неї, на нашу думку, не можна звести лише до контрольного чи оцінного компонентів. Процес виміру продуктивності професійної діяльності, професійного розвитку особистості майбутнього педагога є більш багатоаспектний й багатогранний, що обумовлює необхідність теоретичного обґрунтування сутності, змісту, структури, критеріїв й показників готовності до діагностичної діяльності, виявлення закономірностей, шляхів, методики та технології її формування в системі професійної підготовки майбутніх педагогів.

У своєму дослідженні ми розглядаємо готовність до діагностичної діяльності як складне особистісне утворення, яке характеризується сукупністю діагностичних знань, умінь, навичок й практичних дій для виявлення реального стану дослідного об'єкта (суб'єкта) й прогнозування шляхів його подальшого вдосконалення; ступеневого становлення, відображення розвиненості діагностичних знань, умінь, навичок, мотивів й установок, здатності до практичної діагностичної діяльності.

Встановлено, що структурування змісту підготовки майбутніх педагогів до діагностичної діяльності має бути спрямовано на формування їхньої установки на об'єктивну оцінку власних можливостей та здібностей у ході діагностування, реалістичного бачення можливостей впливу освітнього процесу на розвиток власного професійного «Я», подолання труднощів, що виникають у ході накопичення досвіду діагностичної діяльності, здатності використовувати діагностичну інформацію в оптимізації навчання й самодіагностики власних можливостей в подальшому вдосконаленні професійної підготовки у творчому їх зростанні.

Підготовка майбутніх педагогів до діагностичної діяльності має етапний характер: а) *основний* – лекційні, семінарські, практичні заняття при вивченні курсів «Педагогіка», «Педагогічна діагностика», «Основи педагогічного моніторингу й педагогічна практика»; б) *спеціальний* – підготовка до діагностичної діяльності – курси за вибором «Основи діагностичної педагогічної діяльності», «Діагностичний інструментарій й методика його використання в освітньому процесі», «Діагностичні технології й методика їх використання у навчанні», тренінги-практикуми, педагогічна практика; в) *завершальний* – реалізація діагностичної діяльності в ході педагогічної практики та науково-дослідної роботи студентів.

Досягнення запланованої мети зумовило необхідність проведення педагогічного експерименту, на констатувальному етапі якого були виявлені труднощі, з якими студенти зустрічаються у процесі навчання. Аналіз труднощів, з якими зустрічаються майбутні педагоги особливо в умовах дистанційного навчання, показав, що з 230 тільки 7% опитаних відмітили, що не зустрічалися з труднощами при організації та проведенні онлайн навчання; 26% вказали на середній рівень задоволеності своїми діями щодо використання різноманітних видів діяльності та інструментальних засобів навчання; 38% відмітили невідповідність до діагностики якості освітнього процесу, відсутність необхідних умінь у використанні різних видів діагностичних технологій й діагностики власних навчальних досягнень; 9% пояснили

причини внутрішньої напруженості у ході онлайн навчання не сформованістю готовності до діагностичної діяльності, невмінням раціонально використовувати діагностичний інструментарій для збору та аналізу діагностичних даних для розв'язання професійних проблем. Особливо гостру потребу вони відчують у методиці проведення діагностичної діяльності й недостатнім рівнем готовності до активізації власної пізнавальної позиції при розв'язуванні діагностичних проблем.

Знання цих труднощів актуалізує необхідність систематичної підготовки майбутніх педагогів до діагностичної діяльності, формування ключових діагностичних компетенцій, які зазначені у Європейській рамці відповідностей (Key Competences for Lifelong Learning – European Reference Framework) та згідно із Законом України «Про вищу освіту» [5] здійснення різних форм організації навчальних занять, самостійної роботи, практик, контрольних заходів. У реалізації змісту програми діагностичної діяльності зміст представлено операціями: 1) розпізнання в педагогічній ситуації характеристик, що розкривають індивідуальні особливості студентів й можливості діагностичних засобів; 2) їх мисленнєвого об'єднання в оперативний образ ситуації; 3) співвіднесення цього образу з метою й умовами педагогічної взаємодії; 4) перехід від описової моделі педагогічної ситуації до нормативної, моделювання реальної, запланованої.

В основу дослідної роботи покладено структурно-функціональну модель системи професійної підготовки майбутніх педагогів до діагностичної діяльності, яка репрезентована *методолого-цільовим* (орієнтує майбутнього вчителя на розвиток особистісних структур, усвідомлень, системи поглядів, професійних цінностей, мотивів, установки на професійний успіх і об'єднує ієрархію стратегічних, тактичних і оперативних цілей), *змістовим* (реалізується на базі навчальних дисциплін і передбачає засвоєння дисциплін, які безпосередньо спрямовані на ознайомлення студентів з теоретичними основами педагогічної діагностики, методики й технології діагностування, технологізації діагностування й з особливостями психолого-педагогічного та методичного супроводження діагностичної діяльності). Не випадково А. Flechner [18], визначав єдність фундаментальних і прикладних знань, як передумову інновацій в різних сферах діяльності, а J. Romani [16] та A. Ferrari [17] наголошували на емоційному її аспекті діагностування (емоційна обізнаність, технологічна, інформаційна, цифрова грамотність, та медіаграмотність); *технологічному* (застосування діагностичних технологій, активних форм і методів здійснення психолого-педагогічного супроводу й методичного забезпечення, використання інструментарію педагогічного дизайну) і *моніторингово-результативному* (комплекс діагностичного інструментарію для оцінки якості досягнутих результатів) компонентами.

У процесі підготовки студентів до професійної діяльності використовувалися: лекції, семінарські, практичні, лабораторні заняття, самостійна робота, навчальні конференції, консультації, курсові роботи, форми контролю та оцінки навчальних досягнень студентів (колоквиуми, заліки, іспити, захист різних видів робіт), форми організації науково-дослідної роботи (науково-дослідні гуртки, проблемні групи, студентські наукові товариства). Діагностичний аспект цих форм спрямовано на моніторинг, аналіз й оцінку навчальних досягнень майбутніх педагогів та виявлення динаміки рівнів їхнього професійного зростання. У ході *проблемних лекцій* (через проблемність питань, задач, ситуацій); *лекцій-візуалізацій* (у рисунках, графіках, схемах, блок-схемах, таблицях, моделях та ін.); *лекцій-прес-конференцій* (через колективне розв'язання проблемних питань); *лекцій-провокацій* (через спеціально припущені помилки – змістовних, методологічних, логічних, орфографічних розрахована на стимулювання студентів до постійного контролю інформації, оперативного аналізу її, орієнтації в ній та її оцінки); *лекцій-діалогу* (через постановку проблемних питань вирішення й теоретичне обґрунтування досліджуваної проблеми) мають місце можливості для збору діагностичного матеріалу.

Для закріплення практичних діагностичних дій використовувалися різні форми: *семінар-довідь* (на якому студенти послідовно викладають свої думки, аргументують їх вагомими фактами, ілюструють виразними прикладами); *семінар-диспут* (взаємодія з аудиторією, спостереження за практичними елементами втіленої ідеї й отримання

зворотного зв'язку шляхом запитань, уточнень); *семінар-презентація* (інформація зумовлює активізацію образного мислення присутніх, представлення чогось нового, щойно створеного, розробленого, яке має відповідну мету); *практичне заняття* (зв'язок теоретичного матеріалу з практикою, розв'язання практичних завдань, виконання імітаційних вправ і творчих завдань, рольове «програвання» рольових ситуацій тощо).

Методика проведення занять передбачає використання різноманітних методів: ділові та рольові ігри, «мозкова атака»; спостереження, аналіз, синтез, оцінка результативності занять. Серед них виділяють систему проблемних завдань, питань, практичних ситуацій, які стимулюють мисленнєві дії студентів й свідчать про динаміку змін в їх професійному зростанні.

Реалізація запропонованої моделі системи професійної підготовки майбутніх педагогів до діагностичної діяльності зумовлена науково-методичним забезпеченням (програми, діагностичні завдання, процедури, діагностичний інструментарій, технічні засоби, моделювання процедурно-подієвих ситуацій тощо); розробленням структури занять з діагностичними елементами, методикою їх проведення; різноманітними діагностичними технологіями та методиками діагностування (системи контрольних питань, анкет, опитувальних листів, інформаційних карток, тестових матеріалів тощо; вивчення вихідних даних їх потреб, мотивів, очікувань, побоювань й причин, що їх викликають) навчальних досягнень, визначення мети діагностичної діяльності; програм спостереження за ходом підготовки до діагностування професійного розвитку студентів; аналізу досягнутих результатів та їх коректування, розробки методичних рекомендацій на допомогу студентам й викладачам в організації й реалізації діагностичної діяльності.

Після завершення програми дослідного навчання була виявлена позитивна динаміка рівнів готовності студентів до діагностичної діяльності. Результати наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Динаміка рівнів сформованості готовності майбутніх педагогів до діагностичної діяльності після завершення формувального етапу експерименту (у %)

Рівень	Готовність майбутніх педагогів до діагностичної діяльності			
	Констатувальний етап		Формувальний етап	
	КГ (90 студ.)	ЕГ (87 студ.)	КГ (90 студ.)	ЕГ (87 студ.)
Високий	13,8	12,9	16,4	25,1
Середній	35,3	32,6	40,8	51,0
Низький	50,9	54,5	42,8	23,9

З табл. 1. видно, що на констатувальному етапі експерименту відсоток студентів з низьким та середнім рівнем готовності значно переважав відсоток студентів з високим рівнем сформованості цього складного особистісного утворення (високий рівень складав 13,8% у КГ та 12,9% в ЕГ; середній рівень – 35,3% у КГ та 32,6% в ЕГ; низький рівень – 50,9% у КГ та 54,5% в ЕГ). Значення емпіричного статистичного критерію X^2 на етапі констатувального експерименту дорівнює $X^2_{\text{емп}}=0,524$, що менше від критичного значення $X^2_{\text{крит}}=5,991$. На етапі констатувального експерименту студенти КГ та ЕГ не мають вагомих відмінностей у рівнях сформованості готовності до діагностичної діяльності.

Проведена робота з дослідної програми забезпечила позитивну динаміку. Так, в ЕГ високий рівень зріс на 12,2%, середній рівень – на 18,4%, суттєво скоротилася кількість студентів з низьким рівнем готовності до нестандартної діяльності – з 54,5% до 23,9%. У контрольній групі зміни від низького до середнього рівня незначні, що пояснюється недооцінкою цілеспрямованої роботи з розвитку діагностичних здібностей студентів під час професійної підготовки в умовах університету. Так, кількість студентів з низьким рівнем готовності до діагностичної діяльності зменшилася на 3,6%, із середнім рівнем готовності кількість студентів зросла на 2,7%, із високим рівнем готовності збільшилася на 0,9%. Значення емпіричного статистичного критерію Пірсона для рівнів сформованості готовності в КГ та ЕГ після завершення дослідно-експериментальної роботи перевищує

критичне значення (5,991) та становить $X^2_{\text{емп}}=8,300$, що підтверджує ефективність запропонованої методики професійної підготовки майбутніх педагогів до діагностичної діяльності в умовах університету.

Дані середньоарифметичних показників на констатувальному та формувальному етапах вказують, що наше припущення щодо підвищення рівня готовності майбутніх педагогів за умови введення у навчання моделі системи підготовки студентів до діагностичної діяльності отримало своє підтвердження. Спрямованість дослідної програми на виконання програмних вимог, для регламентації діагностичної діяльності в системі професійної підготовки; забезпечення виконання їх відповідно державних стандартів вищої освіти; вдосконалення змісту, організації практичного діагностування в освітньому процесі, спостереження за динамікою впливу професійної підготовки на формування готовності до діагностичної діяльності; аналіз і оцінка результатів, своєчасна їх корекція при необхідності забезпечило продуктивність формування цього складного особистісного утворення як важливої характеристики педагогічного професіоналізму.

Висновки та перспективи подальших наукових розвідок. Унаслідок узагальнення експериментального матеріалу дослідження в основу моделі системи професійної підготовки майбутніх педагогів до практичного діагностування покладена концепція замислу перетворення модифікованої системи опановування зразком діагностичної діяльності з застосуванням методологічних підходів, принципів, категорій, понять, професійних якостей і практичного досвіду діагностичної діяльності. Методичні засади та комплексне застосування засобів діагностичного процесу забезпечили не тільки інтенсифікацію інтелектуальних і фізичних дій, а й сприяли прагненню опанувати знаннями та способами діагностичної діяльності, мобілізації інтелектуальних умінь і активних діагностичних дій, пов'язаних із досягненням конкретних цілей – забезпечення якості підготовки майбутніх педагогів до діагностичної діяльності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

1. Балл, Г. О. (1994). Про психологічні засади формування готовності до професійної праці. Психолого-педагогічні проблеми професійної освіти : науково-методичний збірник, І. А. Зязюн (ред.). Київ. (Ball, G. O. (1994). On the psychological principles of the formation of readiness for professional work. Psychological and pedagogical problems of professional education: scientific and methodological collection. In I. A. Zyazyun (Ed.). Kyiv).
2. Бербец, В. В. (2003). Діагностика навчальних досягнень учнів під час виконання творчих проєктів. Проєктна-технічна діяльність учнів на уроках трудового навчання : теорія і методика. Колективна монографія, О. М. Куперник (ред.), (с. 86–102). Київ : Новий світ. (Berbets, V. V. (2003). Diagnostics of students' academic achievements during the implementation of creative projects. Design and technical activity of students in labor training lessons: theory and methodology. Collective monograph. In O. M. Kupernyk (Ed.), (pp. 86–102). Kyiv: Novyy svit).
3. Бех, І. Д. (2003). Виховання особистості: монографія у 2 кн. Київ: Либідь. Книга 2. Особистісно-орієнтований підхід: науково-практичні засади. (Bekh, I. D. (2003). Personality education: a monograph in 2 books. Kyiv: Lybid. Book 2. Personality-oriented approach: scientific and practical principles).
4. Гац, Г. О. (2011). Педагогічна діагностика у процесі навчання фізичної культури учнів загальноосвітніх навчальних закладів (автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02). Луцьк. (Gats, G. O. (2011). Pedagogical diagnostics in the process of teaching physical culture to students of general educational institutions (PhD thesis abstract). Lutsk).
5. Закон України «Про вищу освіту» (2024). (Law of Ukraine "On Higher Education" (2024)).
6. Кравченко, Л. М. (1996). Професійна діагностика у системі післядипломного підвищення кваліфікації вчителя (дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04). Полтава. (Kravchenko, L. M. (1996). Professional diagnostics in the system of postgraduate teacher training (PhD thesis). Poltava).

7. Левченко, Л. С., Кривонос, О. Б. (2015). Педагогічна діагностика професійно-творчих умінь студентів як показника готовності спеціаліста до професійної діяльності. Педагогічні науки : теорія, історія, інноваційні технології. Суми: СумДПУ ім. А.С. Макаренка, 2, 91–97. (Levchenko, L. S., Kryvonos, O. B. (2015). Pedagogical diagnostics of students' professional and creative skills as an indicator of a specialist's readiness for professional activity. Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies. Sumy: SumSPU named after A.S. Makarenko, 2, 91–97).
8. Максименко, С. Д., Клименко, В. В., Толстоусов, А. В. (2010). Психологічні механізми зародження, становлення та здійснення особистості. Київ : Вид-во Європейського університету. (Maksymenko, S. D., Klymenko, V. V., Tolstousov, A. V. (2010). Psychological mechanisms of the origin, formation and realization of personality. Kyiv: Publishing house of the European University).
9. Мартиненко, С. М. (2008). Діагностична діяльність майбутнього вчителя початкових класів : теорія і практика : монографія. Київ : КМПУ ім. Б.Грінченка. (Martynenko, S. M. (2008). Diagnostic activity of the future primary school teacher: theory and practice: monograph. Kyiv: B. Grinchenko Kyiv State Pedagogical University).
10. Мельник, О. М. (2002). Підготовка майбутніх учителів початкових класів до діагностичної діяльності (дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04). Запоріжжя. (Melnyk, O. M. (2002). Preparation of future primary school teachers for diagnostic activities (diss. ... candidate of pedagogical sciences: 13.00.04). Zaporizhzhia).
11. Новик, І. М. (2016). Формування готовності майбутніх учителів початковій школи до діагностичного супроводу розвитку пізнавальних інтересів учнів. Молодий вчений, 3, 405–408. (Novik, I. M. (2016). Formation of readiness of future primary school teachers for diagnostic support of the development of cognitive interests of students. Young Scientist, 3, 405–408).
12. Савченко, О. Я. (2015). Діагностика і дидактичні умови формування у молодших школярів мотивації уміння вчитися. Український педагогічний журнал, 1, 85–98. (Savchenko, O. Ya. (2015). Diagnostics and didactic conditions for the formation of motivation for learning in younger schoolchildren. Ukrainian Pedagogical Journal, 1, 85–98).
13. Садова, Т. А., Георгян, Н. М. (2019). Діагностика навчально-пізнавальної діяльності студентів закладу вищої освіти : навчально-методичний посібник. Слов'янськ. (Sadova, T. A., Georgyan, N. M. (2019). Diagnostics of educational and cognitive activity of students of higher education institutions: teaching and methodological manual. Slovyansk).
14. Хомич, Л. О. (1998). Професійно-педагогічна підготовка вчителя початкових класів : монографія. Київ : Магістр-S. (Khomych, L. O. (1998). Professional and pedagogical training of primary school teachers: monograph. Kyiv: Magistr-S).
15. Цехмістрова, Г. С. (2002). Діагностика ефективності навчального процесу у вищих навчальних закладах освіти (дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04). Київ. (Tsekhmistrova, G. S. (2002). Diagnostics of the effectiveness of the educational process in higher educational institutions of education (diss. ... candidate of pedagogical sciences: 13.00.04). Kyiv).
16. Romani, J. (2009). Strategies to Promote the Development of E-competencies in the Next Generation of Professionals : European and International Trends. Monograph No. 13, November 2009. Communication and Information Technology Department / Latin-American Faculty.
17. Ferrari, A. (2012). Digital Competence in Practice: An Analysis of Frameworks/ European Commission Joint Research Center. Institute of Prospective Technologies Studies.: European Union.
18. Flechner, A. (2017). The usefulness of useless knowledge. Princeton University Press.

Chuvashov M. O. Diagnostic activity as an important factor in the professional growth of future teachers in the system of professional training of higher education institutions.

The article reveals the possibilities of diagnostic activity as an important resource for improving the quality of training future teachers for creative professional activity, specifies its didactic and methodological capabilities in the technologization of learning, professional growth and enrichment of the intellectual potential of their personality. Diagnostic activity is considered

as an important factor in the professional development of students in the conditions of technologization and computerization of higher education, specifies its essence, goal, tasks, functions and mechanism of its implementation, types, forms, methods, means and technologies of diagnostic activity in the system of professional training of future teachers for creative professional activity. Timely diagnostics of the heads of students' achievements, their professional growth, purposeful and prospective management of cognitive processes is presented as a complex integration of various diagnostic actions that ensure the quality of professional training in university conditions. A structural and functional model of the training system and methodological foundations for its implementation have been developed, the result of which is the readiness of future teachers for diagnostic activities as an indicator of professional personal growth, which is characterized by mastering knowledge of the basics of pedagogical diagnostics, diagnostic skills and abilities, the ability to use diagnostic methods, technologies, tools for collecting, analyzing, generalizing, evaluating data and predicting the prospects of diagnostic activities in increasing the level of professionalism of future teachers.

Key words: *diagnostic activity, readiness for diagnostic activity, diagnostic approach, model of the system of preparation for diagnostic activity, tools.*

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ НАВЧАННЯ	
ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ В ШКОЛІ ТА ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ РІЗНИХ РІВНІВ АКРЕДИТАЦІЇ	5
FEDIV V., OLAR O., IVANCHUK M., MEDICAL PSYCHOLOGY STUDENTS' PROFESSIONAL IDENTITY DEVELOPMENT BY LEARNING NATURAL SCIENCE	5
АКУЛЕНКО І. А., ПОБІРЧЕНКО Г. Б. КРИТЕРІАЛЬНЕ ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ УЧНІВ З МАТЕМАТИКИ (ДОСВІД ОБ'ЄДНАНИХ АРАБСЬКИХ ЕМІРАТІВ)	13
КАСЯРУМ С. О. ЗНАХОДЖЕННЯ ВЛАСНИХ ЗНАЧЕНЬ ТА ВЛАСНИХ ВЕКТОРІВ КОРЕЛЯЦІЙНОЇ МАТРИЦІ ФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ (НА ПРИКЛАДІ ФАКТОРНОГО АНАЛІЗУ АКАДЕМІЧНОЇ УСПІШНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ).....	23
КИРИЛАШУК С. А., БОНДАРЕНКО З. В., КЛОЧКО В. І. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ВИВЧЕННЯ КУРСУ ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ	33
НИКИФОРЧИН І. В. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ ЗАДАЧ З ЕКОНОМІЧНИМ ЗМІСТОМ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ.....	40
ТАРАСЕНКОВА Н. А., АКУЛЕНКО І. А. ОЦІНЮВАННЯ ГРУП ЗАГАЛЬНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ У ПІДСУМКОВОМУ КОНТРОЛІ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ УЧНІВ З МАТЕМАТИКИ	45
ШКОЛЬНИЙ О. В. МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ СТОХАСТИКИ В ІНТЕГРОВАНОМУ КУРСІ «МАТЕМАТИКА» ДЛЯ УЧНІВ 7 КЛАСУ НУШ	53
РОЗДІЛ 2. СПРЯМОВАНІСТЬ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ НА РОЗВИТОК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ УМІНЬ ТА ТВОРЧИХ ЗДІБНОСТЕЙ УЧНІВ ТА СТУДЕНТІВ	61
BOYKINA D. GEOMETRY PROBLEMS WITH AN IMPLICITLY DEFINED STRUCTURE – A MEANS FOR DEVELOPING INTELLECTUAL SKILLS IN LEARNERS.....	61
БАБЕНКО О. М., КОНВІСАР А. С., ХАРЧЕНКО Ю. В. ВПЛИВ ІНТЕРАКТИВНИХ МЕТОДІВ НАВЧАННЯ НА РОЗВИТОК КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ ПРИ ВИВЧЕННІ ХІМІЇ ..	69
РИМАР А. І. ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЧИСЛОВИХ РЯДІВ КЛ НА ПРИКЛАДІ КАЛИНИ ЯК СИМВОЛУ УКРАЇНСЬКОЇ КУЛЬТУРИ.....	77
РОЗДІЛ 3. ПРОБЛЕМА УДОСКОНАЛЕННЯ ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ ПРЕДМЕТІВ ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ	87
КОРОЛЬСЬКИЙ В. В., МУРАВСЬКА Д. І. МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ ЗВ'ЯЗКИ У ФАХОВІЙ ПІДГОТОВЦІ БАКАЛАВРІВ 014.04 СЕРЕДНЯ ОСВІТА (МАТЕМАТИКА)	87
НЕДЯЛКОВА К. В. З ДОСВІДУ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ДО ВСЕУКРАЇНСЬКОГО КОНКУРСУ НАУКОВИХ СТУДЕНТСЬКИХ РОБІТ З МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИКИ.....	98
СЛЮСАРЕНКО М. А. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЗАВДАННЯ ЯК РЕСУРС РОЗВИТКУ ТВОРЧИХ ЗДІБНОСТЕЙ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ	107
РОЗДІЛ 4. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИЙ СУПРОВІД РОЗВИТКУ ТВОРЧОЇ ОСОБИСТОСТІ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ	115
БАБЕНКО О. М., ПАНАСЕНКО Н. В., ХАРЧЕНКО Ю. В. ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ У НАВЧАННІ ХІМІЇ УЧНІВ 7 КЛАСУ НОВОЇ УКРАЇНСЬКОЇ ШКОЛИ.....	115
БАЗУРІН В. М., БАЗУРІНА С. В. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ АЛГОРИТМУ РОЗРАХУНКУ КРИТЕРІЮ МАННА-УЇТНІ НА МОВІ C#.....	122
ГОДА Т. Ю. ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ВЧИТЕЛЯ ДО УРОКІВ, ПРИСВЯЧЕНИХ ВИВЧЕННЮ ФУНКЦІЙ У СТАРШІЙ ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ.....	131
ДАНИЛЬЧУК О. М. РОЛЬ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ: ВИКЛИКИ ТА МОЖЛИВОСТІ (НА ПРИКЛАДІ ВИВЧЕННЯ АНАЛІТИЧНОЇ ГЕОМЕТРІЇ)	140

КУГАЙ Н. В., КАЛІНІЧЕНКО М. М. ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ РОЗВИТКУ АНАЛІТИЧНОГО МИСЛЕННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ МАТЕМАТИЧНОГО АНАЛІЗУ	147
РОЗДІЛ 5. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИЙ СУПРОВІД РОЗВИТКУ ТВОРЧОЇ ОСОБИСТОСТІ В ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІН ПРИРОДНИЧО- МАТЕМАТИЧНОГО ЦИКЛУ	154
ДРАШКО О. М. ПРОФЕСІЙНА КОМПЕТЕНТНІСТЬ – ЦІЛЬ І РЕЗУЛЬТАТ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЙ В УМОВАХ ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....	154
МІРОНЕЦЬ Л. П. ПРИРОДНИЧИЙ КВІЗ ЯК ЗАХІД З РОЗВИТКУ ПРЕДМЕТНО-МЕТОДИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ	161
ОДІНЦОВА О. О., КРАСУЦЬКА С. В. ДО ПИТАННЯ ВИЯВЛЕННЯ ПРОБЛЕМ ПРИ НАВЧАННІ ДЕЯКИМ ТЕОРЕМАМ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ГЕОМЕТРІЇ ПОГЛИБЛЕНОГО РІВНЯ ТА ШЛЯХІВ ЇХ ПОДОЛАННЯ (ЧАСТИНА ДРУГА: ШЛЯХИ УСУНЕННЯ ПРОБЛЕМ).....	168
ЧАШЕЧНИКОВА О. С. СПЕЦИФІКА СТВОРЕННЯ ТВОРЧОГО СЕРЕДОВИЩА В УМОВАХ ПОДОЛАННЯ ОСВІТНІХ ВТРАТ З МАТЕМАТИКИ. НАВЧАННЯ У СТРЕСОВИХ УМОВАХ	178
ЧУВАСОВ М. О. ДІАГНОСТИЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ ЯК ВАЖЛИВИЙ ФАКТОР ПРОФЕСІЙНОГО ЗРОСТАННЯ МАЙБУТНІХ ПЕДАГОГІВ У СИСТЕМІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ЗВО	186
АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК	199

CONTENTS

SECTION 1. CURRENT ISSUES ENHANCE LEARNING DISCIPLINES NATURAL MATHEMATICAL CYCLE IN SCHOOLS AND VOCATIONAL EDUCATION	5
FEDIV V., OLAR O., IVANCHUK M. MEDICAL PSYCHOLOGY STUDENTS' PROFESSIONAL IDENTITY DEVELOPMENT BY LEARNING NATURAL SCIENCE.....	5
AKULENKO I., POBIRCHENKO H., CRITERIA-BASED ASSESSMENT OF STUDENTS' ACADEMIC ACHIEVEMENTS IN MATHEMATICS (THE EXPERIENCE OF THE UNITED ARAB EMIRATES).....	13
KASIARUM S. FINDING EIGENVALUES AND EIGENVECTORS OF FACTOR ANALYSIS CORRELATION MATRIX (A STUDY OF HIGHER EDUCATION STUDENTS' ACADEMIC SUCCESS FACTOR ANALYSIS)	23
KYRYLASHCHUK S. A., BONDARENKO Z. V., KLOCHKO V. I. DESIGNING VISUALIZATION TECHNOLOGY FOR TEACHING HIGHER MATHEMATICS	33
NYKYFORCHYN I. V. SOLVING OPTIMIZATION PROBLEMS WITH ECONOMIC CONTENTS AT MATHEMATICS CLASSES	40
TARASENKOVA N. A., AKULENKO I. A. ASSESSING GROUPS OF GENERAL RESULTS IN THE FINAL CONTROL OF STUDENTS' EDUCATIONAL ACHIEVEMENTS IN MATHEMATICS	45
SHKOLNYI O. METHODOLOGICAL FEATURES OF STUDYING THE ELEMENTS OF STOCHASTIC IN THE INTEGRATED COURSE «MATHEMATICS» FOR STUDENTS OF THE 7TH GRADES OF NUS	53
SECTION 2. ORIENTATION TRAINING DISCIPLINES OF NATURAL AND MATHEMATICAL CYCLE ON DEVELOPMENT OF INTELLECTUAL SKILLS AND CREATIVE ABILITIES STUDENTS	61
BOYKINA D. GEOMERY PROBLEMS WITH AN IMPLICITLY DEFINED STRUCTURE – A MEANS FOR DEVELOPING INTELLECTUAL SKILLS IN LEARNERS	61
BABENKO O. M., KONVISAR A. S., KHARCHENKO YU. V. THE IMPACT OF INTERACTIVE TEACHING METHODS ON THE DEVELOPMENT OF STUDENTS' CRITICAL THINKING WHEN LEARNING CHEMISTRY	69
RYMAR A. I. GEOMETRIC MODELING OF NUMERICAL SERIES OF CIRCLES ON THE EXAMPLE OF VIBURNUM AS A SYMBOL OF UKRAINIAN CULTURE	77
SECTION 3. PROBLEMS OF IMPROVING THE PREPARATION OF TEACHERS AN OBJECT OF MATHEMATICAL CYCLE	87
KOROLSKIY V. V., MURAVSKA D. I. INTERDISCIPLINARY LINKS IN THE PROFESSIONAL EDUCATION OF BACHELORS 014.04. SECONDARY EDUCATION (MATHS).....	87
NIEDIALKOVA K. V. FROM THE EXPERIENCE OF TRAINING OF HIGHER EDUCATION SEEKERS TO THE ALL-UKRAINIAN COMPETITION OF SCIENTIFIC STUDENT PAPERS ON METHODICS OF TEACHING MATHEMATICS	98
SLYUSARENKO M. A. TECHNOLOGICAL TASKS AS A RESOURCE FOR THE DEVELOPMENT OF CREATIVE ABILITIES OF FUTURE PHYSICS TEACHERS	107
SECTION 4. PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL SUPPOR OF PERSONALITY DEVELOPMENT IN THE PROCESS OF TEACHING THE DISCIPLINES OF THE NATURAL-MATHEMATICAL CYCLE	115
BABENKO O. M., PANASENKO N. V., KHARCHENKO YU. V. APPLICATION OF DIGITAL TOOLS IN TEACHING CHEMISTRY TO 7TH GRADE STUDENTS OF THE NEW UKRAINIAN SCHOOL	115
BAZURIN V. M., BAZURINA S. V. SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE MANN-WHITNEY CRITERION CALCULATION ALGORITHM IN C#	122
HODA T. YU. USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE INNOVATIVE IN TEACHER PREPARATION FOR LESSONS DEDICATED TO THE STUDY OF FUNCTIONS IN THE SENIOR PROFESSIONAL SCHOOL	131

DANYLCHUK O. M. THE ROLE OF INDEPENDENT WORK OF ACQUIRERS: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES (ON THE EXAMPLE OF STUDYING ANALYTICAL GEOMETRY)	140
KUHAI N. V., KALINICHENKO M. M. USING INFORMATION TECHNOLOGIES TO DEVELOP ANALYTICAL THINKING IN FUTURE MATHEMATICS TEACHERS DURING THE STUDY OF MATHEMATICAL ANALYSIS	147
SECTION 5. PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL SUPPORT	
OF PERSONALITY DEVELOPMENT IN THE PROCESS OF TEACHING	
THE DISCIPLINES OF THE NATURAL-MATHEMATICAL CYCLE.....	
154	
DRASHKO O. M. PROFESSIONAL COMPETENCE IS THE GOAL AND RESULT OF TRAINING FUTURE TEACHERS OF TECHNOLOGY IN THE CONDITIONS OF A HIGHER EDUCATION INSTITUTION.....	154
MIRONETS L. P. NATURE QUIZ AS AN ACTIVITY FOR DEVELOPING SUBJECT-METHODICAL COMPETENCE OF FUTURE TEACHERS	161
ODINTSOVA O. O., KRASUTS'KA S. V. ON THE ISSUE OF IDENTIFYING PROBLEMS IN TEACHING SOME THEOREMS IN THE ADVANCED GEOMETRY'S SCHOOL CURRICULUM AND THE WAYS TO OVERCOME THEM. PART 2: THE WAYS TO SOLVE THE PROBLEMS.....	168
CHASHECHNIKOVA O. SPECIFICITY OF CREATING A CREATIVE ENVIRONMENT IN THE CONDITIONS OF OVERCOMING EDUCATIONAL LOSSES IN MATHEMATICS. LEARNING IN STRESSFUL CONDITIONS	178
CHUVASOV M. O. DIAGNOSTIC ACTIVITY AS AN IMPORTANT FACTOR IN THE PROFESSIONAL GROWTH OF FUTURE TEACHERS IN THE SYSTEM OF PROFESSIONAL TRAINING OF HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS	186
ALPHABETICAL INDEX	199

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

А		Н	
Акуленко І. А.	13, 45	Недялкова К. В.	98
Б		Никифорчин І. В.	40
Бабенко О. М.	69, 115	О	
Базурін В. М.	122	Одінцова О. О.	168
Базуріна С. В.	122	Олар О.	5
Бойкіна Д.	61	П	
Бондаренко З. В.	33	Панасенко Н. В.	115
Г		Побірченко Г. Б.	13
Года Т. Ю.	131	Р	
Д		Римар А. І.	77
Данильчук О. М.	140	С	
Драшко О. М.	154	Слюсаренко М. А.	107
І		Т	
Іванчук М.	5	Тарасенкова Н. А.	45
К		Ф	
Калініченко М. М.	147	Федів В.	5
Касярум С. О.	23	Х	
Кирилащук С. А.	33	Харченко Ю. В.	69, 115
Клочко В. І.	33	Ч	
Конвісар А. С.	69	Чашечникова О. С.	178
Корольський В. В.	87	Чувасов М. О.	186
Красуцька С. В.	168	Ш	
Кугай Н. В.	147	Шкільний О. В.	53
М			
Міронєць Л. П.	161		
Муравська Д. І.	87		

Наукове видання

**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ
ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Виходить двічі на рік

Заснований у жовтні 2012 року

Випуск 2(24), 2024

Матеріали подаються в авторській редакції

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ №19538-9338Р від 25.10.2012

Відповідальний за випуск: *О. С. Чашечникова*
Комп'ютерна верстка: *Н. С. Цьома*

Підписано до друку 27.01.2025.
Формат 60х84/8. Гарнітура Times New Roman.
Папір офсетний. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 23,25.
Ум. фарб.-відб. 23,25. Обл.-вид. арк. 20,13.
Тираж 100 пр.

СумДПУ імені А. С. Макаренка
40002, м.Суми, вул.Роменська, 87
Свідоцтво ДК № 231 від 02.11.2000 р.

Виготовлювач:
ФОП Цьома С.П. 40002, м. Суми, вул. Роменська, 100.
Тел.: 066-293-34-29.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
серія ДК, № 5050 від 23.02.2016.

<https://fizmat.sspu.edu.ua/aktualni-pytannia-pryrodnycho-matematychnoi-osvity>