

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

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

ФІЗИКО- МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА

Науковий журнал

ВИПУСК 3(29)

Суми – 2021

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

Редакційна колегія

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

Ф45 Фізико-математична освіта : науковий журнал. Вип. 3 (29). Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Фізико-математичний факультет ; редкол.: О.В. Семеніхіна (гол.ред.) [та ін.]. Суми : [СумДПУ ім. А.С. Макаренка], 2021. 128 с.

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

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

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

Висловлені авторами думки можуть не співпадати з точкою зору редакції.

УДК 53+51]:37(051)

© СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2021

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

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

PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION

Scientific Journal

ISSUE 3(29)

Sumy – 2021

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

Editorial Board

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

- F 45 Physical and Mathematical Education : Scientific Journal. Issue 3 (29). Makarenko Sumy State Pedagogical University, Physics and Mathematics Faculty ; O.V. Semenikhina (chief editor). Sumy : [Makarenko Sumy State Pedagogical University], 2021. 128 p.

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

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

UDC 53+51]:37(051)

© Makarenko Sumy State Pedagogical University, 2021

Kuz'mich V.I., Kuzmich L.V., Savchenko A.G.	6
FORMATION OF THE CONCEPT OF ANGLE BY MEANS OF METRIC GEOMETRY ON GEOMETRIC MATERIAL OF 9TH GRADE	6
Mylenkova R.V.	13
NON-FORMAL CIVIC EDUCATION OF YOUTH THROUGH PARTICIPATIVE ART PRACTICES	13
Semenikhina O., Kozlov D., Kozlova O.	18
CONCEPTUAL AND TERMINOLOGICAL APPARATUS OF PROBLEM RESEARCH OF INNOVATIVE CULTURE DEVELOPMENT OF THE FUTURE MANAGER OF THE GENERAL SECONDARY EDUCATIONAL INSTITUTION IN THE MASTER'S TRAINING PROCESS	18
Soroko N.V.	24
THE AUGMENTED REALITY FUNCTIONS TO SUPPORT THE STEAM EDUCATION AT GENERAL EDUCATION INSTITUTIONS	24
Асмыкович И.К., Пыжкова О.Н., Борковская И.М.	31
ОБ ОПЫТЕ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ В РАМКАХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ	31
Бабкін В.В., Прошкін В.В.	37
ПРОЄКТНІ МЕТОДИ НАВЧАННЯ ЯК ТРЕНДИ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ІТ	37
Гаврілова Л.Г., Бескорса О.С., Іштутіна О.Є.	44
ЦИФРОВІ ФОРМИ МІЖКУЛЬТУРНОЇ КОМУНІКАЦІЇ В ОСВІТІ: ДОСВІД РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТУ ЕРАЗМУС+ЖАН МОНЕ МОДУЛЬ	44
Друшляк М.Г.	51
ФОРМУВАННЯ ВІЗУАЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ: ПІЗНАВАЛЬНИЙ КРИТЕРІЙ	51
Жигайло О.О.	58
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ STEM-ПІДХОДУ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ПОЧАТКОВОЇ ШКОЛИ	58
Іщенко Р.М., Горбунович І.В.	63
ЕФЕКТИВНІСТЬ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ В УМОВАХ КАРАНТИНУ	63
Ковальов Л.Є., Медведєва М.О., Побережець І.І.	68
ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНОГО ІМІТАТОРА ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ СТЕР В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ	68
Корж-Усенко Л.В., Рибалко П.Ф.	74
НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ ЗАСАДИ РОЗВИТКУ ВИЩОЇ ОСВІТИ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ	74
Краснобокий Ю.М., Ткаченко І.А., Ільніцька К.С.	81
МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМНО-ІНТЕГРАТИВНОГО ПІДХОДУ ДО ВИКЛАДАННЯ ОКРЕМИХ ТЕМ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ НАУК	81
Кудін А.П., Кудіна Т.М., Кархут В.Я.	93
ТЕХНОЛОГІЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ТЕСТУВАННЯ ПРИ ЗМІШАНОМУ НАВЧАННІ В УНІВЕРСИТЕТІ	93
Мар'єнко М.В.	99
МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ І ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ	99
Розуменко А.О., Розуменко А.М.	105
МОНІТОРИНГ ЗНАНЬ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКІСНОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ	105
Страх О.П., Лукашова Т.Д.	112
МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ ЗВ'ЯЗКИ ПРИ ВИВЧЕННІ ДЕЯКИХ ТЕМ ДИСКРЕТНОЇ МАТЕМАТИКИ ТА ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ	112
Шамшин О.П.	119
ФІЗИКА 21 СТРОРІЧЧЯ В ТЕХНІЧНОМУ ЗВО	119
АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК	127

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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



Кузьмич В.І., Кузьмич Л.В., Савченко О.Г. Формування поняття кута засобами метричної геометрії на геометричному матеріалі 9 класу. *Фізико-математична освіта*. 2021. Випуск 3(29). С. 6-12.

Kuz'mich V., Kuzmich L., Savchenko A. Formation of the concept of angle by means of metric geometry on geometric material of 9th grade. *Physical and Mathematical Education*. 2021. Issue 3(29). P. 6-12.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-029-3-001
 UDC 372.851

V. Kuz'mich
 Kherson State University, Ukraine
 vikuzmichksu@gmail.com
 ORCID: 0000-0002-8150-3456
L. Kuzmich
 Kherson State University, Ukraine
 lvkuzmichksu@gmail.com
 ORCID: 0000-0002-6727-9064
A. Savchenko
 Kherson State University, Ukraine
 savchenko.o.g@ukr.net
 ORCID: 0000-0003-4687-5542

FORMATION OF THE CONCEPT OF ANGLE BY MEANS OF METRIC GEOMETRY ON GEOMETRIC MATERIAL OF 9TH GRADE

ABSTRACT

The work is to study the possibility of using the means of metric geometry for the formation of basic geometric concepts in the study of geometry in secondary education. The use of metric geometry opens the way for students to get acquainted with the elements of non-Euclidean geometries on both intuitive and axiomatic levels. In the paper, an alternative definition of the rectilinear placement of points is given based on the definition of the numerical characteristic of the angle formed by the three points of the metric space. With the help of numerical characteristics, it is easy to obtain definitions of right and straight angles. The material presented in this paper can be used in geometry lessons starting from the 9th year and in extracurricular activities with students studying in classes with in-depth mathematics learning.

Formulation of the problem. The material of this work relates mainly to the teaching of mathematics in classes with in-depth mathematics learning. The current mathematical education state raises the question of the need to acquaint students with the basic concepts and facts of non-Euclidean geometries. Doing this directly by referring to the actual material about such geometries is quite difficult because of the significant level of its formalization. To address this issue, the authors offer to use the means of metric geometry as the closest to the school course of geometry. It is offered to begin this work with the formation of generalized basic geometric concepts and objects, such as a point, an angle, and a rectilinear placement of points.

Materials and methods. The results are based on the analysis of existing textbooks in mathematics for classes with in-depth study, textbooks on geometry and mathematical analysis of higher education institutions, scientific publications and tested when reading the relevant special course for students majoring in "014.04 Secondary Education (Mathematics)" master's degree.

Results. Based on the proposed definition of the angle as an ordered triple of points, analogs of classical geometric relations are obtained. These analogues allow the demonstration of elements of non-Euclidean geometries by means of elementary geometry.

Conclusions. The analytical apparatus of metric geometry makes it possible to form a generalized understanding of basic geometric concepts, such as point, angle, distance between points, rectilinear placement of points.

KEY WORDS: point, angle, distance, metric, metric space.

INTRODUCTION

The problem formulation. Geometry textbooks use two different definitions of a plane angle: as a set of two rays with a common origin, and as part of a plane limited by these rays. In this paper, it is offered to supplement these definitions of the angle, considering it as an ordered three points. This definition of angle makes it possible to use it to describe the concept of rectilinear placement of points. In this case, it becomes possible to use the conceptual and analytical apparatus of metric geometry to obtain relations of a geometric nature. A small number of simple axioms that can be described in words or written

analytically makes it possible to use metric geometry to form such basic geometric concepts as a point, distance, rectilinear placement of points, an angle in the study of relevant material in the school geometry course. Also it is possible to consider these concepts in a broader sense than it is accepted in existing school textbooks.

Research relevance. This work is a logical continuation of the work (Kuz'mich, 2020) and is devoted to the possibility of acquainting 9th grade students with the elements of non-Euclidean geometries based on metric geometry. The method of studying the basic elements of non-Euclidean geometries (in particular, spherical geometry) has been considered by a number of authors. For example, (Lénárt 2020) studied the relationship between the concepts of "point" and "line" in different types of geometries - spherical, hyperbolic and flat, by constructing an appropriate algebraic system (comparative geometry). The paper (Lénárt & Rybak, 2017) describes the approach to the use of comparative geometry in the school course of mathematics, within the reform of mathematics education in Hungary.

The aim of the article. The aim of the research is to demonstrate the means of metric geometry, with the help of which it is possible to form in pupils generalized notions of distance between points, rectilinear placement of points, angle. Such concepts provide an opportunity to acquaint pupils with the elements of non-Euclidean geometries.

RESEARCH METHODS

The main method of research is to use the concept of metric space to formulate basic geometric concepts. The main results of the study were obtained using three axioms of the distance between the points of the metric space. The paper uses some geometric relationships with which 9th grade students are familiar, and it is shown that these relationships are performed in an arbitrary metric space.

RESULTS

In this paper we consider several ways to form the concept of a flat angle. It should be noted that this concept is ambiguous, and even in existing school textbooks in mathematics there are several definitions of angle.

In the "Elements" of Euclid, the following definition of angle is given: "A flat angle is the inclination of two lines that meet in a plane with each other, but which are not placed on (one) line" (Mordukhay-Boltovskiy, 1948).

In current mathematics textbooks, when defining an angle, the geometric system of D. Hilbert is followed: "Let α be an arbitrary plane, and let h, k be any two different rays in the plane α , emanating from the point O and belonging to different lines. We call the system of these two rays h, k an angle and denote $\angle(h, k)$ or $\angle(k, h)$ " (Hilbert, 1923).

In accordance with the definition in the textbook of mathematics for the fifth year the concept of angle is also considered as a set of two rays with a common origin, it is emphasized that in writing the angle an order of letters is important (Merzlyak, Polonsky & Yakir, 2018).

In the geometry textbook for the seventh grade the angle is understood as a part of the plane bounded by two rays with a common origin (Merzlyak, Polonsky & Yakir, 2015).

Each of the concepts of angle above in our opinion can be used depending on the specific conditions of its usage. Namely, the angle can be understood as a system of two rays with a common origin and as a part of the plane bounded by these rays. In addition to these definitions it is offered to consider another definition of an angle, which does not require the concepts of a straight line and a plane. To do this you need to turn to the means of metric geometry.

The basic concepts of metric geometry are the concept of a point as an element of some set A and the distance ρ between two points x and y of the set A . The distance $\rho(x, y)$ must satisfy with three axioms. This set of points is called a metric space and is denoted by (A, ρ) .

The axioms of distance are quite simple and understandable even for fifth graders. The first one requires the distance between any two different points x and y of the set A be positive ($\rho(x, y) > 0$). The second axiom requires commutative distance: the distance between any points x and y of the set A is the same as between the points y and x ($\rho(x, y) = \rho(y, x)$). The third axiom of distance is called "triangle inequality". It requires the distance between any points x and z of the set A be no greater than the sum of the distances from these points to any third point y of this set ($\rho(x, z) \leq \rho(x, y) + \rho(y, z)$). If in the inequality of a triangle the sign of inequality is replaced by the sign of equality ($\rho(x, z) = \rho(x, y) + \rho(y, z)$), in this case it is said that the points x, y, z are rectilinearly placed in space (A, ρ) , and the point y is between the points x and z (is internal to the points x, y, z).

Consider the concept of angle formed by three different points of the metric space (Kuz'mich, 2019). In the future, for simplicity, we will consider all points as pairwise different. That is, all distances between points will be considered not equal to zero.

Definition 1. Let x, y, z – be three different arbitrary points of the metric space (A, ρ) . The ordered triple (x, y, z) of these points will be called the angle with the vertex at the point y , and will be denoted as: $\angle(x, y, z)$. Pairs of points (x, y) i (y, z) in this case will be called the sides of the angle.

This definition of angle is a logical complement to the two definitions mentioned above. That is, depending on the need, the angle can be understood as a characteristic of the relative position of three points relative to one of them, and as a set of rays with a common origin, and as part of the plane bounded by these rays. In this case, the rays can form a straight line, then this angle is called expanded (Merzlyak, Polonsky & Yakir, 2018).

The numerical characteristic of the angle (angle measurement) is based on the uniform division of the expanded angle into 180 equal parts (degrees) (Merzlyak, Polonsky & Yakir, 2018). Based on this division the angles are compared with each other, indicating that equal angles have equal degrees. An angle whose degree is less than 90° is called acute, and an angle whose degree is greater than 90° but less than 180° is called obtuse (Merzlyak, Polonsky & Yakir, 2018). The equality of degree measures of two angles is equivalent to the equality of these angles (Merzlyak, Polonsky & Yakir, 2015).

So finding the degree of the angle is based on the process of dividing the expanded angle at the level of the part by means of geometry. Such a process will necessarily raise the question of its possibility.

If we take a circle as the basis of a numerical measure of an angle, we obtain a radian measure of an angle. In this case, the angle of one radian is called the central angle of the circle, based on an arc whose length is equal to the radius of the circle (Merzlyak, Nomirovsky, Polonsky & Yakir, 2018). In this case, it is necessary to use the concept of a circle to measure the angle, and again the question arises about the possibility of measuring, for example, a right angle.

In the case of defining an angle as an ordered triple of points in a metric space, it is easier to enter its numerical characteristic. You can only use the distances between each pair of these points. This definition can be given on the basis of the cosine theorem, which connects the cosine of the angle of a triangle with the lengths of its sides (Merzlyak, Polonsky & Yakir, 2017).

Definition 2. Let x, y, z – be three different arbitrary points of the metric space (A, ρ) . The characteristic of the angle $\angle(x, y, z)$ (the angular characteristic) we call the real number $\varphi(x, y, z)$, which can be found as:

$$\varphi(x, y, z) = \frac{\rho^2(x, y) + \rho^2(y, z) - \rho^2(x, z)}{2\rho(x, y)\rho(y, z)} \quad (1)$$

From this definition it is easy to get the definition of the following angles. The “right angle” is called the angle $\angle(x, y, z)$ for which the equality $\varphi(x, y, z) = 0$ is right; “expanded angle” – the angle for which the equality $\varphi(x, y, z) = -1$ is right; “zero angle” – the angle for which the equality $\varphi(x, y, z) = 1$ is right.

From Definition 2 you can get an estimate for the values of the angular characteristic.

Theorem 1. The characteristic of the angle $\angle(x, y, z)$ satisfies the double inequality:

$$-1 \leq \varphi(x, y, z) \leq 1.$$

Indeed, using the axioms of the distance between the points of the metric space, we will have:

$$\begin{aligned} -1 \leq \varphi(x, y, z) &= \frac{\rho^2(x, y) + \rho^2(y, z) - \rho^2(x, z)}{2\rho(x, y)\rho(y, z)} \leq 1; \\ -2\rho(x, y)\rho(y, z) &\leq \rho^2(x, y) + \rho^2(y, z) - \rho^2(x, z) \leq 2\rho(x, y)\rho(y, z); \\ \begin{cases} \rho^2(x, y) + \rho^2(y, z) - \rho^2(x, z) \leq 2\rho(x, y)\rho(y, z), \\ -2\rho(x, y)\rho(y, z) \leq \rho^2(x, y) + \rho^2(y, z) - \rho^2(x, z); \end{cases} \\ \begin{cases} (\rho(x, y) - \rho(y, z))^2 \leq \rho^2(x, z), \\ (\rho(x, y) + \rho(y, z))^2 \geq \rho^2(x, z); \end{cases} \end{aligned}$$

Extracting the square root of both parts of the inequalities, we have:

$$\begin{cases} -\rho(x, z) \leq \rho(x, y) - \rho(y, z) \leq \rho(x, z); \\ \begin{cases} \rho(x, y) + \rho(y, z) \geq \rho(x, z), \\ \rho(x, y) + \rho(y, z) \leq -\rho(x, z); \end{cases} \end{cases} \quad \begin{cases} \begin{cases} \rho(x, y) - \rho(y, z) \leq \rho(x, z), \\ \rho(x, y) - \rho(y, z) \geq -\rho(x, z); \end{cases} \\ \rho(x, y) + \rho(y, z) \geq \rho(x, z); \end{cases}$$

$$\begin{cases} \begin{cases} \rho(x, y) - \rho(y, z) \leq \rho(x, z), \\ \rho(x, y) - \rho(y, z) \geq -\rho(x, z), \\ \rho(x, y) + \rho(y, z) \geq \rho(x, z); \end{cases} \\ \begin{cases} \rho(x, y) \leq \rho(x, z) + \rho(y, z), \\ \rho(x, y) + \rho(x, z) \geq \rho(y, z), \\ \rho(x, y) + \rho(y, z) \geq \rho(x, z). \end{cases} \end{cases}$$

Each of the inequalities of the obtained system is fulfilled due to the third axiom of the distance between the points of the metric space – “inequalities of the triangle”. Thus, the statement of the theorem is valid.

Using Definition 2, we can give an alternative definition of the rectilinear placement of three different points of the metric space (Kuz'mich, 2019).

Definition 3. We will say that three different points x, y, z of the space A are arranged rectilinear, if for at least one of these points (for example, for the point y) the equality holds:

$$\varphi^2(x, y, z) = 1. \quad (2)$$

If we have a set of points, then it is natural to give the following definition of their rectilinear placement (Kuz'mich, 2019).

Definition 4. We will say that the set of points of a metric space are rectilinearly placed if any three different points of this set are rectilinearly placed.

Let's show that Definition 3 is equivalent to the classical definition of a rectilinear placement of points. To do this, assume that for three different points x, y, z of the metric space (A, ρ) the equality holds: $\rho(x, z) = \rho(x, y) + \rho(y, z)$. It means that these points are rectilinearly placed in space (A, ρ) (Kagan, 1963; Dovgoshei & Dordovskii, 2009; Halushchak, 2016). Subtract both parts of the equality to the square:

$$\rho^2(x, z) = \rho^2(x, y) + 2\rho(x, y)\rho(y, z) + \rho^2(y, z).$$

Substituting this value in the right part of equation (1) we obtain:

$$\begin{aligned} \varphi(x, y, z) &= \frac{\rho^2(x, y) + \rho^2(y, z) - \rho^2(x, z)}{2\rho(x, y)\rho(y, z)} = \\ &= \frac{\rho^2(x, y) + \rho^2(y, z) - (\rho^2(x, y) + 2\rho(x, y)\rho(y, z) + \rho^2(y, z))}{2\rho(x, y)\rho(y, z)} = -1. \end{aligned}$$

Therefore, equality (2) holds, and the points x, y, z are rectilinearly placed in the sense of Definition 3.

Let now for the points x, y, z of the space (A, ρ) the equality (2) from the Definition 3 holds. Then two cases are possible: $\varphi(x, y, z) = 1$ or $\varphi(x, y, z) = -1$.

Consider the first case when the equation is valid: $\varphi(x, y, z) = 1$. Then from equality (1) of Definition 2 we obtain the equality:

$$\begin{aligned} \frac{\rho^2(x, y) + \rho^2(y, z) - \rho^2(x, z)}{2\rho(x, y)\rho(y, z)} &= 1; \\ \rho^2(x, y) + \rho^2(y, z) - \rho^2(x, z) &= 2\rho(x, y)\rho(y, z); \\ (\rho(x, y) - \rho(y, z))^2 &= \rho^2(x, z). \end{aligned}$$

The last equality is equivalent to the combination of two equalities:

$$\begin{cases} \rho(x, y) - \rho(y, z) = \rho(x, z), \\ \rho(x, y) - \rho(y, z) = -\rho(x, z); \end{cases}$$

or a set of equations:

$$\begin{cases} \rho(x, y) = \rho(x, z) + \rho(y, z) = \rho(x, z) + \rho(z, y), \\ \rho(y, z) = \rho(x, y) + \rho(x, z) = \rho(y, x) + \rho(x, z). \end{cases}$$

In both cases points x, y, z are rectilinearly placed in space (A, ρ) , according to the classical definition (Kagan, 1963). Moreover, in the first case, the point z lies between the points x and y , in the second - the point x is between y and z .

Now let the equation be right: $\varphi(x, y, z) = -1$. From equality (1) of Definition 2 we obtain the equality:

$$\begin{aligned} \frac{\rho^2(x, y) + \rho^2(y, z) - \rho^2(x, z)}{2\rho(x, y)\rho(y, z)} &= -1; \\ \rho^2(x, y) + \rho^2(y, z) - \rho^2(x, z) &= -2\rho(x, y)\rho(y, z); \\ (\rho(x, y) + \rho(y, z))^2 &= \rho^2(x, z). \end{aligned}$$

The last equality is equivalent to the combination of two equalities:

$$\begin{cases} \rho(x, y) + \rho(y, z) = \rho(x, z), \\ \rho(x, y) + \rho(y, z) = -\rho(x, z). \end{cases}$$

From the first equality of the obtained set it follows that the points x, y, z are rectilinearly placed in space (A, ρ) , and point y is between x and z . The second equality of the population cannot be satisfied due to the first axiom of distance - distance cannot be negative.

Finally, we obtain that both definitions of the rectilinear placement of the points of the metric space are equivalent to each other.

From equality (1) of Definition 2 we can obtain some well-known classical facts concerning the geometry of Euclid. It is interesting that their geometric meaning is not used. That is, these results are purely analytical in nature, and are the consequences of the properties of the set of real numbers. In particular, from equality (1) it is easy to obtain an analogue of the Pythagorean theorem for a right triangle (Kuz'mich, & Savchenko, 2019).

Theorem 2. *If for three different points x, y, z of the metric space (A, ρ) following equality is right: $\varphi(x, y, z) = 0$, then the equality holds:*

$$\rho^2(x, z) = \rho^2(x, y) + \rho^2(y, z).$$

To prove this theorem, it suffices to put in equality (1): $\varphi(x, y, z) = 0$, and to equate to zero the numerator of the right-hand side of the equality. It is interesting that this result is valid in any metric space and therefore is a consequence of the properties of the set of real numbers.

The following result is also valid in any metric space, that is, does not depend on the method of choosing the distance between points in space (Kuz'mich, & Savchenko, 2019).

Theorem 3. *For arbitrary three different points x, y, z of the space (A, ρ) following equality is right:*

$$\rho(x, z) = \rho(x, y)\varphi(y, x, z) + \rho(y, z)\varphi(x, z, y). \quad (3)$$

To prove equality (3) we use equality (1) Definition 2. Transforming the right part of equality (3), we obtain:

$$\begin{aligned} &\rho(x, y)\varphi(y, x, z) + \rho(y, z)\varphi(x, z, y) = \\ &= \rho(x, y) \frac{\rho^2(y, x) + \rho^2(x, z) - \rho^2(y, z)}{2\rho(y, x)\rho(x, z)} + \rho(y, z) \frac{\rho^2(x, z) + \rho^2(z, y) - \rho^2(x, y)}{2\rho(x, z)\rho(z, y)} = \\ &= \frac{\rho^2(y, x) + \rho^2(x, z) - \rho^2(y, z) + \rho^2(x, z) + \rho^2(z, y) - \rho^2(x, y)}{2\rho(x, z)} = \frac{2\rho^2(x, z)}{2\rho(x, z)} = \rho(x, z). \end{aligned}$$

Therefore, equality (3) holds. Note that it is an analogue of the well-known "projection formula" in Euclidean geometry (Ponarin, 2004).

Despite the significant analogy of the obtained results with the corresponding facts of Euclidean geometry, the above definition of the angle allows elements of non-Euclidean geometry. To make sure of this, consider a fairly simple example of a metric space, the points of which are linear functions denoted by the interval $[0; 1]$. For the distance between the two functions $y = f(x)$ and $y = g(x)$ let's take the number:

$$\rho(f, g) = \max_{x \in [0; 1]} |f(x) - g(x)|. \quad (4)$$

With this choice of distance, the considered set of functions becomes a metric space (Kolmogorov, & Fomin, 1974).

Example 1. Let's consider four functions: $y_1 = x + 1$, $y_2 = x$, $y_3 = x - 2$, $y_4 = -x$. On the segment $[0; 1]$ we find the distances between these functions by formula (4):

$$\begin{aligned} \rho(y_1, y_2) &= \rho_{12} = 1; \rho(y_1, y_3) = \rho_{13} = 3; \rho(y_1, y_4) = \rho_{14} = 3; \\ \rho(y_2, y_3) &= \rho_{23} = 2; \rho(y_2, y_4) = \rho_{24} = 2; \rho(y_3, y_4) = \rho_{34} = 2. \end{aligned}$$

These results are easy to illustrate on the coordinate plane (Fig. 1).

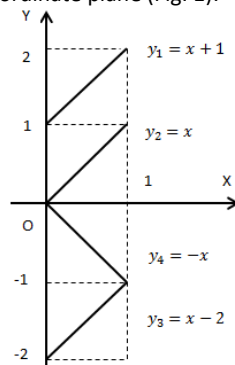


Fig. 1. Graphs of functions y_1, y_2, y_3, y_4

From the obtained equations it follows that the points y_1, y_2, y_3 are rectilinearly placed, because the equality is fulfilled: $\rho_{13} = \rho_{12} + \rho_{23} = 1 + 2 = 3$. In this case, the point y_2 lies between the points y_1 and y_3 .

As in the Euclidean geometry, it should be expected that the angle $\angle(y_1, y_2, y_4)$ and the angle $\angle(y_3, y_2, y_4)$ will complement each other to the expanded angle. To check this, we find the appropriate angular characteristics. By formula (1) of Definition 2 will have:

$$\varphi(y_1, y_2, y_4) = \varphi_{124} = \frac{\rho_{12}^2 + \rho_{24}^2 - \rho_{14}^2}{2\rho_{12}\rho_{24}} = \frac{1 + 4 - 9}{4} = -1;$$

$$\varphi(y_3, y_2, y_4) = \varphi_{324} = \frac{\rho_{32}^2 + \rho_{24}^2 - \rho_{34}^2}{2\rho_{32}\rho_{24}} = \frac{4 + 4 - 4}{8} = 0,5.$$

Because of Definition 2 one should expect equality: $\varphi_{124} = -\varphi_{324}$. However, it is not fulfilled. This indicates that the Definition 1 of angle formed by three points of the metric space allows elements of non-Euclidean geometry. This fact indicates the possibility of using such elements in the school course of mathematics.

DISCUSSION

The results of the study were reported and discussed at several international scientific and practical conferences, in particular, at the XII International Conference on Mathematics, Science and Technological Education "Icon-MaSTEd 2020" (Kuz'mich & Kuzmich, 2021). These results were tested at Kherson State University. First-year students of the master's level of higher education in the specialty "014.04 Secondary Education (Mathematics)" were taught a special course on the elements of metric geometry. The results of the analysis of the study of this discipline indicate a significant deepening of students' understanding of the basics of geometry, its axiomatics. Almost two hundred years have passed since the first non-Euclidean geometry (Lobachevsky's geometry), however, in the school course of mathematics, even in classes with in-depth study of mathematics, it is still mentioned only historically (Merzlyak, Polonsky & Yakir, 2015). The essence of Lobachevsky's geometry and other non-Euclidean geometries, their interpretations, remain inaccessible to students. The rapid development of metric geometry in our time, the simplicity and accessibility of its axiomatics opens the possibility of acquainting students with the simplest concepts of this geometry, the formation of generalized concepts of point, distance between points, straightness, angle, plane. Such generalized concepts will ensure adequate students' perception of the basic provisions of non-Euclidean geometries.

The study of opportunities for pupils to get acquainted with the elements of non-Euclidean geometries is usually carried out within the framework of non-formal education, using such forms as electives, special math classes and so on. Many dissertation researches are devoted to this topic. In particular, pupils' acquaintance with the elements of Lobachevsky's geometry and other non-Euclidean geometries was studied in detail (Gaybullayev, 1972; Martirosyan, 1973). The development of Euclidean and non-Euclidean spatial representations in high school students was studied while studying the integrative elective course "Introduction to Modern Geometry of the Universe" (Yermak, 1991), as well as the possibility of studying elements of Lobachevsky's geometry at school (Titova, 2003). In addition, a theoretical justification of the possibility was made of acquainting students with the elements of non-Euclidean geometries and methodological support of non-formal education. Practical measures in this direction have led to the creation of elective programs in non-Euclidean geometries (Gorshkova & Titova, 2005; Titova, 2006). When acquainting pupils with the elements of non-Euclidean geometries, Lénárt's approach can be useful, proposing to study the properties of plane and spherical geometry by means of comparative geometry, through direct experiments with practical tools (Lénárt, 2005; Lénárt, 2021).

CONCLUSIONS AND PROSPECTS OF FURTHER RESEARCH

The above material indicates the possibility of mastering the basic concepts of non-Euclidean geometries by students studying in classes with in-depth study of mathematics. At the basic level, these concepts can be learned intuitively using their description, characteristics of the main properties and giving relevant examples. At the profile level, you can enter the distance axioms between the points of the metric space, examples of metric spaces and the corresponding numerical characteristics of basic geometric concepts.

In the further research it is necessary to continue in the direction of studying properties of flat arrangement of points, using thus definition of the angle formed by three points of metric space.

Список використаних джерел

1. Гайбуллаев Н. Формирование геометрических представлений учащихся средней школы при изучении евклидовой геометрии и неевклидовых геометрий: Автореф. дис. канд. пед. наук. Ташкент, 1972. 39 с.
2. Галушак С. І. Деякі геометричні криві у сенсі d-відрізка. *Прикарпатський вісник НТШ. Число*. 2016. № 1(33). С. 157-166.
3. Гильберт Д. *Основания геометрии* / пер. с нем. под ред.: А. В. Васильев. Петроград: Сеятель, 1923. 152 с.
4. Горшкова Л.С., Титова Н.В. Неевклидова геометрия: факультативный курс для старшеклассников: учебное пособие. Пенза: ПГПУ, 2005. 153 с.
5. Ермак Е.А. Развитие пространственных представлений учащихся средней школы при изучении евклидовой и неевклидовой геометрии: автореф. дис. канд. пед. наук. Санкт - Петербург, 1991. 18 с.
6. Каган В. Ф. *Очерки по геометрии*. Москва: Издательство Московского университета, 1963. 571 с.
7. Колмогоров А. М., Фомін С. В. *Елементи теорії функцій і функціонального аналізу*. Київ: Вища школа, 1974. 456 с.
8. Кузьмич В. І., Кузьмич Л. В. Формування понять точки, відстані та прямолінійного розміщення точок засобами метричної геометрії у 7-9 класах. *Фізико-математична освіта*, 2020. Випуск 2(24). С. 74-79. DOI: 10.31110/2413-1571-2020-024-2-010.
9. Мартиросян П.В. Элементы неевклидовой геометрии в средней школе: автореф. дис. канд. пед. наук. Баку, 1973. 37 с.

10. Мерзляк А. Г., Полонський В. Б., Якір М. С. *Геометрія. Пропедевтика поглибленого вивчення : навч. посіб. для 7 кл. з поглибленим вивченням математики*. Харків: Гімназія, 2015. 192 с.
11. Мерзляк А. Г., Полонський В. Б., Якір М. С. *Геометрія для загальноосвітніх навчальних закладів з поглибленим вивченням математики : підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закладів*. Харків: Гімназія, 2017. 304 с.
12. Мерзляк А. Г., Полонський В. Б., Якір М. С. *Математика. 5 клас : підруч. для закладів загальної середньої освіти*. Харків: Гімназія, 2018. 272 с.
13. Мерзляк А. Г., Номіровський Д. А., Полонський В. Б., Якір М. С. *Алгебра і початки аналізу : початок вивчення на поглиб. рівні з 8 кл., проф. рівень : підруч. для 10 кл. закладів загальної середньої освіти*. Харків: Гімназія, 2018. 512 с.
14. *Начала Евклида. Книги I-VI* / пер. с греч. и коммент.: Д. Д. Мордухай-Болтовский. Москва-Ленинград: Гостехиздат, 1948. 447 с.
15. Понарин Я. П. *Элементарная геометрия. Том 1*. Москва: МЦНМО, 2004. 312 с.
16. Титова Н.В. Возможности изучения элементов геометрии Лобачевского в школе (постановка проблемы). *Вестник молодых ученых: межвуз. сб. науч. трудов*. Пенза: ПГПУ, 2003. С. 112-114.
17. Титова Н. В. Факультативный курс "неевклидовы геометрии" как средство реализации развивающей функции школьного математического образования: автореф. дис. канд. пед. наук. Саранск, 2006. 19 с.
18. Dovgoshei A. A., Dordovskii D. V. Betweenness relation and isometric imbeddings of metric spaces. *Ukrainian Mathematical Journal*. 2009. Vol. 61, No. 10. P. 1556–1567.
19. Kuz'mich V. I. Geometric properties of metric spaces. *Ukrainian Mathematical Journal*. 2019. Vol. 71, No. 3. P. 435-454. DOI: 10.1007/s11253-019-01656-1.
20. Kuz'mich V. I., Kuzmich L. V. Elements of non-Euclidean geometry in the formation of the concept of rectilinear placement of points in schoolchildren. *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, 1840(1), 012004. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1840/1/012004>.
21. Kuz'mich V. I., Savchenko A. G., Geometric relations in an arbitrary metric space. *Matematychni Studii*. 2019. Vol. 52, No. 1. P. 86-95. DOI: 10.30970/ms.52.1.76-85.
22. Lénárt I. Algebra on the spherical surface. 4th International Conference APLIMAT 2005, 2005-January. P. 183–188.
23. Lénárt I. The Algebra of Projective Spheres on Plane, Sphere and Hemisphere. *Journal of Applied Mathematics and Physics*. 2020. 10(8). P. 2286-2333. DOI: 10.4236/jamp.2020.810171.
24. Lénárt I., Rybak A. Comparative Geometry in Primary and Secondary School. In: *The Pedagogy of Mathematics: Is There a Unifying Logic?*. Johannesburg: Mapungubwe Institute for Strategic Reflection (MISTRA). 2017. P. 107-124.
25. Lénárt I. Comparative Geometry in distance education. *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, 1840(1), 012003. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1840/1/012003>.

References

1. Gaybullayev, N. (1972). Formirovaniye geometricheskikh predstavleniy uchashchikhsya sredney shkoly pri izuchenii yevklidovoy geometrii i neyevklidovykh geometriy [Formation of geometric representations of high school students in the study of Euclidean geometry and non-Euclidean geometries]: avtoref. dis. kand. ped. nauk. Tashkent [in Russian].
2. Halushchak, S.I. (2016). Deyaki heometrychni kryvi u sensi d-vidrizka [Some geometric curves in the sense of a d-segment]. *Prykarpats'kyi visnyk NTSH. Chyslo, 1(33)*, 157–166 [in Ukrainian].
3. Hilbert, D. (1923). *Osnovaniya geometrii [Geometry bases]*. (A. V. Vasil'yev Trans.). Petrograd: Seyatel [in Russian].
4. Gorshkova, L.S. & Titova, N.V. (2005). Neyevklidova geometriya: fakul'tativnyy kurs dlya starsheklassnikov [Non-Euclidean geometry: an elective course for high school students: a tutorial]: uchebnoye posobiye. Penza: PGPU [in Russian].
5. Yermak, Ye.A. (1991). Razvitiye prostranstvennykh predstavleniy uchashchikhsya sredney shkoly pri izuchenii yevklidovoy i neyevklidovoy geometrii [The development of spatial representations of high school students in the study of Euclidean and non-Euclidean geometry]: avtoref. dis. kand. ped. nauk. Sankt – Peterburg [in Russian].
6. Kagan, V.F. (1963). *Ocherki po geometrii [Geometry essays]*. Moscow: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta [in Russian].
7. Kolmogorov, A.M. & Fomin, S.V. (1974). *Elementy teorii funktsiy i funktsional'noho analizu [Elements of the theory of functions and functional analysis]*. Kyiv: Vyshcha shkola [in Ukrainian].
8. Kuz'mych V.I. & Kuzmich L.V. (2020). Formuvannya ponyat' tochky, vidstani ta pryamoliniynoho rozmishchennya tochok zasobamy metrychnoyi heometriyi u 7-9 klasakh [Formation of concepts of point, distance and rectilinear placement of points by means of metric geometry in 7-9 classe]. *Fizyko-matematychna osvita*. 2(24), 74–79 [in Ukrainian]. DOI: 10.31110/2413-1571-2020-024-2-010.
9. Martirosyan, P.V. (1973). Elementy neyevklidovoy geometrii v sredney shkole [Elements of non-Euclidean geometry in high school]: avtoref. dis. kand. ped. nauk. Baku [in Russian].
10. Merzlyak, A.G., Polonsky, V.B. & Yakir M.S. (2015). *Heometriya. Propedevtyka pohlyblenoho vyvchennya : navch. posib. dlya 7 kl. z pohlyblyenym vyvchennym matematyky [Geometry. Propedeutics of depth learning : tutorial tool for 7 grade with depth study of mathematics]*. Kharkiv: Gymnasia [in Ukrainian].
11. Merzlyak, A.G., Polonsky, V.B. & Yakir, M.S. (2017). *Heometriya dlya zahal'noosvitnikh navchal'nykh zakladiv z pohlyblyenym vyvchennym matematyky : pidruch. dlya 9 kl. zahal'noosvit. navch. zakladiv [Geometry for comprehensive educational institutions with depth study of mathematics: textbook for 9 grade of comprehensive educational institutions]*. Kharkiv: Gymnasia [in Ukrainian].
12. Merzlyak, A.G., Polonsky, V.B. & Yakir, M.S. (2018). *Matematyka. 5 klas : pidruch. dlya zakladiv zahal'noyi seredn'oyi osvity [Maths. Grade 5: textbook for general secondary education institutions]*. Kharkiv: Gymnasia [in Ukrainian].
13. Merzlyak, A.G., Nomirovsky, D.A., Polonsky, V.B. & Yakir, M.S. (2018). *Algebra i pochatky analizu : pochatok vyvchennya na pohlyb. rivni z 8 kl., prof. riven' : pidruch. dlya 10 kl. zakladiv zahal'noyi seredn'oyi osvity [Algebra and the beginnings of*

- analysis: the beginning learning depth levels from 8 grade, professional level: textbook for 10 grade of comprehensive educational institutions]. Kharkiv: Gymnasia [in Ukrainian].
14. Mordukhay-Boltovskiy, D.D. (Ed.) (1948). *Nachala Yevklida. Knigi I-VI [The Beginnings of Euclid. Books I-VI]*. (D. D. Mordukhay-Boltovskiy Trans.). Moscow-Leningrad: Gostekhizdat [in Russian].
 15. Ponarin, YA.P. (2004). *Elementarnaya geometriya [Elementary geometry]*. Tom 1. M.: MTSNMO [in Russian].
 16. Titova, N.V. (2003). Vozmozhnosti izucheniya elementov geometrii Lobachevskogo v shkole (postanovka problemy) [Possibilities of studying the elements of Lobachevsky geometry at school (problem statement)]. *Vestnik molodykh uchenykh: mezhvuz. sb. nauch. trudov*. Penza: PGPU, 112-114 [in Russian].
 17. Titova, N.V. (2006). Fakul'tativnyy kurs "neyevklidovy geometrii" kak sredstvo realizatsii razvivayushchey funktsii shkol'nogo matematicheskogo obrazovaniya [Optional course "non-Euclidean geometries" as a means of implementing the developmental function of school mathematics education]: avtoref. dis. kand. ped. nauk. Saransk [in Russian].
 18. Dovgoshei, A.A. & Dordovskii, D.V. (2009). Betweenness relation and isometric imbeddings of metric spaces. Vol. 61, No. 10. P. 1556–1567 [in English].
 19. Kuz'mich, V.I. (2019). Geometric properties of metric spaces. *Ukrainian Mathematical Journal*. 71(3), 435–454 [in English]. DOI: 10.1007/s11253-019-01656-1.
 20. Kuz'mich, V.I. & Kuzmich, L.V. (2021). Elements of non-Euclidean geometry in the formation of the concept of rectilinear placement of points in schoolchildren. *Journal of Physics: Conference Series*, 1840(1), 012004 [in English]. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1840/1/012004>.
 21. Kuz'mich, V.I. & Savchenko, A.G. (2019). Geometric relations in an arbitrary metric space. *Matematychni studiyi*. Vol. 52, No. 1, 86–95 [in English]. DOI: 10.30970/ms.52.1.76-85.
 22. Lénárt, I. (2005). Algebra on the spherical surface. *4th International Conference APLIMAT, 2005-January*, 183–188 [in English].
 23. Lénárt, I. (2020). The Algebra of Projective Spheres on Plane, Sphere and Hemisphere. *Journal of Applied Mathematics and Physics*, 10(8), 2286-2333 [in English]. DOI: 10.4236/jamp.2020.810171.
 24. Lénárt, I. & Rybak, A. (2017). *Comparative Geometry in Primary and Secondary School*. In: *The Pedagogy of Mathematics: Is There a Unifying Logic?*. Johannesburg: Mapungubwe Institute for Strategic Reflection (MISTRA), 107-124 [in English].
 25. Lénárt, I. (2021). Comparative Geometry in distance education. *Journal of Physics: Conference Series*, 1840(1), 012003 [in English]. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1840/1/012003>.

ФОРМУВАННЯ ПОНЯТТЯ КУТА ЗАСОБАМИ МЕТРИЧНОЇ ГЕОМЕТРІЇ НА ГЕОМЕТРИЧНОМУ МАТЕРІАЛІ 9 КЛАСУ

В.І. Кузьмич, Л.В. Кузьмич, О.Г. Савченко

Херсонський державний університет, Україна

Анотація. Робота полягає у вивченні можливості застосування засобів метричної геометрії для формування основних геометричних понять при вивченні геометрії у закладах середньої освіти. Використання метричної геометрії відкриває шлях до знайомства учнів з елементами неевклідових геометрій як на інтуїтивному, так і на аксіоматичному рівнях. У роботі, на основі означення числової характеристики кута утвореного трьома точками метричного простору, дано альтернативне означення прямолінійного розміщення точок. За допомогою числової характеристики легко отримуються означення прямого та розгорнутого кутів. Наведений у роботі матеріал можна використовувати на уроках геометрії починаючи з 9-го класу, та у позакласній роботі з учнями які навчаються у класах з поглибленим вивченням математики.

Формулювання проблеми. Матеріал даної роботи стосується, у основному, викладання математики у класах з поглибленим вивченням математики. Сучасний стан математичної освіти ставить питання про необхідність ознайомлення учнів з основними поняттями та фактами неевклідових геометрій. Зробити це безпосередньо звертаючись до фактичного матеріалу таких геометрій досить складно, зважаючи на значний рівень його формалізації. У даній роботі, для вирішення цього питання автори пропонують використати засоби метричної геометрії, як найбільш наближеної до шкільного курсу геометрії. Пропонується розпочати цю роботу з формування узагальнених основних геометричних понять та об'єктів, таких як точка, кут, прямолінійне розміщення точок.

Матеріали і методи. Результати роботи отримані на підставі аналізу діючих підручників з математики для класів з поглибленим її вивченням, підручників з геометрії та математичного аналізу закладів вищої освіти, наукових публікацій та апробовані при читанні відповідного спецкурсу студентам спеціальності «014.04 Середня освіта (Математика)» магістерського рівня вищої освіти.

Результати. На основі запропонованого означення кута як упорядкованої трійки точок отримані аналоги класичних геометричних співвідношень. Ці аналоги допускають демонстрацію елементів неевклідових геометрій засобами елементарної геометрії.

Висновки. Аналітичний апарат метричної геометрії дає можливість сформувати узагальнене розуміння основних геометричних понять, таких як точка, кут, відстань між точками, прямолінійне розміщення точок.

Ключові слова: точка, кут, відстань, метрика, метричний простір.



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



Милenkova P.B. Неформальна громадянська освіта молоді через партиципативні мистецькі практики. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 3(29). С. 13-17.

Mylenkova R. Non-formal civic education of youth through participative art practices. Physical and Mathematical Education. 2021. Issue 3(29). P. 13-17.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-029-3-002
 UDC 37.014

R. Mylenkova
 Sumy State University, Ukraine
 rimma.milenkova@gmail.com
 ORCID: 0000-0002-6712-7319

NON-FORMAL CIVIC EDUCATION OF YOUTH THROUGH PARTICIPATIVE ART PRACTICES

ABSTRACT

Formulation of the problem. Due to the relevance of civic education for young people, in particular high school students, an integrated course of Civic Education was included in the main curriculum. However, there is a problem of lack of a holistic approach, a system of motivation to study the subject, and formal education's limited resources. There is currently a need to intensify civic education through the involvement of the students in practice. The performance of the course and the level of civic education will increase significantly if it is implemented in addition to formal education, in a non-formal one. The article answers the question of how to make the process of training an active citizen more integral and more efficient.

Materials and methods. The experience of Ukrainian public organizations in the implementation of civic education projects through participatory artistic practices is used. The analysis of pedagogical, sociological, and scientific-methodological literature on the education of civic position of youth in the system of formal and non-formal education is applied.

Results. The model of participatory artistic practices is described as a modern tool of civic education and civic action in terms of their multi-agent structure, which includes the cooperation of students, educators, artists, school administration, local government representatives, the general community. The methods and approaches to civic education programs are presented. The organizational algorithm of the participatory art practice with elements of civic education is specified.

Conclusions. The existing integrated curriculum for Civic Education, implemented in the tenth grade, needs practical support through the field of non-formal education. This possibility is provided by the algorithms of civic education projects through participatory artistic practices that are implemented in extracurricular time. The introduced cases show the high efficiency of such practices in ensuring the civic competencies of young people. Participation in such practices provides students with the formation of cross-cutting competencies, which are revealed through social activity, social responsibility, tolerance, the ability to advocate their thoughts and positions, the ability to interact both horizontally and vertically.

KEY WORDS: civic education, participatory art practices, non-formal education, civic competencies, activity approach.

INTRODUCTION

Problem statement. Societal demand for civic education faces the problem of the lack of a systematic approach to providing civic education to young people, in particular high school students. The problem is related to scientific and methodological tasks in a search of finding tools of educational influence for the formation of a conscious and active citizen. The relevance of the article lies in the timeliness of the study of formal and non-formal education interaction, to improve civic education efficiency.

Analysis of current research. Actual problems of political culture and civic education in Ukraine are covered in the works of N. Amelchenko, O. Batishcheva, O. Burau, I. Zhadan, I. Ivanyuk, S. Kiselyova, M. Smirnova and others. At the institutional level, the Ministry of Education and Science of Ukraine, non-governmental foundations and organizations represented in Ukraine (the International Renaissance Foundation, the Europe XXI Foundation, the Council for International Studies and Exchanges (IREX), USAID and others) take care of the problem. Despite a large number of studies, such issues as the integrity of the system of formal and non-formal civic education and the increasing interest of young people in the formation of civic competencies remain unresolved.

The purpose of the article is to highlight the methodology of non-formal civic education through participatory artistic practices, which can be effectively applied in extracurricular activities to increase the efficiency of the formal program and provide practical experience of active citizenship.

© R. Mylenkova, 2021.

RESEARCH METHODS

In the process of the presented exploratory development, methods of analysis of pedagogical, methodical literature and scientific researches were used; generalization of results of domestic and foreign experience was carried out; empirical modelling of multiagent participatory artistic practise with elements of civic education was implemented. This study was conducted as part of exploring the role of non-formal education in the training of active citizens.

RESULTS OF RESEARCH

The essence of civic education is to form a civic position and common values of freedom, tolerance and non-discrimination at different levels and through different types of education.

Nowadays, when violent border changes, terrorist acts and pandemic quarantine restrictions have been taking place in recent years, calling into question fundamental freedoms, democratic values and respect for the rule of law and human rights. Therefore, the importance of civic education of young people becomes even more relevant in such new socio-economic contexts.

Schooling institutions play an important role in education not only in terms of the formal curriculum but also in terms of life skills. One of the most important missions of educational institutions is to teach how to be active members of a democratic society.

Civic education takes on an institutional function - to create a mature informed electorate and to form an active citizen. Civic Education Course is interdisciplinary, as it integrates numerous skills and competencies that will be applied throughout life in the planes of an individual, a citizen, a specialist.

It is necessary to determine the essence and content of civic education. In democratic countries, the conscious civic activity requires knowledge of history, understanding of the principles and foundations of democracy, motivation to participate in civic, state and democratic processes. At the procedural level, civic involvement in solving public problems, as well as in supporting, strengthening and improving the community and society, is demonstrated.

In general, the directions of such education can be divided into civic education by information content (awareness) and by methods that should contribute to the formation of skills (participatory, critical thinking skills, advocacy, etc.).

In the formal Ukrainian school, an integrated course in civic education was introduced in the 10th grade. "The tasks of civic education, according to the course program, (Hromadyanska osvita, 2018) are to provide purposeful preparation of high school students for functioning in the system of social relations of the multivariate world, globalization, social interaction and active responsible participation in social activities."

Among the expected results of this formal course are the formations of cross-cutting competencies in the blocks "Civil Responsibility", "Environmental Security and Sustainable Development", "Health and Safety", "Entrepreneurship and Financial Literacy".

These themes reflect socially and personally relevant ideas, in particular those that contribute to the realization of the Sustainable Development Goals. Thus, through formal education (given the limit on the number of teaching hours), students acquire mostly informational and content components of civic education, which promotes awareness. Also in the formal program, an emphasis is placed on the legal aspects of civil coexistence (Amelchenko. 2017).

However, the methodological basis of the course includes a competency approach as the main one. Undoubtedly, competencies are built through activities, and the basic principles of civic education are the principles of activity and participation. That is why it is necessary to consider extracurricular activities as an underestimated resource for civic education. Extracurricular time, providing more opportunities and fewer restrictions, becomes an effective format, the use of which requires the educator to build a motivational system. Usually, motivational measures become sufficient when students create a sense of involvement, participation, influence, social significance, and so on.

Non the less, at this stage it is also possible to add a formal motivation component - such as facilitating participants with high-level organizational support, certificates and diplomas for participation in projects that will be able to replenish students' CVs in the future, provide important points to cover letters, which significantly increase their marketability.

An informal approach to teaching civic education is manifested in both the form and content of projects. Refined information about electoral processes and the state system is not always of interest to students, because in the upper grades of secondary school they are not yet directly involved in the electoral process and have few tools to influence state and political processes in the country. Therefore, non-formal education, using more pedagogical forms and tools, becomes a practical reinforcement of a formal course in civic education through involvement in volunteer activities, engagement in creative participatory projects. Informal forms are more flexible in the selection of participants in educational groups - they open up more opportunities for inclusion, which realizes the basic values of civic education of young people.

Participatory art practices, known in many countries as Community public art, are an effective tool for civic education to gain experience. The range of such projects is revealed through several directions from performative actions (drama, choreography, concerts and other performances), digital projects (informative, educational, agitation, entertaining), architectural and visual (from the creation of objects to the realization of graffiti, murals, decorations of urban locations, etc.).

Participatory artistic practices (community public art, community-engaged art) are just beginning to be implemented in Ukraine. However, their history proves the effectiveness of the methods. Such practices have become the most common means of civic education in countries where a significant stratification of society has taken place long ago - on the principles of racial, social, political, gender, physical and intellectual differences. Societies that need to implement the principles of understanding and reconciliation are actively using community public art to work with young people. In particular, in the United States, such projects have the institutional support of government agencies and foundations such as the National Endowment for the Arts, Americans for the Arts and others.

By its definition, participatory art (dialogue art, engaging art, collaborative art, collective art) is determined by the fact that the process of creating objects involves a wide community, usually, a group that is united by a certain feature (national, racial, gender, cultural, ideological, etc.). The presence of participatory art on the streets indicates the possibility of free

expression of groups whose messages have not been verbalized, which means that they have been given a platform for free expression and demonstrate their civic position. In this case, participatory art is not a material object, but the social and educational situation and the event itself.

It should be noted that public art is a means of communication. This means that the artistic expression of the group is not one-sided, it is actualized through feedback from the audience. This response is important not only because it demonstrates public sentiment and can be indicative for the analysis of the stated problem, but also provides material for the interpretation and improvement of further educational projects.

Situations, when participatory artistic practices become an effective tool for influencing society, are defined as (Framing community - a community-engaged art workbook, 2016):

- times of turning points, in a society that needs memorialization;
- the need for self-expression of socially marginalized communities;
- the need to combat stereotypes and stigmas;
- building a dialogue about the differences of social groups;
- establishing public relations;
- return of social spaces;
- collection and transmission of unpublished (not told publicly) stories;
- transmission or creative revision of cultural traditions;
- expansion of social activity and increase active citizenship;
- stimulation or mobilization of social action on a specific situation or problem.

In the context of this article, we speak of participatory artistic practices not as spontaneous creative interventions in public space, but exclusively as a multi-agent model of civic education. By multi-agent structure, we mean fruitful cooperation of educators (curators, teachers, assistants), artists who work with a group of participants, social (or political) consultants, representatives of local governments and artistic experts in the field chosen for the project.

The content load of such practices in educational blocks can be done on such modules.

1. Education for the formation of responsibility for public utterances (whether verbal or visual utterance, intentional or accidental, it leaves an information mark on the canvas of the city and society). Teaching this component includes the development of critical thinking and social analysis, the formation of civic responsibility, prognosis skills and the articulation of long-term goals.

2. Making a civic statement that will be placed in public space (this stage requires immersion on the one hand in the social context of the city, its history, on the other hand - structuring a specific message of a group of students). The experience of project implementation shows the following main messages of inclusive groups: 'Our dreams are the same as yours!' 'We are not chimaeras, we want you to notice us!' 'We live in the same city, it should be equally convenient for us and you'.

3. Work on the ideas' visualization, the transformation of verbal units into symbols (consists of an artistic message, which will then be seen by citizens). This stage becomes the most emotionally motivating one. It includes both individual creativity but also teaches tolerance for the opinions of others, the ability to work in a team as a model of society.

4. The advocacy phase of the project is the most responsible of the participants. Ideas need protection not only on a horizontal level - in front of partners, but also on a vertical level - in front of the administration of educational institutions, the community, local governments. In this way, participants gain experience in negotiating, interacting with the authorities, justifying and defending their projects, resolving conflicts, advocating and promoting results.

5. Participation in the implementation of the artistic part of the practice. This stage corresponds to the principles of activity, civic participation, responsibility, forms the skills of participation in social processes. Authority delegation is also an important skill. At the stage of realization of a mural, a fresco, graffiti, restrictions on participation may appear – either due to low accessibility of space, or due to compliance with safety rules, or due to organizational (such as pandemic) restrictions. The ability to delegate participation to individual participants and to exercise reasonable control over the work of delegates is a necessary competence and experience for participation in further democratic processes.

6. Presentation of the project to the community (residents of the neighborhood, communities interested in the topic or those who are a direct or indirect target audience). This stage provides skills development, like advocacy, public speaking, project lobbying. Young people learn to be agents of social influence, social change, become public figures, interact with the media. The final stage is also important for the analysis of project success, quantitative and qualitative analysis of the processes (gender balance of participants, project inclusiveness, availability of results to the general public, analysis of conflict situations and crisis management, etc.).

Methodologically, participatory practices in civic education through art can be classified as a case study, as they usually focus on solving a certain socially relevant problem, which is holistically considered by the participants. In the process of learning and working, they receive information, tools and experience to solve problems. Such experience is embedded in a case, or algorithm, which can become a model for the further civic activity of young people.

Civic education of young people through participatory artistic practices as a purposeful social activity is realized on the principles of mutual respect, cooperation, inclusiveness, voluntary and selfless contribution.

These principles become most relevant in times of pandemic restrictions when their observance becomes under threat because much of the educational process and creative interaction takes place online and not all aspects of interaction are transparent to the general public.

The multi-agent nature of civic education practices through art is the interdependent interaction of educators, artists, groups of participants and their teachers (and guardians), school management, local governments, the community living where the project is implemented

The role of educators is to organize the process so that at each stage the main task is performed - the formation of skills that are basic for the citizen.

The role of the artist is to aesthetically reflect the ideas and images proposed by the creative team.

The role of teachers and assistants is to support the ongoing communication process between all process agents. The role of administrative bodies is in the project's administration and control of its legitimacy, documentation, procedural compliance, etc. Thus, only in fruitful interaction do projects become effective from the inside and visible from the outside - for the general public.

The function of providing non-formal civic education can be taken over by educational public organizations. Currently, their activities in the field of education are confirmed by membership in the "Ukrainian Association of Adult Education", methodological support of international educational institutions, and certification of certain educational programs. Non-formal education does not provide comprehensive knowledge or full skills development. However, while not limited to a rigid curriculum, it offers more flexible forms, methods, and approaches that become more student-centered.

DISCUSSION

Examples of such practices in the city of Sumy are the mural on the wall of the Secondary School №1, the image on the wall of a Specialized School for Children who Need Correction of Physical and Mental Condition, the project "City of Content", the fresco "City of Flowers" in the city centre, fresco "Chimeras", made by a group of people with disabilities.

The "City of Content" project (Misto Zmistu, 2019) was the most measurable for interpretation, as several questionnaires and surveys were conducted during the registration and selection of participants.

The results showed a gender imbalance of participants with a predominance of women (65%), and low inclusion (5%), however, a high level of group participation – not individual participation, but with family, class, teachers, group, etc. (74%). In general, the results correspond to the statistics of involvement in the social life of the people of Ukraine, although they leave room for influence in the selection of participants.

The subject content was also analyzed in the presented works. Most of them were patriotic at the national level - 65%, historical about the city and its cultural aspects - 18%, identifying (who declare their membership in a group or organization) - 10%, and only 7% can be defined as those who have an entertaining format. These data indicate a high level of social involvement, patriotism and socio-political awareness of the participants because in preparation for the project they study the contexts of social coexistence and independently determine the points of influence on it.

However, the algorithms are not rigid and similar to all the case studies.

Working in inclusive participatory art projects requires the specifics of interaction, as well as the presence of another agent - a teacher-assistant of a child with disabilities. Participants are involved in most of these projects only at the stage of discussion and sketching, while the implementation of the mural is carried out by experts based on the ideas and recommendations of the participants. Messages from such projects can be presented following the example of the inclusive Chimera project (supported by the International 'Renaissance' Foundation, 2021): 'You don't see us', 'We exist', 'We are different, but we feel the same', 'See us, hear us', 'We are not chimeras, we are real people'. Such statements to society through artistic practices can also be a valuable contribution to community development, building accessible locations, changing public attitudes towards people with disabilities. Thus, similar projects for inclusive groups have two directions. The first is the civic education of the participants themselves. The second is to help society in defragmenting social ties, removing people with disabilities from social reservations.

Demonstrably, the implementation of participatory projects in civic education requires professional training of educators and other agents of influence and organization, adherence to the principle of participation and activity, building a communication system at the horizontal and vertical levels.

CONCLUSIONS AND PROSPECTS FOR A FURTHER RESEARCH

Summarizing the above material, it can be noted that non-formal civic education is a necessary element of citizen training. The importance of non-formal education is that it increases motivation for civic education, activities and further social participation. The community benefits with a wide impact - new social ties are built through projects and social capital is increased.

Thus, participatory artistic practices with elements of civic activity are an effective tool for civic action and the formation of civic competencies.

However, the question of measuring such competencies and analyzing their components is still urgent. The prospects for further research are seen in the development of a system for measuring the civic competencies of young people.

References

1. Amelchenko, N.(2017). Analiz suchasnyh navchalnyh program schodo hromadyanskoyi osvity ta politychnoyi systemy Ukrainy. Modern curriculum of civic and political education in Ukraine analysis. Retrieved from: https://parlament.org.ua/wp-content/uploads/2017/09/Analiz-Amelchenko_red.pdf.
2. Billig, S., Root, S., Jesse, D. (2005). The impact of participation in service-learning on high school students' civic engagement. Medford, MA: *The Center for Information and Research on Civic Learning and Engagement*.
3. Framing community - a community-engaged art workbook. *Ontario Arts Council*, 2016, 62 p. Retrieved from <https://www.arts.on.ca/oac/media/oac/Publications/Framing-Community-A-Community-Engaged-Art-Workbook.pdf>.
4. Galston, W. A. (2007) Civic Knowledge, Civic Education, and Civic Engagement: A Summary of Recent Research. *International Journal of Public Administration*, pp. 623-642.
5. Just Exactly What Is Civics Education? *Education Commission of the States*, 2021. Retrieved from <https://ednote.ecs.org/just-exactly-what-is-civic-education/>.
6. Hromadyanska osvita (integrated course). Curriculum. *Ministry of education and science of Ukraine*. 2018. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>

7. Rupers, B. (2018). High School Visual Arts and Student Civic Engagement Benjamin Rupers. *Dominican Scholar*. 5-18, 61 p. Retrieved from <https://scholar.dominican.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1327&context=masters-theses>
8. Torney-Purta, J. (2002). The school's role in developing civic engagement: A study of adolescents in twenty-eight countries. *Applied Developmental Science*, 6, pp. 203-212.
9. What is Education for Democratic Citizenship and Human Rights? *Council of Europe*. Retrieved from: http://www.coe.int/t/dg4/education/edc/1_What_is_EDC_HRE/What_%20is_EDC_en.asp.

НЕФОРМАЛЬНА ГРОМАДЯНСЬКА ОСВІТА МОЛОДІ ЧЕРЕЗ ПАРТИЦИПАТИВНІ МИСТЕЦЬКІ ПРАКТИКИ

Р.В. Миленкова

Сумський державний університет, Україна

Анотація.

Постановка проблеми. У зв'язку з актуальністю громадянської освіти молоді, зокрема учнів старших класів, до основної навчальної програми було внесено інтегрований курс з громадянської освіти. Проте, виникає проблема відсутності цілісного підходу, системи мотивації до вивчення предмету, обмеженості ресурсів формальної освіти. Наразі існує потреба в інтенсифікації громадянської освіти через залучення до практичної діяльності. Ефективність курсу та рівня громадянської освіти значно підвищиться, якщо вона буде реалізовуватись крім сфери формальної освіти, також у неформальній. Стаття відповідає на питання, як зробити процес підготовки активного громадянина цілісним і більш ефективним.

Матеріали і методи. Використано досвід українських громадських організацій у реалізації проектів з громадянської освіти через партиципативні мистецькі практики. Застосовано аналіз педагогічної, соціологічної та науково-методологічної літератури щодо виховання громадянської позиції молоді в системі формальної та неформальної освіти.

Результати. Представлено модель партиципативних художніх практик як сучасного інструменту громадянської освіти і громадянської дії, які реалізуються за умов їх мультиагентної структури, що включає співпрацю тих, хто навчається, едукаторів, художників, адміністрацію закладу освіти, представників органів місцевого самоврядування, широку громаду. Описано методи і підходи до реалізації заходів в межах програми з громадянської освіти. Окреслено організаційний алгоритм партиципативних мистецьких практик з елементами громадянської освіти.

Висновки. Існуюча інтегрована навчальна програма з громадянської освіти, впроваджена в десятому класі, потребує практичного підкріплення через сферу неформальної освіти. Таку можливість надають алгоритми проектів з громадянської освіти через партиципативні художні практики, які реалізуються у позанавчальний час. Упроваджені до практики кейси показують високу ефективність таких практик у забезпеченні громадянських компетентностей молоді. При застосуванні комплексного підходу до громадянської освіти через об'єднання формальної і неформальної освітніх систем, формування активного громадянина здійснюється більш ефективно і забезпечує не тільки інформаційну складову, але й діяльну. Участь у таких практиках забезпечує учням формування наскрізних компетентностей, які розкриваються через соціальну активність, соціальну відповідальність, толерантність, здатність до адвокації власних думок і позицій, вміння взаємодіяти як на горизонтальному рівні, так і на вертикально-ієрархічному.

Ключові слова: громадянська освіта, партиципативні мистецькі практики, неформальна освіта, громадянські компетентності, діяльнісний підхід.



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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



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

Семеніхіна О.В., Козлов Д.О., Козлова О.Г. Поняттєво-термінологічний апарат дослідження проблеми розвитку інноваційної культури майбутнього керівника закладу загальної середньої освіти у процесі магістерської підготовки. *Фізико-математична освіта*. 2021. Випуск 3(29). С. 18-23.

Semenikhina O., Kozlov D., Kozlova O. Conceptual and terminological apparatus of problem research of innovative culture development of the future manager of the general secondary educational institution in the master's training process. *Physical and Mathematical Education*. 2021. Issue 3(29). P. 18-23.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-029-3-003
 UDC 378.046-021.68

O. Semenikhina

A.S. Makarenko Sumy State Pedagogical University, Ukraine
 ORCID: 0000-0002-3896-8151

D. Kozlov

A.S. Makarenko Sumy State Pedagogical University, Ukraine
 ORCID: 0000-0003-1875-0726

O. Kozlova

A.S. Makarenko Sumy State Pedagogical University, Ukraine
 fpdo@sspu.edu.ua
 ORCID: 0000-0003-1626-5188

CONCEPTUAL AND TERMINOLOGICAL APPARATUS OF PROBLEM RESEARCH OF INNOVATIVE CULTURE DEVELOPMENT OF THE FUTURE MANAGER OF THE GENERAL SECONDARY EDUCATIONAL INSTITUTION IN THE MASTER'S TRAINING PROCESS

ABSTRACT

Formulation of the problem. The need for a categorical interpretation of the thesaurus is due to methodological priorities for scientific, objectivity, systemic, integrity, unity, complexity and logic of the study. The correctness of the use of relevant concepts and categories is determined by the accuracy of their definitions, fully depends on the verification of the presented innovative culture concept of the leader. Consequently, there is a need for a comprehensive research analysis of conceptual and terminological apparatus of problem research of innovative culture development of the future manager of the general secondary educational institution in the master's training process.

Materials and Methods: Solving the highlighted aim, a set of methods of scientific research adequate to them were used, theoretical: a comparative analysis of conceptual and terminological apparatus of problem research of innovative culture development of the future manager of the general secondary educational institution in the master's training process; a systematic analysis of conceptual and terminological apparatus of problem research of innovative culture development of the future manager of the general secondary educational institution in the master's training process.

Results. The article presents the innovation culture development of the future manager of general secondary educational institution as a systematically organized, respectively providing process in master's training, determined by the needs of society, state and customers of educational services and institutionalized, which substantiates the relationship and interdependence of innovation culture, which correlate with the content and pedagogically appropriate methodological systems of professional training at higher education. It is determined the IC development of the future manager of general secondary educational institution.

Conclusions. Thus, modern theories of social development make it possible to identify the specifics of the innovative culture development and give grounds to conclude that the innovation and innovation culture development is a natural, necessary, historically determined and self-organized process of objectification and institutionalization of innovative content at the social and individual levels. It is important to understand that the emergence of innovation and innovation culture is possible only if the dialectical and synergetic nature of life is taken into account. For the innovation culture development is exceptional importance the openness of educational systems, the presence of the environment and mechanisms for the natural struggle of contradictory and opposing forces, the absence of authoritarian and artificial interference in the institutionalization of innovation culture.

KEY WORDS: innovation, culture, innovative culture, society, personality, manager, general secondary educational institution, master's training process.

INTRODUCTION

Substantiation of theoretical-conceptual and methodical bases of development of the IC of the future manager of general secondary educational institution in the master's training process needs the analysis of leading definitions of research. First of all, we are talking about the concepts of "innovation", "culture", "innovative culture", "innovative culture of personality", "innovative culture of the future manager of general secondary educational institution", "development", "development of innovative culture of the future manager of general secondary educational institution" etc. The need for a categorical interpretation of the thesaurus is due to methodological priorities for scientific, objectivity, systemic, integrity, unity, complexity and logic of the study. The correctness of the use of relevant concepts and categories is determined by the accuracy of their definitions, because it is from what we mean by one or another concept, fully depends on the verification of the presented concept of innovative culture of the leader.

Consequently, there is a need for a comprehensive research analysis of conceptual and terminological apparatus of problem research of innovative culture development of the future manager of the general secondary educational institution in the master's training process.

ANALYSIS OF RELEVANT RESEARCH

The definition of the term "innovative culture of personality" is one of the most pressing debatable interdisciplinary problems, due to its complex nature. This category consists of two universals, each of which has a different interpretation depending on the field of knowledge (philosophy, culturology, pedagogy, sociology, psychology, etc.). Scientists, comprehending the individual aspect of the studied phenomenon, present their own definitions, within which certain essential characteristics are highlighted. In particular, B. Lysin believes that "innovative culture" is a life culture, where the main motivation for human actions is the desire to update, create and implement new ideas, and the subjects have a moral and psychological ability to perceive innovations, support and broad implementation (Lysin, 2008, p. 51-52). Instead, L. Kholodkova considers "innovative culture" as a sphere of spiritual life of the individual, which reflects its value orientations, which is enshrined in motives, knowledge, skills, abilities and norms of behavior and allows the perception of new ideas, readiness and ability to implement innovations in all life spheres. (Kholodkova, 2006, p. 82-83). In the Law of Ukraine "On priority areas of innovation in Ukraine" the concept of "innovative culture" is considered as a component of innovation potential, which determines the level of educational, cultural and socio-psychological training of individuals and society as a whole to the perception and creative implementation of the economy principles (Law of Ukraine "On Priorities of Innovation in Ukraine", 2011).

In our opinion, the "innovative culture of personality" is a dynamic characteristic that covers the readiness, ability of the individual to create, perceive, disseminate and verify innovations and provides key qualities such as creativity, intuition, risk-taking, ambition, courage and foresight. The innovative culture of the individual includes creative abilities along with the means of restraint, which in this context are the norms of morality, the ability to anticipate the consequences of innovation, personal responsibility. Innovative culture becomes a protective filter for general culture. As its component, innovative culture should produce outwardly only those innovations that will promote the culture development (Kozlova, Milenkova, 2007, p. 20).

Thus, the issues of conceptual and terminological apparatus of problem research of innovative culture development of the future manager of the general secondary educational institution in the master's training process are urgent nowadays.

The aim of the article. To conduct a comprehensive research analysis of conceptual and terminological apparatus of problem research of innovative culture development of the future manager of the general secondary educational institution in the master's training process.

RESEARCH METHODS

Solving the highlighted aim, a set of methods of scientific research adequate to them were used, theoretical: a comparative analysis of conceptual and terminological apparatus of problem research of innovative culture development of the future manager of the general secondary educational institution in the master's training process; a systematic analysis of conceptual and terminological apparatus of problem research of innovative culture development of the future manager of the general secondary educational institution in the master's training process.

RESULTS

The innovative culture emergence, which replaces the traditional, is determined by the processes of creation and dissemination of innovations that determine the vector and nature of modern world development. Innovative culture occupies a prominent place at both the individual and socio-cultural levels. On the one hand, innovative culture can be seen as the readiness and ability of the individual to create and disseminate innovations, the use of new media, the presence of such characteristics as speech culture, spatial imaginative thinking, creativity and self-education. All these qualities are extremely important in a knowledge society, as they allow the subject to productively use the opportunities offered by an innovative society to achieve personal and social goals (Tsvetkova, 2014, p. 21). On the other hand - innovative culture is a fundamentally new level of human development, characterizing the conscious desire of society for material and spiritual self-renewal. Innovative culture is a prerequisite and at the same time the result of qualitative changes in social development, value-semantic and methodological basis of progress, a means of harmonizing all life spheres. The "dualistic" status of innovative culture is illustrated, on the one hand, by its position as a special culture type, on the other – as an element inherent in each type of culture (Tarasova, 2015, p. 308).

We support the opinion of modern researcher B. Lysin that the paradigm source of the "innovative culture" is the "culture" concept in general. Innovation is a quality that is immanent to culture in general, because renewal and progress are necessary conditions for cultural development in general. In the mainstream of the rise of innovative culture, the processes of renewal of various branches of social activity become more intense, include changes of a higher order, such as the transition to new information technologies in education or the introduction of business incubators in higher education or the creation of youth

startups. Innovative culture reflects the axiological orientation of the individual to innovation, recorded in motivation, knowledge, skills and abilities, as well as norms and patterns of behavior. Innovative culture makes it possible to achieve a significant impact on the entire culture of society, especially on the culture of professional activity and industrial relations (Lysyn, 2008, p. 49).

In modern academic thesauri, the number of definitions of "culture" is measured by four-digit numbers. According to the famous modern culturologist P. Gurevich, the multiplicity of culture definitions can be explained by the fact that it reflects the depth and immensity of human existence. To the extent that people are inexhaustible and diverse, how multidimensional and multifaceted culture is (Gurevich, 2001, p. 32). The term "culture" (from the Latin *cultio, cultura* – cultivation), first of all, denotes a set of material and spiritual values that are the result of socio-historical practice of mankind and reflect the historically achieved level of society (Rapatchevich, 2006, p. 363). Culture is a process and result of human development of the world, a special being, the content of which is knowledge and creativity; culture reflects both the development of human spirituality (moral, aesthetic, religious, philosophical, political culture, etc.) and the process of creating material goods (technology, material values, industrial relations, etc.) (Khamytov, Krylova, 2006, pp. 97-98).

The historical experience of theoretical and semantic enrichment of the "culture" concept led to the emergence of a number of relevant culturological concepts, which highlighted its various aspects. Among them: naturalistic, axiological, rationalistic, theological, emotivist, technological, theory of culturological symbolism, personalistic, substantial, information-semiotic, systemic, etc. Appearing in classical Latin, the term "culture" meant caring for the cultivation of the land, and the ancient Roman authors did not distinguish between the concepts of "nature" and "culture". Thus, began the naturalistic paradigm formation, theorists of which considered the origins of culture in nature, because man as its creator is a biological being, and the main environment for the emergence of cultural heritage are the nature resources.

Among the existing palette of approaches to understanding the culture phenomenon of exceptional importance is activity, in which culture is considered as a man's socially progressive creative activity in all life spheres and consciousness, which is a dialectical unity of objectification processes (exteriorization, creation of values, norms, sign systems, etc.) and objectification (interiorization, cultural heritage development), aimed at transforming reality, the transformation of human history into the development of a spiritually rich personality, the comprehensive identification and the personality essential forces development (Fedotov, 2010, p. 225). Man creates a culture in the process of activity – free, purposeful, meaningful, diverse and creative activity, which has the appropriate result. Thus, culture should be considered as a dynamic set of meanings and values (material and spiritual), born of free and creative activity of the individual (Gurevich, 2001, pp. 39, 42).

The methodology of the activity approach to understanding the essence of culture enriches the culturological discourse with the position of creativity as the culture essential feature. As man is inseparable from culture, so culture is impossible without innovation. The famous philosopher and culturologist S. Averintsev noted that it seems an illusion to think that we have a choice between culture and something else; a person living among people has no choice but to have a culture or not. Lack of culture – this person is not given (Gatalska, 2005, p. 38). Extrapolating the scientist's opinion to the problem of the relationship between culture and innovation, we can say that innovation is an integral attribute, a key feature of the creation and culture development, its source, process and result. Thus, the concept of "innovative culture" is largely fundamental to the theoretical positioning of the actual culture phenomenon.

The broad understanding of the term "culture" as a system of material and spiritual values is enriched by individualistic and deontological connotations, because culture is also an ethical and aesthetic category, which generalizes individual personality traits, such as: intelligence, education, morality, humanism, education etc. (Hipsters, 2006, pp. 173–174). The point is that man is not only the creator and subject of culture, he is its bearer, the representative. Thus, culture as a level of society development is present, first of all, in the system of certain qualities of personality, which, in turn, become a prerequisite and means of further mankind's socio-cultural development. In view of the above, in general, the term "culture" we understand the set of attitudes expressed by the individual to all life aspects, which is represented in the creative activity process.

Innovative culture is an extremely broad concept, scope and scale of influence. Like culture in general, innovative culture develops at the socio-cultural (global) and individual levels. On the one hand, the innovative culture manifests itself in the formation of a stable motivation in society to perceive the new, the ability and willingness to comprehensively use innovation in the interests of social progress. Society itself is the author, implementer and consumer of an innovative product. On the other hand, the innovation culture reflects the holistic orientation of a person to innovation, is evidenced by the presence in the individual of abilities, abilities and willingness to produce, implement and enrich innovations (Lysyn, 2008, p. 49). Thus, it is the individual, the professional, who is the subject of the innovative culture.

The innovative culture development depends on a number of criteria that are imperatives of its functioning, namely: interactivity (the interaction presence between the elements, the ability to respond to the challenges and needs of today); systemicity (in this context, innovative culture is considered as a holistic set of interconnected components that form a hierarchical structure); strategic (focus on solving global and long-term problems, a crucial role in organizing the modern world); polyvariance (innovative culture multi-vector development); permanence (continuous innovative culture development, unity of evolutionary and revolutionary ways of creating innovations) (Miklovda, Margitich, Fialkovsky, 2017, p. 20).

In modern socio-humanitarian discourse, the concept of "innovative culture of the individual" becomes relevant. It is considered as a sequence of actions and measures for the production, dissemination and implementation of innovations; as a key factor in economic development; as a system of change values and a set of norms and institutions for their implementation, respectively; as an environment in which innovations are created and enriched, implemented and verified; as a set of innovative and cultural components, the interaction of which causes the emergence of new benefits, and so on. Within the system approach, innovative culture is a matrix in which the innovations development is reflected vertically, and the culture types are reflected horizontally (economic, technological, organizational) (Kubiniy, 2017, pp. 24–26).

It is important in our study to consider the concepts at the micro and macro levels. The micro level involves the personal innovation culture development. These are such personality traits formation as communication, creativity, ability to self-education, innovative behavior, social activity, cooperation and co-creation, ability to adapt quickly, reflection, creative and

intellectual activity, ability to find and use information, ingenuity, development of readiness and ability to innovation, critical perception of information, ingenuity, ability to work in a team and socialization skills. The innovation culture macro level is represented by its subjects such as the population of the city, country, continent, which has a positive attitude to innovation, perceives the conditions of the competitive environment and actively participates in the production and distribution of new products (Karamalikova, 2015, p. 327).

A significant heuristic value for our study is the categorical understanding of the concepts of "development" and "innovative culture development". In general, the concept of "development" is one of the most used in modern socio-humanitarian cognition. With the help of its semantic potential, the content of all aspects of material (material), subjective (ideal), biological (living) and social (social) existence is considered and covered. At the everyday level, the concept of "development" is usually used interchangeably with terms such as "movement", "change", "genesis", "modernization", "reform", "renewal", "improvement", "functioning". , and its semantic load is associated with qualitative transformations, especially progressive content. Of particular importance is the concept of "development" in the cognitive continuum of philosophy of education, educational, psychological and professional-pedagogical knowledge. Within the pedagogical discourse, the category "development" is analyzed along with such concepts as "self-development", "formation", "socialization", "correction". A special place is occupied by the scientific discussion on the relationship between the human context of the concepts of "development" and "formation". Moreover, the problems analysis of modern pedagogical research shows that when studying any pedagogical problem, scientists necessarily turn to its consideration in the context of development. We are talking about the educational ideals of personal development, factors, criteria and conditions of socialization, conceptual approaches, principles, methods, forms, techniques and means of individual development and more.

The problem of development and self-development of the individual becomes extremely important in our time, when society is in constant search of trajectories of global, national, professional and individual development. Moreover, the modern world sets clear criteria for social development, which are reflected in such terms as "sustainable development", "environmental progress", "innovative development" and others. State and political leaders, philosophers, educators and thinkers focus their interests on the purpose, direction and future development of mankind, vectors and strategies of movement, its roadmap, priorities, criteria and indicators of progress, etc. (Weizsäcker, Wijkman, 20019; Strategy; development "Ukraine – 2020", 2015). Society is united in its opinion on the priority of innovative development of all activity spheres: from economic and managerial to educational and cultural. The socially oriented part of humanity calls for the need to create an innovative ecosystem of society and appropriate conditions for the development of economic and technological innovations.

In covering the content and ways of innovative development, the concept of "innovative culture" acquires considerable importance, the formation of which in society is seen as a key indicator of progress in the XXI century. Thus, the Strategy of Innovation Development for the period up to 2030 approved by the Cabinet of Ministers of Ukraine states that the current stage of socio-cultural development requires a strategic vision and consistent state policy to transfer Ukraine to an innovative path of development, formation of a national innovation ecosystem increased the innovative culture development in the country (Development Strategy, 2019). As you can see, the prospect of innovative development depends on the availability of the necessary theoretical and methodological, methodological and technological foundations for the innovative culture development, both in professional and personal dimensions.

An important methodological significance for understanding the essence of the innovative culture development is the specific terminological apparatus of synergetics, in particular such terms as "bifurcation", "nonlinearity", "open system", "attractor" and so on. Valuable is the idea that development is a set of bifurcation points (choices), after which an open system must be determined between several alternatives. As a result of such self-organization processes, attractors are formed – structures that crystallized after the "attenuation" of transients. Such ideas help to understand and take into account the specifics of the innovative culture development of the individual, do not allow to ignore the objective conditions of the educational systems functioning.

DISCUSSION

For a scientifically correct understanding of the innovative culture development process of the individual of considerable interest is the synergetic position on self-development and self-support of any system. Therefore, self-learning and self-improvement play a key role in achieving a high level of innovative culture development. On the one hand, the innovative culture is the result of purposeful activity of the subject and is provided by his self-improvement, on the other hand, it itself forms the subject of activity. In this context, it is valuable that the innovative culture should develop, especially in the process of purposeful learning and professional activity, with the future acmeological attitude to self-development and self-improvement (Shumakov, 2008b, pp. 290, 297).

Innovative culture of personality in the paradigm context of sustainable human development. If scientists consider the development essence within the dialectical and synergetic paradigms, the discussions on its purpose and direction, in particular, are devoted to the concept of mankind's sustainable development, which acquired its final form in the 80s of the twentieth century. Its main task is to achieve a development level when meeting the needs of the current generation will not jeopardize the ability of future generations to meet their needs (Gizatullin, Troitsky, 1998, p. 124). The tasks of sustainable development were concretized in the UN General Assembly Resolution "Transformation of our world. Agenda for Sustainable Development until 2030" (Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development), approved in 2015. It outlined seventeen global goals, including: quality education, gender equality, inequality reduction, clean energy, partnership, etc. (Transforming, 2015). Coordinates for achieving sustainable development, defined by the UN, were implemented in the Decree of the President of Ukraine "On the Sustainable Development Goals of Ukraine until 2030" (Decree, 2019).

It is important to emphasize that the concept of sustainable development is socially oriented. It is aimed at maintaining social and cultural stability, reducing the number of destructive conflicts (Gizatullin, Troitsky, 1998, p. 128). The priority of the sustainable development strategy is innovation, which is based on the active use of knowledge and scientific achievements,

stimulation of innovative activity, creation of a favorable investment climate, etc. The absolute goal of sustainable development is the individual, ensuring decent living and working conditions (Strategy for Sustainable Development of Ukraine until 2030, 2017). An integral part of achieving the criteria and indicators of sustainable development is the educational reform, within which the innovative culture development of teachers and organizers of educational activities is a priority.

So, It is determined that the IC development of the future manager of general secondary educational institution is a systematically organized, scientifically and methodically provided master's training process, determined by the needs of society, state and other customers of educational services and institutionalized, which substantiates the relationship and interdependence of the future manager's IC with its development stages, which correlate with the content and pedagogically appropriate methodological systems of professional training in higher education.

RESULTS AND PERSPECTIVES OF THE FURTHER RESEARCH

Thus, modern theories of social development make it possible to identify the specifics of the innovation culture development and give grounds to conclude that the innovation and innovation culture development is a natural, necessary, historically determined and self-organized process of objectification and institutionalization of innovative content at the social and individual levels. Enriching the individual's innovative culture is a multifaceted and specific process, the demand and success of which depends on a number of socio-cultural and global political conditions, such as: the level of public policy, features of religious life and more. It is important to understand that the emergence of innovation and innovation culture is possible only if the dialectical and synergetic nature of life is taken into account. For the innovative culture development is of exceptional importance the openness of educational systems, the presence of the environment and mechanisms for the natural struggle of contradictory and opposing forces, the absence of authoritarian and artificial interference in the institutionalization of innovative culture. The main task facing national education today is to legitimize in society the idea of the need for innovation and the innovative culture importance, to translate innovation from the status of a trend term into an objective, perceived by society and government vital needs of the XXI century.

References

1. Decree of the President of Ukraine "On the Sustainable Development Goals of Ukraine until 2030". (2019). Retrieved from: <https://www.president.gov.ua/documents/7222019-29825>.
2. Fedotov, O.O. (2010). *Innovative activity: institutional aspect (author's dissertation...Candidate of Economic Sciences: 08.00.01)*. Donetsk.
3. Gatal'skaya, S.M. (2005). *Philosophy of culture*. Kyiv: Lybid
4. Gizatullin, Kh.N., Troitsky, V.A. (1998). The concept of sustainable development: a new socio-economic paradigm. *Social Sciences and Modernity*, 5, 124–130.
5. Gurevich, P.S. (2001). *Culturology*. Moscow: Gardariki.
6. Hipsters, Z. W. (2006). *Culturological dictionary-reference book*. Kyiv: VD "Professional". Kyiv: VD «Professional».
7. Karamalikova, N.V. (2015). Innovation culture as an educational paradigm. *Theory and Practice of Social Development*, 20, 326–328.
8. Kholodkova, L.A. (2006). Innovative culture of subjects of higher professional education. *Izvestia of the Russian State Pedagogical University. A. I. Herzen*, 1, 78–84.
9. Kozlova, O.G., Milenkova, R.V. (2007). *Innovative culture: essential characteristics*. Sumy: SumDPU imeni A. S. Makarenka.
10. Kubiniy, V.V. (2017). Modern concepts of innovative culture. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series: Economics*, 2 (50), 23–27.
11. Lisin, B.K. (2008). Innovative culture. *Innovations*, 10 (120), 49–53.
12. Miklovda, V.P., Margitich, V.V., Fialkovsky, A.R. (2017). Content and imperatives of innovative culture. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series: Economics*, 2 (50), 16–22.
13. Shumakova, O. A. (2008b). Acme purposeful strategies for self-improvement of the innovative culture of the individual in the process of professionalization. *Izvestia of the Russian State Pedagogical University. A. I. Herzen*, 81, 289–297.
14. *Strategy of sustainable development of Ukraine until 2030*. (2017). Project. Retrieved from: file:///C:/Users/User/Downloads/UNDP_Strategy_v06-optimized.pdf.
15. *Sustainable Development Strategy "Ukraine – 2020"*. (2015). Retrieved from : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5/2015#Text>
16. Tarasova, O. V. (2015). A modern approach to the concepts of "traditional" and "innovative" culture. *Theory and Practice of Social Development*, 12, 308–310.
17. *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. (2015). Retrieved from: <https://www.unfpa.org/resources/transforming-our-world-2030-agenda-sustainable-development>
18. Tsvetkova, I. V. (2014). The structure and functions of an innovative culture. *Karelian Scientific Journal*, 9, 21–23.
19. Weizsacker, E., Weikman, A. (2019). *Come on! Capitalism, closeness, population and ruin of the planet. Add the Roman club*. Kiev: Samit-book.

ПОНЯТТЕВО-ТЕРМІНОЛОГІЧНИЙ АПАРАТ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ІННОВАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ МАЙБУТНЬОГО КЕРІВНИКА ЗАКЛАДУ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ У ПРОЦЕСІ МАГІСТЕРСЬКОЇ ПІДГОТОВКИ

О.В. Семеніхіна, Д.О. Козлов, О.Г. Козлова

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

Анотація. Розглянуто науково-теоретичні підходи дослідників до розуміння основних понять і категорій проблеми. Можна констатувати, що відповідна терміносистема не має уніфікованих та однозначних визначень, адже наукові підходи до

розуміння інновацій, або ж культури складно перерахувати. У той самий час, сучасні тлумачення провідних категорій дослідження дають змогу запропонувати визначення ІК майбутнього керівника ЗЗСО як динамічну та системну цілісність, що містить пізнавально-практичну, аксіологічно-рефлексивну та креативно-прогностичну складові та відображає готовність до вільного оперування знаннями, уміннями, навичками з обраної професії та характеризує здатність майбутнього керівника до вирішення управлінських завдань задля забезпечення конкурентоспроможності закладу загальної середньої освіти в ситуаціях невизначеності мінливих соціально-економічних та освітніх умов.

Формулювання проблеми. Необхідність категоричного тлумачення тезаурусу зумовлена методологічними пріоритетами науковості, об'єктивністю, системністю, цілісністю, єдністю, складністю та логічністю дослідження. Правильність використання відповідних понять і категорій визначається точністю їх визначень, оскільки саме від того, що ми маємо на увазі під тим чи іншим поняттям, повністю залежить перевірка представленої концепції інноваційної культури лідера.

Отже, існує потреба в комплексному дослідницькому аналізі концептуального та термінологічного апарату проблемного дослідження розвитку інноваційної культури майбутнього керівника закладу загальної середньої освіти в процесі підготовки магістра.

Матеріали і методи. Вирішуючи виділену мету, було використано комплекс адекватних їм методів наукового дослідження, теоретичний: порівняльний аналіз понятійно-термінологічного апарату проблемного дослідження розвитку інноваційної культури майбутнього керівника закладу загальної середньої освіти в процесі підготовки магістрів; систематичний аналіз понятійно-термінологічного апарату проблемного дослідження розвитку інноваційної культури майбутнього керівника закладу загальної середньої освіти в процесі підготовки магістрів.

Результати. У статті подано розвиток інноваційної культури майбутнього керівника закладу загальної середньої освіти як системно організований, відповідно забезпечений процес у магістерській підготовці, визначений потребами суспільства, держави і замовників освітніх послуг та інституціалізований, що ґрунтує взаємозв'язок і взаємозалежність складових інноваційної культури з етапами її розвитку, які корелюються зі змістом і педагогічно доцільними методичними системами професійної підготовки в закладі вищої освіти.

Визначено, що розвиток ІК майбутнього керівника ЗЗСО – це системно організований, науково-методично забезпечений процес у магістерській підготовці, визначений потребами суспільства, держави й інших замовників освітніх послуг та інституціалізований, що ґрунтує взаємозв'язок і взаємозалежність складових ІК керівника з етапами її розвитку, які корелюються зі змістом і педагогічно доцільними методичними системами професійної підготовки в закладі вищої освіти.

Висновки. Отже, сучасні теорії розвитку суспільства дають можливість виявити специфіку розвитку інноваційної культури та дають підстави для висновку, що розвиток інновацій та інноваційної культури є закономірним, необхідним, історично обумовленим і самоорганізованим процесом об'єктивації та інституціалізації інноваційного контенту на суспільному та індивідуальному рівнях. Збагачення інноваційної культури особистості є багатограним і специфічним процесом, затребуваність та успішність якого залежить від низки соціокультурних і глобально-політичних умов, як-от: рівень НТП, державна політика, особливості релігійного життя тощо. Важливо розуміти, що поява інновацій та інноваційної культури можлива винятково за умов урахування діалектичної та синергетичної природи буття. Для становлення інноваційної культури виняткове значення становить відкритість освітніх систем, наявність середовища й механізмів для природної боротьби взаємосуперечливих і протилежних сил, відсутність авторитарних і штучних втручань у процеси інституціалізації інноваційної культури.

Ключові слова: інновація, культура, інноваційна культура, суспільство, особистість, керівник, заклад загальної середньої освіти, процес магістерської підготовки

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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.



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

Сороко Н.В. Функції доповненої реальності для підтримки STEAM освіти в закладах загальної освіти. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 3(29). С. 24-30.

Soroko N. The augmented reality functions to support the STEAM education at general education institutions. Physical and Mathematical Education. 2021. Issue 3(29). P. 24-30.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-029-3-004

UDC 373.3/.5.091-026.911:004.946

N. Soroko

Institute of Information Technologies and Learning Tools of NAES of Ukraine, Ukraine

nvsoroko@gmail.com

ORCID: 0000-0002-9189-6564

THE AUGMENTED REALITY FUNCTIONS TO SUPPORT THE STEAM EDUCATION AT GENERAL EDUCATION INSTITUTIONS

ABSTRACT

The paper considers immersive technologies in education. Augmented reality classifications are provided depending on the data presentation methods, the type of AR devices, according to the type of information provided by the augmented reality, and the areas of use. The importance of augmented reality in education, in particular for the support and development of STEAM education in school, is determined. An example of a STEAM project for a secondary school using augmented reality is given.

Formulation of the problem. The need for research due to various factors impact on education, namely increased requirements for competitive youth, pandemic caused COVID-19, increasing the role of distance and online learning, digitalization of various human activities, giving special importance to digital literacy, inquiry-based science education, project-based learning, challenge-based learning, etc. A significant problem arises in the process of organizing practical and laboratory classes in non-humanities, where the formation of competencies takes place in the process of using laboratory equipment and inter-action with technical facilities. Therefore, the main task of our study is to replace real laboratory equipment with virtual, which is implemented by virtual (VR) and augmented reality (AR) and is one of the possible approaches in terms of distance learning, STEAM education approach and quarantine.

Materials and methods. To achieve the purpose of our study we used the following methods: a systematic and comparative analysis of pedagogical, psychological, philosophical, sociological findings, methodological and specialized literature; analysis of the pedagogical experience of using the AR for STEAM approach in school; synthesis and generalization to formulate the main points of the study; interviews and questionnaires of teachers about their understanding and attitude to augmented reality as a means of supporting STEAM education in school; interpretation of the research results.

Results. Teachers were interviewed about their attitudes and understanding of AR to support STEAM education and to identify the main augmented reality functions in conducting STEAM projects in schools. Conclusions are made on the attitude of teachers to the use of augmented reality to support and develop STEAM education and the main augmented reality functions, which teachers consider the most important for students to implement STEAM projects.

Conclusions. AR applications can enhance the learning process, learning motivation and effectiveness; help teachers to overlay information, visuals, and different forms of content on an ordinary chalkboard, providing contextual and relevant results, to enhance learning; improve student performance, help focus the user's attention on specific tasks.

AR bring significant specifics to the teachers' professional activities and student learning, to the transformation of the content of education. AR provide the formation and development of a new information method of presentation and assimilation of material, are high-tech didactic tools.

Our further research is the creation of algorithms for the use of AR for lessons and projects using the STEAM approach, which will improve the quality of education at general education institutions.

KEY WORDS: immersive technologies, augmented reality, STEAM education, STEAM approach, STEM education, general education institution.

INTRODUCTION

The rapid development of the information society significantly contributes to the deepening of research and the emergence of new areas of knowledge and technology, such as information and communication technologies (ICT), nano- and biotechnology, and others. This causes a change of priorities in education. Important in the educational process of a secondary school is the orientation of teachers to the competence approach, the development of students' sense of initiative and entrepreneurship, creative thinking, the ability to turn ideas into life through creativity, innovation and others. One of the main

trends in the modernization of education is the focus on the so-called "STEM" education, which involves integration between the disciplines of natural sciences, technological sciences, engineering and mathematics. The urgency of this area is explained by the significant demand of the world labor market for specialists who will provide scientific and technological progress (Soroko, 2020). The STEAM ("A" – art) education approach help students discover how the arts are an integral part of processes and products that involve science, technology, engineering, and mathematics. The arts can also help increase engagement since students can connect artistic mediums that they enjoy (for example, music, history, literature, visual arts and other) with more technical projects that may seem daunting at first, such as building an app or programming a robots. Such approach able to combine the familiar with the unfamiliar, acquiring new skills and discovering the world of artistic innovation.

In the context of the pandemic caused by COVID-19, distance learning with the help of ICT becomes important for the school learning process. In distance learning, the teaching of theoretical material is sufficiently well implemented by simple means of audio or video broadcasts, placement of text materials or presentations. A significant problem arises in the process of organizing practical and laboratory classes in non-humanities, where the formation of competencies takes place in the process of using laboratory equipment and inter-action with technical facilities. Therefore, the main task of our study is to replace real laboratory equipment with virtual, which is implemented by virtual (VR) and augmented reality (AR) and is one of the possible approaches in terms of distance learning, STEAM education approach and quarantine.

THEORETICAL BACKGROUNDS

VR is a digital environment where elements are displayed to a user via different interfaces for the respective senses, and in which the participant is immersed in an artificially created world, which may or may not mimic the properties of a real environment, either existing or fictional, but which may also exceed the bounds of physical reality by creating a world in which the physical laws governing gravity, time and material properties no longer hold (Craig, Sherman, & Will, 2009).

Tepe T., Kaleci D., Tüzün H. define VR as a three-dimensional simulation environment where users can experience closeness to a real-world experience in an artificial world developed with a variety of visualization devices and equipment, as well as interacting with other objects (Tepe T., Kaleci D., Tüzün H., 2018).

Virtual reality should not be confused with augmented reality. Their fundamental difference in that the virtual constructs a new artificial world, and augmented reality only introduces certain artificial elements into the perception of the real world.

We should pay attention to the idea "Reality Virtuality Continuum" by Paul Milgram (Milgram, et al., 1995). It spans from a completely real environment to a completely virtual environment. The span between the two extremities is a range called "mixed reality" (MR), which includes the virtual reality (VR) and the augmented reality (AR), while technology enabling immersion into mixed realities is commonly referred to as "immersive technology" (Mihelj, et al., 2014).

We provide a comparative description of VR and AR to understand, how they differ from each other:

- VR constructs a new artificial world, and AR only introduces some artificial elements into the perception of the real world;

- VR is a reflection of the real world around us, artificially created by technical tools and presented in digital form by specialized helmets and goggles; AR is usually implemented using applications for smartphones and tablets, augmented reality glasses, stationary screens, projection devices and other technologies.

Researchers determine that augmented reality is more promising for its use in various spheres of human activity than virtual reality.

In 2019, the Perkins Coie conducted a survey on the attitude of citizens to the use of augmented reality (Augmented and Virtual Reality survey report, 2019).

The vast majority – 70% – of respondents (the survey was completed by 200 respondents) said in 2019 they anticipate the AR market to surpass the VR market in revenue. When asked when the AR market will surpass the VR market, 81% of respondents predicted it would happen within five years (Augmented and Virtual Reality survey report, 2019).

In January and February 2020, 191 professionals completed the 2020 Augmented Reality and Virtual Reality Survey conducted by Perkins Coie LLP, the XR Association, and Boost VC (Augmented and Virtual Reality survey report, 2020). Among the respondents were: C-Suite (48%); Engineer / Producer (14%); Marketing / Business Development (12%); Consultant / Lawyer (5%); Investor (4%); Other (17%).

The situation regarding the attitude of respondents to augmented and virtual realities has not changed compared to 2019: 76% of respondents said they anticipate the AR market to surpass the VR market in revenue (Fig. 1).

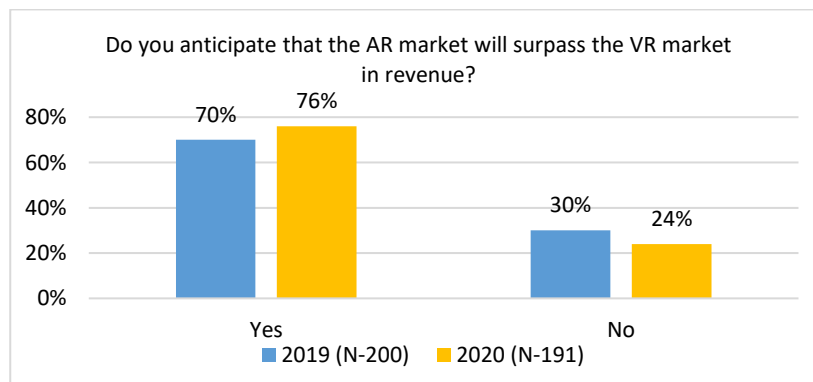


Fig. 1. Diagram of presenting the results of respondents' answers to questions «Do you anticipate that the AR market will surpass the VR market in revenue?» (2019 & 2020)

The arguments for such respondents' answers (Fig. 1) were provided by the respondents in the answers to the questions «Which of the following factors are most responsible in terms of the AR market surpassing the VR market? (Select all that apply)»:

- Cost (e.g., creating good AR apps or adding AR features to an existing app is cheaper than producing good VR apps and content) – 57%;
- Accessibility of AR – 52%;
- Safety – 45%;
- Easier and more intuitive experiences offered by AR – 41%;
- Higher investment by businesses in AR technology – 33%;
- Scalability of AR – 30%;
- More real-world applications and tangible benefits for AR – 30%;
- Greater presence of AR-compatible applications and software – 27%;
- Higher preference for AR by consumers – 24%;
- No requirement of additional gear for AR – 9%.

Due to the big variety of applications related to augmented reality, it can be distinguished the following types:

1. According to the representation method (Fig. 2):

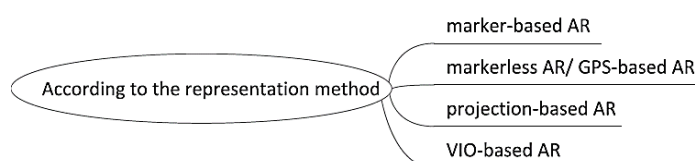


Fig. 2. Types of AR according to the representation method

– marker-based AR, that uses a camera and a special passive visual marker, such as a QR code (quick response code), which shows the programmed result only when the sensor reads it (Jack C.P. Cheng, 2017);

– markerless AR, that uses Global Positioning System (GPS); the most common uses are to mark destinations, search for the right number, such as a café or office, or in location-oriented apps (Jack C.P. Cheng, 2017);

– projection-based AR is a video projection technique, which can extend and reinforce visual data by throwing images on the surface of 3D objects or space; this belongs to Spatial Augmented Reality in a broad sense (Lee, Jaewoon, 2015)

– VIO-based AR (Visual Inertial Odometry, VIO) is a technology that helps track position and navigate in space with sensors and a camera; this makes it possible to create an accurate 3D model of the space around the device, update it in real time, determine its position in it, transfer this data to all applications and apply additional layers on top of it (X. Li, 2020).

2. According to the type of AR devices (Pratibha Jha, Sapna Yadav, 2019) (Fig. 3):

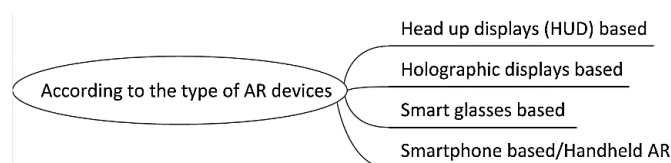


Fig. 3. Types of AR according to the type of AR devices

– Head up displays (HUD) based, that contains such components as a projector unit, a viewing glass (combiner) and a computer (symbol generator);

– Holographic displays based, that can realize the functions of an optical combiner, a see-through eye piece or a beam expander (Y. Li, P. Zhou and Y. Su, 2019);

– Smart glasses based are defined as wearable AR devices that are worn like regular glasses and merge virtual information with physical information in a user's view field (Ro, Young, 2017);

– Smartphone based/Handheld AR, that is allowing users to interact with the virtual object in augmented scene in handheld devices (Chowdhury, Shahan, 2013).

3. According to the type of information provides by augmented reality (Fig. 4)



Fig. 4. Types of AR according to the type of information provides by augmented reality

– AR for Visual Perception, that to provide visual images based on visual perception of information;

– Audio AR, that is for audio perception focused on auditory perception and are usually used in navigation (Hannes Gamper, 2014);

– Audio-visual AR, that is a technology that combines audio and video expressions (Edmund Ng Giap Weng, 2013).

4. According to the using fields (R. Silva, 2004) AR can be for entertainment and news business, education, medicine, engineering and manufacturing, military training, engineering design, tourism, shopping and other (Fig. 5).

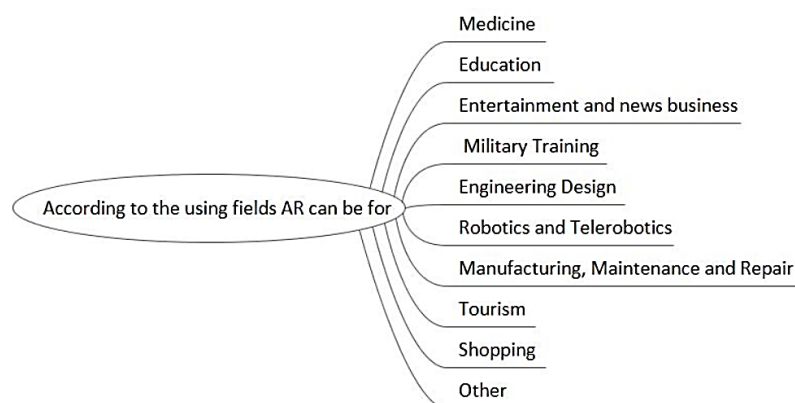


Fig. 5. Types of AR according to the using fields

We should be noted that augmented reality is becoming relevant in education (Augmented and Virtual Reality survey report, 2020).

Mustafa Sirakaya and Didem Alsancak Sirakaya (Mustafa Sirakaya, Didem Alsancak Sirakaya, 2018) conducted research on scientific publications related to the use of augmented reality in various fields of science, and determined that:

- AR is often used in biology (19,8%), engineering (12,8%) and medical training (11,6%);
- AR technology is also employed in fields such as language education (5,8%), special education (4,7%), preschool education (3,5%), history education (2,3%) and astronomy education (2,3 %).

Scientists point out that AR is especially important for to implementation STEAM approach in education (Jesionkowska, Joanna, 2020). AR application in STEAM education brings lessons and textbooks to life by combining video, photos, and audio in an interactive platform (Nawarat Wittayakhom & Pallop Piriyaawong, 2020). This provides students with an engaging way to learn that can make complex subjects and topics easier to grasp and understand makes teaching easier where teachers no longer need to explain complex concepts.

The purpose of the article is to analyze the use of augmented reality to support of STEAM education at school and highlighting the main functions of augmented reality for this.

RESEARCH METHODOLOGY

To achieve the purpose of our study we were used the following methods: a systematic and comparative analysis of pedagogical, psychological, philosophical, sociological works, methodological and specialized literature; analysis of the pedagogical experience of using the AR for STEAM approach in school; synthesis and generalization to formulate the main points of the study; interviews and questionnaires of teachers about their understanding and attitude to augmented reality as a means of supporting STEAM education in school; interpretation of the research results.

RESULTS

Once the surveys distributed in online format (Google Forms) among 24 teachers from a Primary Education school and 70 teachers from Secondary General Education two schools (Levels I-III N1 in Brovary (Ukraine) and at Semipolkivskyi Secondary School of the 1st-3rd Grade (Ukraine)), the data were collected and a statistical study was carried out among all the teachers surveyed.

Table 1

The results of teachers' survey on their attitudes and understanding AR for STEAM education

	Strongly disagree (%)	Disagree (%)	Neither agree nor disagree (%)	Agree (%)	Strongly agree (%)
I have a clear understanding of what AR is and how I can it integrated with STEAM education in my class	8,0	27,0	27,0	34,0	4,0
I have heard colleagues talking about AR for STEAM education	–	24,0	32,0	36,6	7,4
I have talked with colleagues about AR for STEAM education	–	35,0	32,0	33,0	–
I can employ teaching approaches with AR that foster integrated STEAM education	–	43,6	25,7	30,7	–
Total (N= 94)					

According to the survey results on teachers' understanding AR to be provided for supporting the STEAM-oriented approach in general school teaching process, the teachers are interested in using AR in STEAM education:

«I have a clear understanding of what AR is and how I can integrate it with STEAM education in my class»: Neither agree nor disagree – 27%; Agree – 27%; Strongly agree – 4;

«I have heard colleagues talking about AR in STEAM education»: Neither agree nor disagree – 32%; Agree – 36,6%; Strongly agree – 7.4%;

«I have talked with colleagues about AR in STEAM education»: Neither agree nor disagree – 32%; Agree – 33%;

«I can use teaching approaches with VR that foster integrated STEAM education»: Neither agree nor disagree – 25.7%; Agree – 30,7%.

We invited teachers to conduct a training project that can cover all STEAM disciplines, the use of ICT and especially AR. The project was developed within the MOOC «Aerospace in Class» *coordinated by European Schoolnet* (<https://www.europeanschoolnetacademy.eu/courses>). The name of the project is «Future of Space».

In Table 2, we offer the approximate plan of realization the Project «Future of Space», which displays and supports inquiry-based science education, project-based learning.

Table 2

The approximate plan of realization the Project «Future of Space»

The components of the project	Short description
Summary of project «Future of Space»	1. In this deliberation, students will explore current issues pertaining to the space program and form opinions regarding priorities for space travel and exploration, and private partnership in the space program. 2. Space exploration studies can sometimes produce unintended consequences. One of them is fatal accidents and the other is space pollution. Space pollution is caused by the remains of satellites, telescopes, space laboratories and fragments that have been thrown from Earth into space.
Subjects	Science, mathematics, IT, visual arts
Topic	Clouds in the sky, life in space, space costumes, making rocket and more
Questions for brainstorming and discussion	How would be like our clothes if we lived in space? What are the requirements for transport to be used in space? What problems can the ecology of space have if people actively use it?
Age range of students	7-11 age (there is no physics or chemistry in the curricula); 12-14 age (within the curricula of subjects); 14-16 age (Consolidation); 16-18 age (Deepening)
Preparation time	150 minutes
Teaching time	30 minutes – space suit design, 30 minutes – space cap, 30 minutes – making rocket (solving experimental problems and tasks), 30 minutes – planetary cards
Online teaching material	Padlet, Kahoot, Canva, etc.; Python: https://www.programiz.com/python-programming/online-compiler/ (to write programs for solving problems); Air-breathing rocket engines: the future of space flight: https://physicsworld.com/a/air-breathing-rocket-engines-the-future-of-space-flight/ ; 4d space cards
Offline teaching material	Surgical suit, mask, paper, glue, colored printouts, etc.
AR	GeoGebra AR, AR Geometry Hololens 2, AR Chemistry Mobile App, Merge EDU (Merge Cube), CoSpaces Edu application, Planets AR, Skyscrapers AR,
Results	Presentations of problem solving and models of space ships or clothes for Space

Within the theme of this project, STEAM subject teachers had to develop their tasks for students of different levels of education, who may be close to the problem of the project and try out the proposed AR tools or offer their own tools (for example, GeoGebra AR, AR Geometry Hololens 2, AR Chemistry Mobile App, Merge EDU, CoSpaces Edu application, etc).

After conducting this project in two schools (Levels I-III N1 in Brovary (Ukraine) and at Semipolkivskyi Secondary School of the 1st-3rd Grade (Ukraine), 2021), we offered to teachers (68 secondary school teachers) determine what features augmented reality tools have to support the STEAM-oriented approach in general school (Table 3).

Respondents were asked to evaluate the proposed augmented reality functions to support the STEAM education at school by using a five Likert scale ranging from very undesirable (1) to very desirable (5).

Table 3 demonstrates that teachers especially distinguish such augmented reality functions to support the STEAM education at school, as:

- Learning function that affects the students learning needs and provides assistance in solving educational problems;
- Function of models' visualization for students' perception of educational material;
- Motivational function that influences the increase of students' interest in learning;
- Didactic function, which provides for the appropriate use of AR to facilitate the implementation of the educational process in accordance with the curricula of subjects.

In addition to these features, we have to add, that an important function of augmented reality is to provide context awareness, which is the ability to provide information appropriate to the situation. The motivating strength of context awareness is precision: it enables the correct information, and only the correct information, to be displayed at the appropriate time.

Table 3

The survey results about teachers' attitudes to the proposed augmented reality functions to support the STEAM education at school

The augmented reality functions to support the steam education at school	Mean values
Learning function that affects the students learning needs and provides assistance in solving educational problems	4,9
Function of models' visualization for students' perception of educational material	4,9
Motivational function that influences the increase of students' interest in learning	4,9
Learning mobility, which provides the possibility of independent learning material by students, without explanations and support of the teacher	2,7
Technological function, which provides communication between the participants of the educational process, support for laboratory, practical, control works and their evaluation, access to various data sources (databases, conferences, electronic libraries, etc.)	3,7
Psychological function that helps to motivate the subjects of the educational process (teachers; students; parents; specialists in certain fields of education, science, business, etc.) To participate in educational projects in the fields of steam; promotes the formation of students' responsible behaviours in the implementation of these projects and the development of professional competence of teachers to encourage the subjects of the educational process to participate in them	3,5
Didactic function, which provides for the appropriate use of ar to facilitate the implementation of the educational process in accordance with the curricula of subjects	4,5
Total (n= 68)	

CONCLUSIONS

AR applications can enhance the learning process, learning motivation and effectiveness; help teachers to overlay information, visuals, and different forms of content on an ordinary chalkboard, providing contextual and relevant results, to enhance learning; improve student performance, help focus the user's attention on specific tasks.

AR have a number of characteristics that become advantages over other types of visualization to support STEAM education:

- ensuring interaction with the object on an intuitive level;
- providing real-time information;
- easy to use (no special skills and knowledge required for viewing);
- providing an opportunity to show what cannot be imagined in the usual ways;
- providing opportunities to easily change the parameters of the object through the interface of a special application;
- providing opportunities to adapt virtual objects to the real environment.

Thus, AR bring significant specifics to the teachers' professional activities and student learning, to the transformation of the content of education. AR provide the formation and development of a new information method of presentation and assimilation of material, are high-tech didactic tools.

Our further research is the creation of algorithms for the use of AR for lessons and projects using the STEAM approach, which will improve the quality of education at school.

References

1. Augmented and Virtual reality survey report (2019). Presented by PERKINS COIE. URL: <https://www.perkinscoie.com/images/content/2/1/v4/218679/2019-VR-AR-Survey-Digital-v1.pdf>. (Last accessed: 15.05.2021).
2. Augmented and Virtual reality survey report (2020). Presented by PERKINS COIE. URL: <https://www.perkinscoie.com/images/content/2/3/v4/231654/2020-AR-VR-Survey-v3.pdf>. (Last accessed: 19.05.2021).
3. Chowdhury, Shahan & Arshad, Haslina & Parhizkar, Behrang & Obeidy, Waqas. (2013). Handheld Augmented Reality Interaction Technique.(8237. pp. 418-426). DOI: 10.1007/978-3-319-02958-0_38.
4. Craig, A. B., Sherman, W. R., & Will, J. D. (2009). Developing Virtual Reality Applications -Foundations of Effective Design. Multiple: Morgan Kaufmann Publishers.
5. Edmund Ng Giap Weng, Md. Abdullah-Al-Jubair, Shahren Ahmad Zaidi Aduce, Oon Yin Bee (2013). Graphics, Audio-visuals and Interaction (GAI) based handheld augmented reality system. The 9th International Conference on Cognitive Science. Procedia - Social and Behavioral Sciences 97. (pp.745–752). Published by Elsevier Ltd. DOI: 10.1016/j.sbspro.2013.10.296
6. Hannes Gamper (2014). Enabling technologies for audio augmented reality systems. Aalto University publication series doctoral dissertations. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/80711759.pdf>. (Last accessed: 19.05.2021).
7. Jack C.P. Cheng, Keyu Chen, and Weiwei Chen (2017). Comparison of marker-based AR and markerless AR: A case study on indoor decoration system. [Proc. Lean & Computing in Construction Congress (LC3)] (Vol. 2) (CONVR), Heraklion, Greece. DOI: 10.24928/LC3-2017/0231.
8. Jesionkowska, Joanna; Wild, Fridolin; Deval, Yann (2020). Active Learning Augmented Reality for STEAM Education – A Case Study. Educ. Sci. 10, no. 8: 198. <https://doi.org/10.3390/educsci10080198>.

9. Lee, Jaewoon; Kim, Yeonjin; Heo, Myeong-Hyeon; Kim, Dongho; Shin, Byeong-Seok (2015). Real-Time Projection-Based Augmented Reality System for Dynamic Objects in the Performing Arts. *Symmetry* 7(1), pp. 182–192. <https://doi.org/10.3390/sym7010182>
10. Mihelj, Matjaž, Novak, Domen, Beguš, S. (2014). Virtual Reality Technology and Applications. DOI:10.1007/978-94-007-6910-6
11. Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A. & Kishino, F. (1995). Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. *s.l., s.n.* (pp. 282–292).
12. Nawarat Wittayakhom & Pallop Piriya-surawong (2020). Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to Enhance Creativity and Innovation. [*Higher Education Studies*] (Vol. 10, No. 4.) URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1274957.pdf> (Last accessed: 19.05.2021).
13. Pratibha Jha, Sapna Yadav (2019). Virtual and Augmented Reality: An Overview. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development (IJTSRD)* (Volume: 3. Issue: 3.) URL: www.ijtsrd.com (Last accessed: 19.05.2021).
14. R. Silva, J. C. Oliveira, G. A. Giraldo (2004). Introduction to Augmented Reality. National Laboratory for Scientific Computation. URL: <https://www.incc.br/~jauvane/papers/RelatorioTecnicoLNCC-2503.pdf>. (Last accessed: 25.05.2021).
15. Ro, Young & Brem, Alexander & Rauschnabel, Philipp. (2017). Augmented Reality Smart Glasses: Definition, Concepts and Impact on Firm Value Creation. DOI: 10.1007/978-3-319-64027-3_12.
16. Soroko N. (2020). Methodology for Teachers' Digital Competence Developing Through the Use of the STEAM-oriented Learning Environment. ICTERI-2020. Part VI: 4th International Workshop Methods, Resources and Technologies for Open Learning and Research (MROL 2020). (pp. 1260-1271). URL: <http://ceur-ws.org/Vol-2732/20201260.pdf>. (Last accessed: 19.05.2021).
17. Tepe T., Kaleci D., Tüzün H. (2018) Virtual Reality Applications in Education. In: Lee N. (eds) *Encyclopedia of Computer Graphics and Games*. Springer, Cham. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-08234-9_166-1 (Last accessed: 21.05.2021).
18. X. Li, Y. Tian, F. Zhang, S. Quan and Y. Xu (2020). Object Detection in the Context of Mobile Augmented Reality. 2020 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR). (pp. 156-163). DOI: 10.1109/ISMAR50242.2020.00037.
19. Y. Li, P. Zhou and Y. Su (2019). Holographic Displays for AR Applications. IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE). 1-2. DOI: 10.1109/ICCE.2019.8662088.
20. Mustafa Sirakaya, Didem Alsancak Sirakaya (2018). Trends in Educational Augmented Reality Studies: A Systematic Review. URL: <http://dx.doi.org/10.17220/mojet.2018.04.005>.

ФУНКЦІЇ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ ДЛЯ ПІДТРИМКИ STEAM ОСВІТИ В ЗАКЛАДАХ ЗАГАЛЬНОЇ ОСВІТИ

Н.В. Сороко

Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, Україна

Анотація. У роботі розглянуті іммерсивні технології в освіті. Надані класифікації доповненої реальності (AR) залежно від методів представлення даних, за типом AR-пристроїв, відповідно до типу інформації, що надає доповнена реальність, та за галузями використання. Визначено значення доповненої реальності в освіті, зокрема для підтримки та розвитку STEAM-освіти в школі. Наведений приклад STEAM-проєкту для закладу загальної освіти із використанням доповненої реальності.

Формулювання проблеми. Необхідність дослідження обумовлена різними чинниками впливу на освіту, а саме: підвищенням вимог до конкурентноспроможної молоді, пандемія, спричинена COVID-19, підвищення ролі дистанційного та онлайн навчання, цифровізація різних галузей людської діяльності, надання особливого значення цифровій грамотності особистості, розвиток проєктного і проблемно-орієнтованого навчання та ін. У дистанційному навчанні викладання теоретичного матеріалу досить добре реалізується за допомогою простих засобів аудіо- чи відеотрансляції, розміщення текстових матеріалів або презентацій. Значна проблема виникає в процесі організації практичних та лабораторних занять з негуманітарних дисциплін, де формування вмінь і навичок відбувається в процесі використання лабораторного обладнання та взаємодії з технічними засобами. Тому основним завданням нашого дослідження є заміна реального лабораторного обладнання на віртуальне, яке реалізоване через використання доповненої реальності.

Матеріали і методи. Для досягнення мети дослідження нами були використані наступні методи: систематичний та порівняльний аналіз педагогічних, психологічних, філософських, соціологічних робіт, методичної та спеціалізованої літератури; аналіз педагогічного досвіду використання AR для підходу STEAM у школі; синтез та узагальнення для формулювання основних моментів дослідження; інтерв'ю та анкетування вчителів про їх розуміння та ставлення до доповненої реальності як засобу підтримки навчання STEAM у школі; інтерпретація результатів дослідження.

Результати. Проведено опитування вчителів щодо їхнього ставлення і розуміння AR для підтримки STEAM освіти та щодо визначення основних функцій доповненої реальності при проведенні STEAM-проєктів у школі. Сформульовано висновки щодо ставлення вчителів до використання доповненої реальності для підтримки і розвитку STEAM освіти та основних функцій доповненої реальності, які вчителі вважають найбільш важливими для здійснення учнями STEAM проєктів.

Висновки. Додатки AR можуть покращити процес навчання, мотивацію та ефективність навчання; допомогти викладачам подавати інформацію учням, візуальні зображення та різні форми вмісту на звичайну дошку, забезпечуючи контекстуальні та відповідні результати для покращення навчання; покращити навчальну успішність учнів, допомогти їм зосередити увагу на конкретних завданнях та об'єктах.

AR вносять значну специфіку до професійної діяльності вчителів та навчання учнів, до трансформації змісту освіти. AR забезпечують формування та розробку нового інформаційного методу викладу та засвоєння матеріалу, є високотехнологічними дидактичними інструментами.

Наші подальші дослідження полягають у створенні алгоритмів використання доповненої реальності для уроків та проєктів із використанням підходу STEAM, що покращить якість навчання в школі.

Ключові слова: іммерсивні технології, доповнена реальність, STEAM освіта, STEAM підхід, STEM освіта, заклад загальної освіти.



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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



Асмыкович И.К., Пыжкова О.Н., Борковская И.М. Об опыте преподавания математики для инженерных специальностей в рамках дистанционного обучения. *Фізико-математична освіта*. 2021. Випуск 3(29). С. 31-36.

Asmykovich I., Pyzhkova O., Borkovskaya I. About the experience of teaching mathematics for engineering specialties in the framework of distance learning. *Physical and Mathematical Education*. 2021. Issue 3(29). P. 31-36.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-029-3-005

УДК 378.147:512.5

И.К. Асмыкович

Белорусский государственный технологический университет, Беларусь
asmik@tut.by

О.Н. Пыжкова

Белорусский государственный технологический университет, Беларусь
olga.pyzhkova@gmail.com

И.М. Борковская

Белорусский государственный технологический университет, Беларусь
borkovskaia@gmail.com

ОБ ОПЫТЕ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИКИ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ В РАМКАХ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

АННОТАЦИЯ

Формулировка проблемы. В статье обсуждается проблема обеспечения качества математического образования в современных условиях. Для решения этой проблемы необходимо совершенствовать как формы и методы преподавательской работы, так и организацию учебного процесса в целом. В настоящее время, когда преподавание осложняется проблемой соблюдения эпидемиологических требований в связи с распространением инфекции COVID-19, требуется оптимально использовать все возможности, чтобы обеспечить должный уровень математической подготовки будущих инженерных кадров.

Материалы, методы. Для решения проблемы анализируется опыт преподавания математических дисциплин на кафедре высшей математики Белорусского государственного технологического университета с применением как традиционных, так и информационно-коммуникационных технологий. Использованы результаты опроса, проведенного среди студентов факультета технологии органических веществ БГТУ. Проанализированы современные публикации по дистанционному обучению математике.

Результаты. Проведен анализ состояния преподавания математики для студентов инженерных специальностей в Республике Беларусь. Изучен вопрос использования классических и информационно-коммуникационных образовательных технологий в современных условиях на примере преподавания математических дисциплин, а также возможностей онлайн обучения с использованием платформ LMS Moodle, Microsoft Teams, Zoom и др. Обсуждены недостатки и преимущества дистанционного обучения.

Выводы. Оптимальным для обеспечения качества математического образования в современных условиях является сочетание классических подходов в преподавании с использованием информационно-коммуникационных технологий. Степень усвоения знаний зависит не столько от формы преподнесения преподавателем материала, сколько от мотивации студента к изучению предмета. Необходимо прививать студентам навыки самообразования, самоорганизации, принятия самостоятельных решений, воспитывать у студентов стремление к саморазвитию. При онлайн обучении следует использовать все возможности обучения и налаживания обратной связи со студентами с целью сохранения качества образования в непростой эпидемиологический период.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: математика, методика преподавания, классический подход, информационно-коммуникационные технологии.

ВВЕДЕНИЕ

Постановка проблемы. Среди масштабных социальных проектов, предложенных в последние годы обществоведами и политиками в качестве потенциальной модели устойчивого развития социума, выделяется проект «Цифровое общество». Его преимущества многие исследователи видят в том, что он органично вписывается в траекторию стратегического курса формирования экономических укладов пятого и шестого поколений, т.е. обеспечивает дальнейший технико-технологический прогресс общества.

© И.К. Асмыкович, О.Н. Пыжкова, И.М. Борковская, 2021.

Указанный социальный проект получил поддержку и в Беларуси: указом президента Республики Беларусь от 7 мая 2020 года в качестве первого из шести приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы утверждены «Цифровые информационно-коммуникационные и междисциплинарные технологии, основанные на них производства: развитие информационного общества, электронного государства и цифровой экономики; математика и моделирование сложных функциональных систем (технологических, биологических, социальных)».

Но, к сожалению, в реальной действительности преподаванию математики, одной из основных дисциплин для фундаментального образования инженера XXI века в Республике Беларусь, да и в России тоже, наносятся все более существенные удары (Асмыкович & Пыжкова, 2020). Закладывание основ математической культуры должно происходить в процессе школьного образования, а это возможно лишь в том случае, когда математике уделяется должная роль. Количество часов и качество преподавания, требования к знаниям ученика определяют в итоге уровень его математической подготовки. Являясь в дальнейшем базой для освоения математических дисциплин в университете, школьная подготовка играет значимую роль в дальнейшем образовании специалиста. Главной целью преподавания математических дисциплин в университете является обеспечение качества образования, и достижению этой цели должны способствовать как формы и методы преподавательской работы, так и поддержка организационная, в том числе количество часов, отводимых на математические дисциплины. В настоящее время, когда к проблемам имеющимся присоединилась проблема соблюдения эпидемиологических требований в связи с распространением инфекции COVID-19, преподавателю приходится изыскивать все возможности, чтобы обеспечить должный уровень математической подготовки будущих инженерных кадров. В статье обобщается опыт работы преподавателей кафедры высшей математики Белорусского государственного университета в сложившихся непростых условиях, обсуждаются возможности дистанционного обучения для обеспечения качества подготовки студентов.

Анализ актуальных исследований. Современный этап развития высшей школы характеризуется возрастающей творческой активностью преподавателя. Во все времена высшая школа отличалась методикой учебной работы и степенью самостоятельности студентов, а целью учебного процесса являлось развитие способности обучающихся к непрерывному самообразованию, к стремлению пополнять и обновлять свои знания. Но 2020 год внес свои коррективы в методологию образования, возникла необходимость внедрения и активного использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в образовательный процесс в целом, так как появились трудности в применении классического подхода, где все занятия проводились в аудиториях. При этом большие надежды возлагались на электронное обучение, которое называли инновационным подходом (Гончарова, 2019). Но в течение последнего года, когда большая часть педагогов столкнулась с реальным переходом на дистанционную форму обучения, в связи с пандемией коронавируса, подтвердились существенные проблемы, которые имеются при электронном обучении математике (Асмыкович, 2019), (Пармузина, 2020). Основной проблемой, как отмечалось и ранее, стала (Тестов, 2018) проблема понимания.

Для организации удаленного обучения в Белорусском государственном технологическом университете (БГТУ) были использованы различные платформы и опыт коллег из других стран. Так, например, в Польше образовательные ресурсы размещают на сайтах вузов, в Чехии проводятся онлайн занятия, студентам предлагается разработка интерактивных рефератов по рассмотренным темам.

Опыт организации учебного процесса по математике показывает, что используемая кафедрой высшей математики БГТУ уровневая технология эффективна при решении задачи повышения качества математического образования и, как следствие, формирования исследовательской компетентности студента (Асмыкович., Борковская, Пыжкова, 2019).

Основной целью этой технологии является:

- организация самостоятельной работы студентов;
- пробуждение у студентов интереса к приобретению знаний;
- оказание помощи студенту в преодолении трудностей в учебе;
- ускорение процесса адаптации для студентов первых курсов в условиях обучения в вузе.

Уровневая образовательная технология применяется при проведении аудиторных занятий по математическим дисциплинам и является эффективным средством, обеспечивающим дифференцированный подход к студентам и учитывающим их личностные особенности. В современных условиях оказалось необходимым дополнить используемые методы и формы преподавания информационно-коммуникационными технологиями, дающими возможность проводить занятия в удаленном формате.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Конечно, дистанционное обучение появилось ещё в 18 веке, задолго до Интернета, а со временем изменялись лишь методы его организации. Это форма обучения, где взаимодействие педагога и обучаемого происходит на расстоянии, в частности, с помощью ИКТ. Есть сторонники версии, что такое обучение может полностью заменить традиционное. В ответ приведем пример: когда интенсивно начало развиваться телевидение, в США были активные сторонники предположения, что в ближайшем будущем телевидение заменит и лекции ведущих профессоров, и практические занятия. Но довольно быстро выяснилось, что эти теоретические построения весьма далеки от реальной действительности.

На наш взгляд, при использовании новых информационных технологий в преподавании в идеале каждый студент получает полный конспект лекций заранее в электронном или распечатанном виде и приходит на лекцию слушать ее осмысленно. Преподаватель с помощью презентаций обобщает и структурирует материал, объясняет сложные моменты. Благодаря компьютерным технологиям можно реализовать материал большего объема, а также выделить и детально пояснить главное содержание лекции, привести основные идеи и подходы, предложить материал для самостоятельного изучения по указываемой литературе, что, в целом, оживляет учебный процесс, делая его более динамичным и

разнообразным (Асмыкович & Ловенецкая, 2019). Но при этом самым существенным вопросом, особенно в преподавании математических дисциплин, остается вопрос достаточно хорошего понимания излагаемого материала и отработки техники использования при решении практических задач и использования математических моделей в курсах инженерных дисциплин.

При организации учебного процесса с применением ИКТ центр тяжести в обучении перемещается с преподавания посредством лекций и практических занятий (offline) на обучение online на платформах СДО на базе LMS Moodle, Microsoft Teams, Zoom и др., а также на самостоятельную работу студентов в освоении материала (Гончарова, 2019). Тем самым увеличивается интенсивность подготовки сотрудниками кафедры различных материалов для дистанционного обучения и для удаленного проведения занятий. При этом времени на подробное изучение той или иной платформы практически нет. Перед педагогами встали множество вопросов, среди которых, например, как выстроить систему дистанционного обучения, как контролировать процесс, как обеспечить усвоение учебного материала студентами, находящимися на карантине и т.п. И так, как и во все времена, насущными остаются вопросы: «чему учим?», «как учим?» и «что в результате получаем?».

Важнейшим условием качественного онлайн обучения является, прежде всего, материально-техническое обеспечение учебного процесса и сверхскоростной интернет. В БГТУ на факультете технологии органических веществ было проведено анкетирование, в котором приняло участие 155 студентов. В анкете были предложены следующие вопросы:

1. Для дистанционного обучения (ДО) использовали
☐ свой ноутбук ☐ свой смартфон ☐ _____
2. В чем Вы видите преимущества и недостатки занятий on-line по сравнению с традиционными аудиторными занятиями (лекции, практические занятия)
Преимущества _____
Недостатки _____
3. Вы предпочтете **Лекции** ☐ on-line ☐ off-line
Практические занятия ☐ on-line ☐ off-line
4. Какие факторы мешали Вам учиться дистанционно эффективно?
5. Какие платформы использовали?
☐ СДО БГТУ ☐ Teams ☐ Zoom ☐ Другую _____
6. Какая для Вас была наиболее эффективна? ☐ СДО БГТУ ☐ Teams ☐ Zoom Почему? Сравните
7. Что, на Ваш взгляд, может повысить качество дистанционного обучения?
8. Ваши пожелания преподавателям.

Несмотря на то, что порядка 70 % опрошенных студентов (в анкетировании приняло участие 155 студентов) имеют ноутбуки, основная их масса использует смартфоны для работы в СДО, у многих возникают проблемы технического характера (с подключением, со звуком и поддержкой возможностей образовательных платформ).

Система дистанционного обучения (СДО) БГТУ на основе LMS Moodle используется не один год, но на первом этапе внедрения в учебный процесс предоставляла новые возможности для организации традиционного обучения, совмещая очные с дистанционными дополнительными занятиями для мотивирования студентов. Были созданы ЭУМК по различным курсам, их материалы размещены в СДО, использовались интерактивные возможности системы, однако лишь малая часть студентов пользовалась данными материалами.

Переход лекций в online формат потребовал и времени, и введения новых технологий (Гараев & Бабина 2020). Вначале лекции размещались в свободном доступе в СДО (LMS Moodle) для каждого потока, во время занятий по расписанию преподаватель вел чат-занятия, предварительно делав рассылку списка вопросов, используя элементы телеконференции. Но усвоение теоретического материала шло очень плохо. Доступность различных материалов в интернете для ответа на вопросы преподавателя не означает их нахождение, а тем более усвоение, полученная таким способом информация не сохраняется в памяти надолго. Со временем лекции стали проводиться почти в традиционном формате: в режиме видеоконференции в СДО или Microsoft Teams. Лектор излагал новый материал, задавал вопросы, поддерживал чат-занятия, при этом вопрос с посещением таких занятий, вернее сказать, с присутствием студентов на лекции, остается открытым. На вопросы о том, какое изложение материала более приемлемо, 54% опрошенных студентов ответили: online лекции в Microsoft Teams. К преимуществам таких лекций студенты отнесли следующее:

- обучаться можно в любом месте (общежитии, дома, аудитории и т.п.);
- не нужно тратить время на проезд;
- возможность просмотреть запись лекции в любое удобное время.

К недостаткам:

- нет контроля со стороны преподавателя, а, следовательно, конспект лекций многие не пишут;
- недостаточная мотивация или ее отсутствие, тяжело заниматься, когда в одной комнате соседи либо спят, либо занимаются своими делами;
- из-за совмещений занятий online и offline часть лекций приходится пропускать.

Практические занятия проходили в штатном режиме для части студентов. Остальные же получали задания через систему дистанционного обучения. Ответы на задания должны были присылаться в заранее оговоренное время в форматах doc или jpg. На преподавателей, особенно ассистентов, легла слишком большая нагрузка по проверке заданий, они делали свои пометки и отсылали исправленные файлы обратно студентам, при этом консультировали студентов в различных мессенджерах.

В связи с эпидемиологической обстановкой во второй половине семестра часть практических занятий проходили online, а контрольные мероприятия и лабораторные занятия в университете. При этом провести 3-4 пары по расписанию перед экраном компьютера оказалось проблематично не только преподавателю, но и студенту. Преподаватели кафедры

реализовывали онлайн обучение в форме конференций в СДО БГТУ, на платформах Microsoft Teams, Zoom. Данные платформы поддерживают видео связь, аудио связь, демонстрацию экрана (всего рабочего стола или одного приложения), использование виртуальной доски (Teams, Zoom), запись роликов. До и/или после практических занятий преподаватели обязательно оставляли время на общение со студентами, обсуждали трудности новой формы обучения. Следует отметить, что студенты, мотивированные к учебе, настойчиво осваивали материал и в принципе с задачей справились, несмотря на объективные трудности, но для многих отсутствие offline практических занятий и контакта с преподавателем привело к явным трудностям при решении некоторых классов задач, не умению логически рассуждать.

На вопрос в анкете о предпочтении проведения практических занятий (в формате online или offline) 80% студентов ответили, что ничего не заменит «живого» общения с преподавателем. А из платформ, которые использовали, выбирают Microsoft Teams или Zoom (88%).

Рубежный контроль усвоения знаний (по темам) проводился аудиторно, в основном, в виде контрольных работ. Для экзаменов в свете соблюдения эпидемиологических требований была рекомендована письменная форма, что потребовало от преподавателя хорошо продумать содержание экзаменационных билетов. Для объективного оценивания уровня знаний студентов задачи, с одной стороны, должны быть узнаваемыми, а с другой стороны, предполагать и самостоятельную мыслительную деятельность студента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Каждый преподаватель в сложившихся непростых условиях последних лет накопил дополнительный опыт, который, несомненно, нужно использовать в дальнейшем.

Такой опыт привел, в частности, к следующим результатам:

- хорошо подготовленному изначально студенту с высоким уровнем мотивации удается преодолеть сложности удаленной формы обучения и продемонстрировать неплохие ответы на экзамене. Конечно, приходится поработать самому, значимость самостоятельной работы многократно возрастает. При умелой ее организации и использовании возможностей общения с преподавателем (пусть даже через информационно-коммуникационные средства, хотя большинство преподавателей проводили консультации в «живом» формате) можно добиться высокого уровня усвоения материала;

- на первый план при подготовке выходят такие качества студента, как умение и желание самостоятельно обрабатывать и усваивать предлагаемую информацию. Есть приятные «сюрпризы», когда на экзамене хочется сказать студенту о его ответе: «Это лучше, чем можно было ожидать». Кстати, среди таких «средних» студентов много тех, кто длительно болел, был на карантине и при этом не потерял, а только приобрел желание учиться. Желание саморазвития, учение «для себя» иногда является гораздо более мотивирующим фактором, чем остальные;

- если у студента совсем слабая первоначальная подготовка, при этом еще и слабый уровень коммуникации с остальными студентами группы, то удаленная форма обучения является для него непосильной и часто приводит к «провалу» на экзамене. Такой студент не может продвинуться вперед при подготовке и вообще теряет мотивацию. Если такая проблема выявляется заранее, преподавателю можно попытаться (конечно, если инициативу проявляет сам студент) помочь обучающемуся организовать свою самостоятельную работу, провести несколько консультаций в обычном формате. По возможности такие консультации проводить нужно, и рубежный контроль в аудиториях, конечно, очень информативен. Многие студенты во время проведения удаленных занятий активны, стараются показать свое присутствие, однако в дальнейшем оказывается, что это лишь видимая сторона. На самом же деле уровень этих студентов настолько слаб, что материал совершенно не усваивается, и на экзамене результат оказывается неудовлетворительным.

Отметим, что удаленная форма проведения занятий и ее сочетание с «живым» форматом консультаций требует задействования всего потенциала методических и технических умений преподавателя, да и его физическая подготовка оказывается далеко не лишней, нагрузки очень высоки.

ВЫВОДЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, в основе современных подходов к преподаванию должны лежать разумные сочетания традиционных и дистанционных методов обучения.

Что показало использование удаленного обучения? Оно еще раз подтвердило тот факт, что результат обучения зависит не только и не столько от формы преподнесения преподавателем материала, сколько от желания и возможности студента эту информацию усваивать. Пока есть возможность проводить занятия в обычном «живом» формате, необходимо заранее закладывать в студентах навыки самообразования, учить их организовывать свой труд, свое время, умение проявлять инициативу и принимать самостоятельные решения, воспитывать у студентов стремление к саморазвитию. При необходимости онлайн обучения педагог должен использовать все возможности, чтобы помочь студенту в учебном процессе, обеспечив ему требуемую поддержку в усвоении знаний. Такая стратегия сотрудничества должна быть направлена на сохранение и улучшение качества образования в непростой эпидемиологический период.

Таким образом, организовывая онлайн обучение, в качестве первоочередной задачи преподавателя на данном этапе представляется следующая: научить «учиться» в широком понимании этого слова (Пармузина, 2020). Даже, учитывая интенсивное развитие алгоритмов искусственного интеллекта, человек остается ведущей фигурой в области образования, особенно по фундаментальным наукам.

Для хороших студентов, заинтересованных в качестве своего образования и занимающихся студенческой научно-исследовательской работой, информационные технологии необходимы и весьма полезны. Эти студенты по совету преподавателей знакомятся в интернете с современными прикладными разделами математики, например, теорией чисел, методами оптимизации, теорией рядов Фурье, теорией эллиптических кривых и их приложениями в криптографии (Марчук & Асмыкович, 2019), (Курмашев & Асмыкович, 2020). В этом случае преподаватель в рамках дистанционного

общения рассматривает полученные студентами решения и дает советы по их анализу и дальнейшим исследованиям, описывает новые математические объекты, которые надо рассмотреть студенту.

Понятно, что в связи с объективной необходимостью перехода к системе непрерывного образования роль дистанционного образования будет усиливаться. В условиях все возрастающего потока информации образование должно сопровождать человека всю жизнь. В данной ситуации в школе и университете важно заложить прочный фундамент знаний и заложить понимание о необходимости пополнять их в системе непрерывного образования.

Список использованных источников

1. Асмыкович И.К. *ИКТ и современное образование. Теория и реальность*. Наукова діяльність як шлях формування професійних компетентностей майбутнього фахівця (НПК-2019): матеріали Міжн.ї науково-практ.ї конф., 5-6 грудня 2019 р., м. Суми; у 2-х частинах. Суми: ФОП Цьома С.П., 2019. Ч. 1. С. 84–86.
2. Asmykovich I.K., Arhipenko O.A. *Importance of mathematics for information technology specialists*. Збірник наукових праць за матеріалами дистанційної всеукраїнської наукової конференції «Математика у технічному університеті XXI сторіччя», 15 – 16 травня, 2019 р. Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ. Краматорськ: ДДМА, 2019. С. 132–134.
3. Асмыкович И.К., Борковская И.М., Пыжкова О.Н. *О роли математики в формировании творческих навыков студентов технических университетов*. Научный вестник Лыотной академії. Серія: Педагогічні науки. Збірник наукових праць / Гол. ред. Т.С. Плачинда. Кропивницький: ЛА НАУ, 2019. Вип. 5. С. 29–33.
4. Асмыкович И.К., Ловенецкая Е.И. *О методическом обеспечении курса «Математические основы криптографии» в Белорусском государственном технологическом университете*. Научный журнал ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА Випуск 1(19), 2019. С. 18–23.
5. Асмыкович И.К., Пыжкова О.Н. *Достоинства и недостатки электронного обучения при преподавании математики в техническом университете*. Моделирование и конструирование в образовательной среде: сборник материалов V Всероссийской (с межд. участием) научно-практ., методологической конф. для научно-педагогического сообщества/ под ред. И.А. Артемьева, В.О. Белевцовой, Н.Д. Дудиной. М.: Издательство ГБПОУ «Московский государственный образовательный комплекс», 2020. С. 40–44.
6. Гараев Т.К., Бабина С.В. *Особенности организации дистанционного обучения математике в условиях распространения инфекции COVID-19*. Заметки ученого, 2020. №10. С. 201–204.
7. Гончарова З.Г. *Дистанционное обучение как инновационная модель преподавания математики в высшей школе*. Педагогика и психология образования, 2019. № 4. С. 95–103.
8. Курмашев Д.Д., Асмыкович И.К. *Анализ и обработка данных для построения графиков*. Роль математики в становлении специалиста-2020. Мат-лы Межд. научно-практ. конф. Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2020. С. 49–53.
9. Марчук К.С., Асмыкович И.К. *Алгоритм создания электронной подписи на основе групп точек на эллиптической кривой*. Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований: материалы II Всерос. нац. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Комсомольск-на-Амуре, 08-12 апреля 2019 г.: в 4 ч./ редкол.: Э. А. Дмитриев (отв. ред.) [и др.]. Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2019. Ч. 2. С. 354–356.
10. *О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы*. Указ Президента Республики Беларусь 7 мая 2020 г. № 156 [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://president.gov.by/ru/official_documents_ru/view/ukaz-156-ot-7-maja-2020-g-23556. Дата доступа: 17.08.2020.
11. Пармузина М.С. *Некоторые вопросы организации занятий по математике со студентами технического вуза в условиях карантина*. Современные проблемы науки и образования. 2020. № 5.; URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=30231> (дата обращения: 08.03.2021).
12. Тестов В.А. *Электронные технологии в обучении математике: проблема понимания*. Информатизация образования и методика электронного обучения: материалы II Междунар. науч. конф. Красноярск, 25–28 сентября 2018 г.: в 2 ч. Ч. 2/ под общ. ред. М. В. Носкова. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2018. С. 285–290.

References

1. Asmykovich, I.K. (2019). *IKT i sovremennoe obrazovanie [ICT and modern education. Theory and reality]. Teorija i real'nost'*. Naukova dijal'nist' jak shljah formuvannja profesijnih kompetentnostej majbutn'ogo fahivcja (NPK-2019): materialy Mizhn.ї naukovo-prakt.ї konf., 5-6 grudnja 2019 r., m. Sumi; u 2-h chastinah. Sumi: FOP C'oma S.P. [in Russian].
2. Asmykovich, I.K. & Arhipenko, O.A. (2019). *Importance of mathematics for information technology specialists*. Zbirnik naukovih prac' za materialami distancijnoї vseukraїns'koї naukovoї konferencії «Matematika u tehničnomu universiteti XXI storichchja», 15 – 16 travnja, 2019 r. Donbas'ka derzhavna mashinobudivna akademija, m. Kramators'k. Kramators'k: DDMA.
3. Asmykovich, I.K., Borkovskaja, I.M. & Pyzhkova, O.N. (2019). *O roli matematiki v formirovanii tvorcheskikh navykov studentov tehničeskikh universitetov [On the role of mathematics in the formation of creative skills of students of technical universities]*. Naukovij visnik L'otnoї akademії. Serija: Pedagogichni nauki. Zbirnik naukovih prac' / Gol. red. T.S. Plachinda. Kropivnic'kij: LA NAU. Vip. 5 [in Russian].
4. Asmykovich, I.K. & Loveneckaja, E.I. (2019). *O metodicheskom obespečenii kursa «Matematicheskie osnovy kriptografii» v Belorusskom gosudarstvennom tehnologicheskom universitete [On the methodological support of the course "Mathematical Foundations of Cryptography" at the Belarusian State Technological University]*. Naukovij zhurnal FIZIKO-MATEMATICHNA OSVITA Vipusk 1(19) [in Russian].
5. Asmykovich, I.K. & Pyzhkova, O.N. (2020). *Dostoinstva i nedostatki jelektronnogo obuchenija pri prepodavanii matematiki v tehničeskom universitete [Advantages and disadvantages of e-learning in teaching mathematics at a technical university]*. Modelirovanie i konstruirovanie v obrazovatel'noj srede: sbornik materialov V Vserossijskoj (s mezhd. uchastiem) nauchno-

- prakt., metodologicheskoy konf. dlja nauchno-pedagogicheskogo soobshhestva/ pod red. I.A. Artem'eva, V.O. Belevcovoj, N.D. Dudinoy. M.: Izdatel'stvo GBPOU «Moskovskij gosudarstvennyj obrazovatel'nyj kompleks» [in Russian].
6. Garaev, T.K. & Babina, S.V. (2020). *Osobennosti organizacii distancionnogo obuchenija matematike v uslovijah rasprostraneniya infekcii COVID-19* [Features of the organization of distance learning mathematics in the context of the spread of COVID-19 infection]. *Zametki uchenogo*. no.10 [in Russian].
 7. Goncharova, Z.G. (2019). *Distancionnoe obuchenie kak innovacionnaja model' prepodavanija matematiki v vysshej shkole* [Distance learning as an innovative model of teaching mathematics in higher education]. *Pedagogika i psihologija obrazovanija*, no. 4 [in Russian].
 8. Kurmashev, D.D. & Asmykovich, I.K. (2020). *Analiz i obrabotka dannyh dlja postroenija grafikov* [Analyzing and processing data for graphing]. *Rol' matematiki v stanovlenii specialista-2020*. Mat-ly Mezhd. nauchno-prakt. konf. Ufimskij gosudarstvennyj neftjanoy tehnikeskij universitet [in Russian].
 9. Marchuk, K.S. & Asmykovich, I.K. (2019). *Algoritm sozdaniya jelektronnoj podpisi na osnove grupp toček na jellipticheskoj krivoj* [Algorithm for creating an electronic signature based on groups of points on an elliptic curve]. *Molodezh' i nauka: aktual'nye problemy fundamental'nyh i prikladnyh issledovanij: materialy II Vseros. nac. nauch. konf. studentov, aspirantov i molodyh uchenyh, Komsomol'sk-na-Amure, 08-12 aprelja 2019 g.: v 4 ch./ redkol.: Je. A. Dmitriev (otv. red.)* [i dr.]. Komsomol'sk-na-Amure: FGBOU VO «KnAGU» [in Russian].
 10. *O prioritetnyh napravlenijah nauchnoj, nauchno-tehnicheskoy i innovacionnoj dejatel'nosti na 2021–2025 gody* [On priority areas of scientific, scientific, technical and innovative activities for 2021-2025]. Ukaz Prezidenta Respubliki Belarus' 7 maja 2020 g. no. 156 [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: http://president.gov.by/ru/official_documents_ru/view/ukaz-156-ot-7-maja-2020-g-23556. Data dostupa: 17.08.2020 [in Russian].
 11. Parmuzina, M.S. (2020). *Nekotorye voprosy organizacii zanjatij po matematike so studentami tehničeskogo vuza v uslovijah karantina* [Some issues of organizing mathematics classes with students of a technical university in quarantine]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*. No. 5.; URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=30231> (data obrashhenija: 08.03.2021) [in Russian].
 12. Testov, V.A. (2018). *Elektronnye tehnologii v obuchenii matematike: problema ponimaniya* [Electronic technologies in teaching mathematics: the problem of understanding]. *Informatizacija obrazovanija i metodika jelektronnogo obuchenija: materialy II Mezhdunar. nauch. konf. Krasnojarsk, 25–28 sentjabrja 2018 g.: v 2 ch. Ch. 2/ pod obshh. red. M. V. Noskova. Krasnojarsk: Sib. feder. un-t* [in Russian].

ABOUT THE EXPERIENCE OF TEACHING MATHEMATICS FOR ENGINEERING SPECIALTIES IN THE FRAMEWORK OF DISTANCE LEARNING

I.K. Asmykovich, O.N. Pyzhkova, I.M. Borkovskaya
Belarusian State Technological University, Belarus

Abstract.

Formulation of the problem. The article discusses the problem of ensuring the quality of mathematical education in modern conditions. To solve this problem, it is necessary to improve both the forms and methods of teaching, and the organization of the educational process as a whole. At present, when teaching is complicated by the problem of complying with epidemiological requirements in connection with the spread of COVID-19 infection, it is necessary to make optimal use of all opportunities to ensure the proper level of mathematical training of future engineers.

Materials and methods. To solve the problem, the experience of teaching mathematical disciplines at the Department of Higher Mathematics of the Belarusian State Technological University using both traditional and information and communication technologies is analyzed. The results of a survey conducted among students of the Faculty of Technology of Organic Substances of BSTU are used. Analyzed modern publications on distance learning mathematics.

Results. The analysis of the state of teaching mathematics for students of engineering specialties in the Republic of Belarus is carried out. The issue of the use of classical and information and communication educational technologies in modern conditions is studied on the example of teaching mathematical disciplines, as well as the possibilities of online learning using the platforms LMS Moodle, Microsoft Teams, Zoom, etc. The disadvantages and advantages of distance learning are discussed.

Conclusions. Optimal for ensuring the quality of mathematical education in modern conditions is a combination of classical approaches to teaching using information and communication technologies. The degree of assimilation of knowledge depends not so much on the form of presentation of the material by the teacher, but on the student's motivation to study the subject. It is necessary to instill in students the skills of self-education, self-organization, independent decision-making, to instill in students the desire for self-development. Online learning should use all the opportunities for learning and building feedback with students in order to maintain the quality of education in a difficult epidemiological period.

Key words: mathematics, teaching methods, classical approach, information and communication technologies.



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



Бабкін В.В., Прошкін В.В. Проектні методи навчання як тренди фахової підготовки майбутніх фахівців ІТ. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 3(29). С. 37-43.

Babkin V., Proshkin V. Project training methods as trends of professional training of future IT specialists. Physical and Mathematical Education. 2021. Issue 3(29). P. 37-43.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-029-3-006

УДК 378.091.313:004-057.4

В.В. Бабкін

Університет імені Альфреда Нобеля, Україна

vladiksonic@gmail.com

ORCID: 0000-0003-0912-3237

В.В. Прошкін

Київський університет імені Бориса Грінченка, Україна

v.proshkin@kubg.edu.ua

ORCID: 0000-0002-9785-0612

ПРОЕКТНІ МЕТОДИ НАВЧАННЯ ЯК ТРЕНДИ ФАХОВОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ ІТ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Серед ефективних методів університетської підготовки майбутніх фахівців ІТ є проектні методи, що інтерпретують реальні професійні ситуації, дозволяють шукати альтернативи, обирати найбільш доцільні варіанти рішень професійних проблем.

Матеріали і методи. Аналіз наукової літератури з метою встановлення стану розробленості досліджуваної проблеми, визначення категоріально-понятійного апарату дослідження; синтез, узагальнення, систематизація для обґрунтування можливостей використання проектних методів навчання у процесі фахової підготовки студентів.

Результати. Установлено, що проектні методи навчання є трендами фахової підготовки майбутніх фахівців ІТ, зокрема, бакалаврів комп'ютерних наук. Подано досвід реалізації проектного навчання в Київському університеті імені Бориса Грінченка у форматі хакатону. При розробленні пристроїв інтернету речей використано майстер-класи для учасників, дистанційні курси, самостійне дослідження проблемних питань. Установлено, що проектні методи навчання пов'язані з формами навчання (лекція, практичне, індивідуальне заняття, консультація, самостійна робота, науково-дослідна робота студентів, позааудиторні заходи, у тому числі організація роботи університетського студентського центру «Інфо-аналітика»). Подано перелік засобів як різноманітних матеріалів, за допомогою яких досягається мета дослідження. Окреслимо засоби – цифрові ресурси для реалізації проектних методів навчання (за Н. Морзе).

Висновки. Виділено основні види проектних методів навчання: у залежності від виду діяльності, що домінує у проекті (дослідницькі, креативні, імітаційні, інформаційні, практико-зорієнтовані), за предметними напрямками (монопроекти, міжпредметні проекти), за кількістю учасників (індивідуальні, групові), за терміном виконання (короткотермінові, довготермінові). Подано перспективи подальших наукових пошуків – упровадження розроблених проектних методів навчання в практику університетської освіти.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: проектні методи навчання, майбутній бакалавр, комп'ютерні науки, фахова підготовка, інформаційні технології.

ВСТУП

Постановка проблеми. Робота сучасних фахівців інформаційних технологій, у тому числі бакалаврів комп'ютерних наук, пов'язана з прийняттям ефективних рішень в умовах невизначеності, різноаспектності. Це обумовлює високий рівень сформованості професійної компетентності. Тому в умовах мобільності та швидкоплинності інформації важливо обирати такі форми й методи фахової підготовки студентів, що уможливають якість вищої освіти. Досвід провідних країн світу свідчить, що серед найбільш ефективних методів навчання виступають проектні, що максимально інтерпретують реальні професійні ситуації галузі інформаційних технологій, дозволяють студентам шукати альтернативи, обирати найбільш доцільні варіанти рішень професійних проблем з урахуванням потенційних ризиків та можливостей. Крім того, застосування методу проектів уможливує реалізацію студентоцентрованого навчання, сприяє розвитку професійних компетентностей студентів, креативності у вирішенні практико-зорієнтованих завдань, підвищує мотивацію до навчання з урахуванням індивідуального темпу роботи студентів відповідно до їхніх наявних здібностей.

Аналіз актуальних досліджень. У роботах Л. Бутенка, В. Веретенникова, І. Підласого та ін. представлені підходи щодо визначення проєктних методів навчання, проєктних технологій навчання, проєктного навчання. Установлено, що принциповою єдністю вказаних дефініцій є те, що вони уявляються як освітня технологія, що спрямована на здобуття знань у тісному зв'язку з реальною життєвою практикою, формування відповідних умінь і навичок завдяки системній організації проблемно-орієнтованого навчального пошуку (Бутенко, 2019; Веретенников та ін., 2006; Підласий, 1998). Ці поняття ототожнюють О. Пехота та ін., зазначаючи, що така діяльність передбачає, з одного боку, використання різноманітних методів, засобів навчання, а з іншого – інтегрування знань, умінь з різних галузей науки, техніки та творчості (Пехота, 2002). Цікавими є ідеї Є. Полат як провідної розробниці теорії проєктного навчання. Дослідниця використовує поняття «метод проєктів», який трактує як спосіб досягнення мети на основі детального розроблення проблеми, що мусить завершитись цілком реальним і відчутним практичним результатом (Полат, 1995).

Акцент на практико орієнтованості роблять також інші авторитетні дослідники. Наведемо деякі приклади, так С. Гончаренко зазначає, метод проєктів – це організація навчання, за якою набуваються знання та навичку в процесі планування й виконання практичних завдань (Гончаренко, 2008).

Авторитетними вважаємо також думки представників Київського університету імені Бориса Грінченка. Як стверджує С. Сисоєва, метод проєктів – це педагогічна технологія, яка відображає реалізацію особистісно зорієнтованого підходу в освіті і сприяє формуванню вміння людини постіндустріального суспільства адаптуватися до швидкозмінних умов життя (Сисоєва, 2005). Схожої думки дотримується й Л. Хоружа, додаючи, що це – спосіб розвитку творчості, самостійності, прагнення до ідеально перспективного перетворення світу за допомогою креативних дій та операцій у процесі створення конкретного продукту (Хоружа, 2006).

Вважаємо, що вказані результати досліджень є методологічним підґрунтям щодо реалізації наших наукових пошуків. Разом з тим, констатуємо, що питання використання проєктних методів навчання для підготовки майбутніх фахівців ІТ не є детально вивченим серед українських учених.

Мета статті – розкрити проєктні методи навчання як тренди фахової підготовки майбутніх фахівців ІТ.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дослідження виконано в рамках комплексних наукових тем Університету імені Альфреда Нобеля: «Модернізація професійно-педагогічної освіти в Україні в умовах інтеграції до світового освітнього простору» (державний реєстраційний номер 0112U002287) і «Теоретичні та методичні засади моделювання компетентнісної професійної освіти у контексті євроінтеграції» (державний реєстраційний номер 0717U004331), а також комплексної наукової теми кафедри Київського університету імені Бориса Грінченка «Теоретичні і практичні аспекти використання математичних методів та інформаційних технологій в освіті і науці» (державний реєстраційний номер № 0116U004625). Для реалізації дослідження використано методи: аналіз наукової літератури з метою встановлення стану розробленості досліджуваної проблеми, визначення категоріально-понятійного апарату дослідження; синтез, узагальнення, систематизація для обґрунтування можливостей використання проєктних методів навчання у процесі фахової підготовки студентів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналіз наукових робіт свідчить, що характерною рисою проєктного навчання є те, що проблеми мають бути значущими для студентів, фактично стати їхніми «власними проблемами». Студенти не лише працюють у групах задля вирішення реальних життєвих проблем, а навчаються відчувати відповідальність за виконану роботу. Викладачі при цьому виконують роль тренерів і фасилітаторів. Крім того, на думку А. Добровольської, викладачі виконують такі функції: допомагають студентам у пошуку необхідних джерел, координують процес; підтримують і стимулюють студентів; підтримують безупинний зворотній зв'язок (Добровольська, 2018). Упевнені, що така позиція сприяє реалізації студентоцентрованого підходу в освіті, розвитку креативності студентів, відповідає принципу міждисциплінарності з уклоном на практичні навички.

На сьогодні в Україні реалізовано низку досліджень з підготовки вчителів до застосування методу проєктів у професійній діяльності (Н. Самойленко), організації проєктної діяльності учнів (Л. Кондратова), організації освітнього процесу в ЗЗСО (В. Нищета, О. Онопрієнко). Історичні аспекти становлення проєктних методів навчання знаходимо в роботі О. Косович. Автором зазначено, що метод проєктів виник ще у 20-х роках минулого століття в США. Його називали ще методом проблем. У 60-70 роках у США розгорнулася критика цього методу, оскільки його масштабне застосування призвело до зниження рівня теоретичних знань учнів. Наприкінці 90-х років минулого століття в США і низки країн Європи виник новий напрямок в освіті – продуктивне навчання, що базується на методі проєктів (Косович, 2011).

А. Добровольська виділяє ще один період – кінець ХХ ст. – початок ХХІ ст., що характеризується актуалізацією методу проєктів як особистісно зорієнтованої педагогічної технології за умови, що проєктна діяльність є основною дидактичною одиницею процесу освіти і засобом формування проєктної культури (Добровольська, 2018).

У реформі шкільництва «Нова українська школа» чітко описано особливості проєктного навчання, що мають системно запровадитися в Україні. Упевнені, що основні ідеї, закладені для ЗЗСО певною мірою можуть бути трансформовані й для ЗВО. Так, виділимо основні риси проєктного навчання, які вважаємо його перевагами:

- соціальна активність, яка відбувається в межах груп, культури та минулого досвіду;
- можливість використовувати не лише знання з навчальних дисциплін, а й вчитися вести перемовини, ухвалювати спільні рішення, нести відповідальність відповідно до ролі в навчальній команді, інтерпретувати результати своєї діяльності (Нова українська школа, 2018).

У наукових джерелах виділяють ще низку переваг проєктного навчання:

- відкритий освітній простір, в якому студенти рухаються у власному темпі;
- потреба в самонавчанні та самовдосконаленні;
- можливість залучення студентів усіх курсів; для студентів молодших курсів краще використовувати творчі, ігрові

та практико-орієнтовані види проєктів; для студентів старших курсів доцільніше використовувати дослідницькі види проєктів, які є складнішими та наближеними до справжнього наукового дослідження магістра;

- підвищення рівня зацікавленості студентів конкретним предметом;
- удосконалюються уміння студентів орієнтуватися в інформаційному просторі;
- потреба виходу з вузької спеціалізації та інтегрування знань з різних навчальних дисциплін.

Сучасні дослідники виділяють різні види проєктів: технологічні, дослідницькі, творчі, ігрові, інформаційні, практико орієнтовані, логічні та ін.

Особливий інтерес у контексті нашого дослідження мають інформаційні проєкти. Як зазначає А. Добровольська, вони націлені на збирання, оформлення і представлення інформації, її аналіз і узагальнення фактів (Добровольська, 2018).

Заслугує на увагу досвід реалізації проєктного навчання в Київському університеті імені Бориса Грінченка. Реалізація навчальної практики студентів здійснюється у форматі хакатону (англ. – hackathon, від hack (хакер) та marathon (марафон). Хакатон як технологічне змагання є прикладом проєктного навчання, коли команди працюють над ідеєю, проєктуванням, прототипом продукту та представляють рішення в рамках запропонованої теми. Представимо власне бачення організації хакатону (у вигляді алгоритму дій):

1. Визначення мети.
2. Вибір місця проведення з зонами роботи та відпочинку. Технічне та програмне забезпечення заходу.
3. Визначення часових термінів заходу.
4. Визначення структури заходи.
5. Запрошення стейкхолдерів та випускників освітньо-професійної програми.
6. Інформаційна підтримка заходу.
7. Вибір організаторів і учасників (команди (зазвичай 4 – 6 учасників), модератор, секретар, технічний секретар).
8. Визначення лідерів команд.
9. Забезпечення реєстрації, відкриття (вітання, оголошення правил, представлення журі та ін.).
10. Проєктна робота.
11. Презентація проєктів.
12. Оцінювання (орієнтовні критерії: корисність, легкість у використанні, креативний підхід, відсутність помилок та ін.), виступи членів журі.

Під час хакатону студентські команди спеціальності «Комп'ютерні науки» створюють різні пристрої інтернету речей. Робота ведеться інтенсивно: майстер-класи для учасників, дистанційні курси, самостійне дослідження питання. Оцінюють розробки представники компаній. Така форма роботи дозволяє студентам оволодівати як фаховими компетентностями (пошуку і розробки рішень із швидкими технологіями прототипування; створення схем з електронікою, давачами та виконуючими пристроями; проєктування та побудова математичних та комп'ютерних моделей пристрою, їх розрахунок і реалізація у вигляді об'ємної моделі з використанням різних матеріалів; побудова і програмування пристроїв із вбудованими системами та Інтернету речей), так і загальними (системний підхід до вирішенні задачі; креативність; співпраця та управління в команді; самопрезентація, ефективне представлення і захист створеного продукту; підприємництво, самоменеджмент, стресостійкість та інші).

У якості рефлексії учасникам хакатону можна запропонувати такі запитання:

1. Чим, на Вашу думку, цікавий формат хакатону як практичного заняття?
2. Чим, на Вашу думку, може бути корисним хакатон для майбутньої професії у галузі інформаційних технологій?
3. Які практичні завдання вдалося вирішити, а які ні, чому?
4. Чи виникали проблеми у процесі аналізу інформації, як вони вирішувалися?
5. Чи виникали проблеми при організації взаємодії між членами команди? Як вирішувалися такі проблеми?

Зазначимо також, що логіка побудови хакатону співпадає з ідеями, які висловила А. Добровольська щодо реалізації (фаз) проєктів:

- ініціювання (вибір теми та відбір ідей);
- планування (моделювання майбутнього проєкту);
- проведення (практична реалізація плану проєкту: пошук та опрацювання матеріалів за вибраною темою, аналіз і синтез відібраної інформації, адаптація матеріалу до формату проєкту, проведення дослідження, поетапний контроль виконання завдань, формування подальших цілей і з'ясування механізмів їх досягнення);
- презентація (демонстрація результатів);
- оцінювання (контроль виконання завдань відповідно до плану);
- документація – оформляють проєкт у вигляді електронного чи паперового зразка (Добровольська, 2018).

Схожі ідеї знаходимо й в дослідженні О. Косович, яка визначає такі етапи: пошуковий (визначення теми проєкту, пошук і аналіз проблеми, постановка мети проєкту); аналітичний (збирання, аналіз наявної інформації, пошук оптимального способу досягнення мети проєкту, побудова алгоритму діяльності); практичний (виконання запланованих технологічних операцій, поточний контроль якості, внесення змін у роботу); презентаційний (підготовка презентаційних матеріалів, презентація проєкту, вивчення можливостей використання результатів проєкту) та контрольний (аналіз результатів виконання проєкту, оцінка якості виконання проєкту) (Косович, 2011). Аналіз зазначених робіт спонукає нас обрати для дослідження схожу послідовність етапів.

У наукових роботах виділяють вимоги до організації проєктів:

1. Наявність значущої в дослідницькому плані проблеми.
2. Практична значущість очікуваних результатів.
3. Самостійна робота учасників проєкту.
4. Розуміння мети реалізації проєкту.
5. Визначення базових знань із різних галузей, необхідних для роботи над проєктом.

6. Структурування змістовної частини проєкту із зазначенням поетапних результатів.

7. Презентація результатів проєкту.

Сучасними дослідниками визначено також основні функції проєктної діяльності – дослідницька, аналітична, прогностична, перетворювальна, унормувальна, конструктивна.

Ураховуючи розглянуті переваги проєктних методів навчання, висунемо гіпотезу про можливість урізноманітнення процесу професійної підготовки студентів – майбутніх фахівців ІТ.

ОБГОВОРЕННЯ

Для реалізації подальшої можливості для дискусії виділимо основні види проєктних методів навчання:

- у залежності від виду діяльності, що домінує у проєкті:

1.дослідницькі проєкти, що співвідносяться з логікою реалізації наукового дослідження: визначення актуальності, проблеми, теми, наукового апарату, гіпотези, шляхів вирішення проблеми (реалізація принципу навчання за допомогою досліджень);

2.креативні проєкти як гнучкі, мобільні проєкти, що не обмежують напрямки діяльності студентів відповідно до визначеної мети (створення умови до самовизначення студентів у процесі навчання);

3.імітаційні проєкти, у яких здійснюється педагогічне моделювання (студенти виконують певні ролі відповідно до мети та змісту діяльності);

4.інформаційні проєкти, що передбачають збір, аналіз, узагальнення певних даних;

5.практико-орієнтовані проєкти, у яких результат (продукт) діяльності студентів чітко окреслено напочатку роботи, упровадження результатів у практику є обов'язковою вимогою; студенти вчаться проєктувати майбутню професійну діяльність, здійснювати рефлексію як усвідомлення результативності діяльності;

- за предметними напрямками: монопроєкти (у межах навчальної дисципліни), міжпредметні проєкти;
- за кількістю учасників: індивідуальні, групові;
- за терміном виконання: короткотермінові (протягом одного – двох навчальних занять), довготермінові.

В якості прикладу представимо реалізацію дослідницького проєкту, що реалізується в межах аналітичного семінару «Базові аналітичні методики». Метою дослідницького проєкту є формування інтересу студентів до дослідницької роботи; уміння виявляти доцільність використання різних аналітичних методик. До завдань дослідницького проєкту входить вивчення студентами науково-методичної літератури за тематикою проєкту; проведення власного навчального дослідження; узагальнення отриманих результатів, складання власної класифікації методик. Прогнозованим результатом проєкту є набуття студентами досвіду самостійної дослідницької роботи та відповідних відомостей з аналітичних методик. Формою звіту є презентація дослідницького проєкту у вигляді публічної доповіді.

Робота над проєктом складається з п'яти етапів. На першому етапі студентам пропонується тема. Викладач звертає увагу на актуальність обраної теми, пробуджує у студентів інтерес до проєкту, окреслює проблемне поле, розставляє акценти значущості, пропонує різні ракурси розгляду теми. На даному етапі формуються мета та завдання дослідження. На другому етапі здійснюється організація діяльності. Дослідницький проєкт реалізується в групах, що створено викладачем. Для кожної групи визначаються мета, завдання, окреслюється роль кожного учасника дослідження. Так, одна група досліджує загальнонаукові методики (аналіз, синтез, абстрагування, узагальнення тощо); інша – методики емпіричних досліджень (опитування, спостереження, експеримент), наступна – інформаційно-прогностичні методики (когнітивне картування, моделювання, аналіз процесу прийняття рішень, експертна оцінка тощо), ще одна група – методики подання інформації в інформаційних документах (екстрагування, перефразування, інтерпретація) тощо.

На третьому етапі викладач оголошує певні проблемні ситуації. Групи вирішують, чи спроможні методики, що вони розглядають, вирішити проблеми. У процесі обговорення проєкту виробляється план дій, створюється банк ідей та пропозицій. Здійснюється систематизація та узагальнення результатів роботи. На четвертому етапі здійснюється презентація продуктів дослідження. Цей етап необхідний для подальшого аналізу проведеного дослідження, самооцінки, оцінки з боку експертів (окремих студентів або запрошених аспірантів, викладачів). На етапі презентації від студентів потрібно вміння стисло і логічно зв'язно вибудовувати повідомлення, використовувати наочність, дотримуватися структурованості в доповіді. Рекомендації щодо побудови презентації подано в Додатку Ж.

Оцінюється дослідницький проєкт на п'ятому етапі за наступними критеріями: дослідницький характер роботи; достовірність зібраних фактів; грамотність і логічність подання; майстерність презентації (культура мовлення, наочність, ілюстративність).

Традиційно методи навчання пов'язані з формами або організаційними формами навчання як способами організації навчальної діяльності, що визначається певним розпорядком. Основні форми навчання, які ми використовуємо в роботі, наступні: лекція, практичне, індивідуальне заняття, консультація, самостійна робота, науково-дослідна робота студентів, позааудиторні заходи, у тому числі організація роботи університетського студентського центру «Інфо-аналітика».

Виділимо такі основні види лекцій:

- інформаційна лекція, у межах якої викладач презентує студентам теоретичну інформацію відповідно до робочої навчальної програми дисципліни (наприклад, лекція «Джерела інформації: класифікація, умови застосування»);
- проблемна лекція, у межах якої використовують метод пізнавально-дослідницького навчання (IBL– Inquiry Based Learning), за допомогою якого прагнуть залучити студентів до справжнього наукового процесу, коли невідоме необхідно «відкрити» та дослідити (лекція «Інформаційний простір як об'єкт дослідження: суть, структура та зміст»);
- лекція-конференція, що імітує проведення науково-практичної конференції (лекція «Сучасні технології аналітики в кібербезпеці»);
- бінарна лекція (або лекція удвох), що уможливорює розкриття навчальної інформації з ракурсів різних наук, навчальних дисциплін («Інформаційно-аналітична компетентність фахівця ІТ: сутність, структура, функції»);

- лекція-візуалізація, що забезпечує подання інформації у візуальній формі (відео, фото та ін.) з подальшим обговоренням (лекція «Основні тренди інформаційно-аналітичної діяльності»);
- лекція-консультація, що дозволяє розібрати труднощі, які виникають у студентів у процесі вивчення навчальної дисципліни (лекція «Інформаційна діяльність і аналітика в побудові блок-схем») тощо.

Представимо далі види практичних занять і семінарів:

- аналітичний семінар, у межах якого розглядаються проблемні професійні ситуації (семінар «Базові аналітичні методики»);
- міждисциплінарний семінар, що уможливорює реалізацію міжпредметного компонента в освіті (семінар «Інформаційно-аналітична компетентність як запорука ефективної діяльності сучасного фахівця ІТ»);
- семінар-конференція, у межах якого студенти презентують доповіді на певні теми (семінар «Глобальні інформаційні процеси»);
- практикум-дискусія, що стимулює студентів до активного обговорення проблеми, висловлення власної позиції (практикум «Інформаційно-аналітичні системи безпеки»);
- практикум-дослідження, що передбачає в межах реалізації навчання, заснованого на дослідженнях, колективний пошук вирішення фахових проблем (практикум «Принципи та методи прогнозу інформаційних подій та процесів»);
- практикум – ділова гра, що уможливорює моделювання реальної діяльності у межах певної проблеми (практикум «Інформаційно-аналітична діяльність як засіб для управління та маніпуляцій»).

Логіка дослідницької роботи говорить про необхідність розгляду форм і методів освітнього процесу разом із засобами – різноманітними матеріалами (інструментарієм), за допомогою яких досягається мета дослідження. Окреслимо основні цифрові ресурси (відповідно до результатів дослідження Н. Морзе):

- інструменти роботи в Інтернеті (пошук даних, організація спілкування через пошту, аудіо та відео зв'язок, онлайн-переклад, проведення опитування, робота з онлайн документами, робота з хмарними сховищами даних, створення веб-сайтів, створення та керування спільнотами);
- інструменти для роботи з електронними документами (робота з текстовими документами, таблицями, базами даних);
- інструменти для візуалізації (створення концептуальних карт, малювання, створення графіки, редагування зображень, редагування відео);
- інструменти спільного письма (спільні документи, вікі, блоги);
- інструменти для організації роботи (ресурси для оцінювання, календарі, інструменти для планування заняття, конспектування);
- інструменти управління проектами (календарі, завдання та відстеження основних етапів виконання проектів, списки справ);
- інструменти для дослідження та пошуку (робота з віддаленими лабораторіями, інструменти Google, закладки, файло-обмінники);
- інструменти для роботи з мобільними пристроями для навчання (мобільні додатки, підключення мобільних пристроїв, спілкування в режимі онлайн, спілкування засобами мобільних пристроїв);
- інструменти для наукової комунікації (науковий пошук, надання доступу до наукових робіт, аналіз наукових робіт, розповсюдження наукових досліджень, рецензування наукових досліджень) та ін. (Морзе, 2021).

Зазначимо, що частина дослідження реалізовується в умовах змішаного навчання, що викликано пандемією. Відповідно до «Положення про організацію освітнього процесу Університету імені Альфреда Нобеля» як базового ЗВО нашого дослідження, навчання здійснюється в синхронному та асинхронному режимах, у т. ч. через університетське віртуальне навчальне середовище, зокрема, Google Classroom (Положення, 2019).

У нашій роботі ми орієнтуємося на результати дослідження в Київському університеті імені Бориса Грінченка, у якому виділено переваги асинхронного режиму (гнучкість графіка освітнього процесу; можливість засвоєння програми у власному темпі; доступність навчальних матеріалів у будь-який час) і синхронного режиму (швидкий зворотний зв'язок з викладачем; організація роботи в групах; мотивація до навчання в процесі спілкування та співпраці). Змішане навчання як поєднання різних форматів очного навчання з різними форматами (режимами) електронного (дистанційного) навчання (асинхронного або синхронного) відбувається протягом всього процесу впровадження розроблених педагогічних умов у практику університетської підготовки майбутніх бакалаврів комп'ютерних наук (Організація освітнього процесу в школах України в умовах карантину, 2020).

Зазначимо, що досвід використання проектних методів навчання у процесі фахової підготовки майбутніх фахівців ІТ уможливорює виділення наступних положень:

- у центрі уваги проектних методів навчання знаходиться студент;
- проектні методи навчання сприяють розвитку творчих здібностей та професійних компетентностей студентів;
- освітній процес набуває особистісного сенс для студентів, підвищує їхню мотивацію до навчання;
- індивідуальний темп роботи над проектом забезпечує можливість фахового вивчення студентів;
- глибоке засвоєння знань галузі ІТ забезпечується через універсальне їхнє використання в різних практико-орієнтованих навчальних ситуаціях.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

1. Установлено, що проектні методи навчання є трендами фахової підготовки майбутніх фахівців ІТ, зокрема, бакалаврів комп'ютерних наук. Аналіз історичних підвалин методу проектів, їхніх переваг у навчанні студентів дозволив установити, що характерною рисою проектного навчання є те, що проблеми мають бути значущими для студентів, фактично стати їхніми «власними проблемами». Подано досвід реалізації проектного навчання в Київському університеті

імені Бориса Грінченка у форматі хакатону як приклад проектного навчання, коли команди працюють над ідеєю, проектуванням, прототипом продукту та представляють рішення в рамках запропонованої теми. Для розроблення пристроїв інтернету речей використано майстер-класи для учасників, дистанційні курси, самостійне дослідження проблемних питань.

2. У результаті аналізу етапів реалізації проектів (ініціювання, планування, проведення, презентація, оцінювання, документація), вимог щодо реалізації проектів, виділено основні види проектних методів навчання: у залежності від виду діяльності, що домінує у проекті (дослідницькі, креативні, імітаційні, інформаційні, практико-орієнтовані), за предметними напрямками (монопроекти, міжпредметні проекти), за кількістю учасників (індивідуальні, групові), за терміном виконання (короткотермінові, довготермінові). Подано послідовність 5 етапів реалізації методу проектів на прикладі дослідницького проекту.

3. Установлено, що проектні методи навчання пов'язані з формами навчання (лекція, практичне, індивідуальне заняття, консультація, самостійна робота, науково-дослідна робота студентів, позааудиторні заходи, у тому числі організація роботи університетського студентського центру «Інфо-аналітика»). Подано перелік засобів як різноманітних матеріалів, за допомогою яких досягається мета дослідження. Окреслимо засоби – цифрові ресурси для реалізації проектних методів навчання (за Н. Морзе).

Перспективи подальших наукових пошуків вбачаємо в упровадженні розроблених проектних методів навчання в практику університетської освіти.

Список використаних джерел

1. Бутенко В.Г. Розвиток критичного мислення засобами іноземної мови у процесі формування інформаційно-аналітичної компетентності майбутніх правоохоронців. *Вісник Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія : Педагогіка*. 2019. Вип. 3. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnadped_2019_3_3.
2. Веретеников В.І., Тарасенко Л.М., Гевлич Г.І. *Управління проектами : навчальний посібник*. Київ : Центр навчальної літератури, 2006. 280 с.
3. Гончаренко С.У. *Педагогічні дослідження. Методологічні поради молодим науковцям*. Київ-Вінниця : ДОВ «Вінниця», 2008. 278 с.
4. Гриневич Л., Ільч Л., Морзе Н., Прошкін В., Шемелинець І., Линьов К., Рій Г. *Організація освітнього процесу в школах України в умовах карантину : аналітична записка*. Київ : Київський університет імені Бориса Грінченка, 2020. 76 с.
5. Дзябенко О.В., Морзе Н.В., Василенко С.В., Варченко-Троценко Л.О., Вембер В.П., Бойко М.А., Воронникова І.П., Смірнова-Трибульська Є.М. *Інноваційні педагогічні методи в цифрову епоху : навчальний посібник*. Київ. Київський університет імені Бориса Грінченка. Кам'янець-Подільський : ТОВ «Друкарня «Рута», 2021. 320 с.
6. Добровольська А.М. Метод проектів: формування ІТ-компетентності майбутніх фахівців. *Фізико-математична освіта*. 2018. Випуск 1(15). С. 35-47.
7. Косович О. Проектна діяльність як одна з форм інноваційних методичних технологій навчання. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія : Педагогіка. Соціальна робота*. 2011. Вип. 22. С. 76-78.
8. *Нова українська школа*. URL: <https://nus.org.ua>.
9. Пехота О.М., Кіктенко А.З., Любарська О.М. *Освітні технології : навч.-метод. посіб.* Київ : АСК, 2002. 255 с.
10. Підласий І.Т. *Діагностика та експертиза педагогічних проектів : навчальний посібник*. Київ : Україна, 1998. 343 с.
11. Полат Е.С. *Как рождается проект*. Москва : ИСО РАО, 1995. 87 с.
12. *Положення про організацію освітнього процесу Університету імені Альфреда Нобеля*. URL: <https://duan.edu.ua/images/head/University/UA/regulations/24129.pdf>.
13. Сисоева С. Особистісно-орієнтовані технології : метод проектів. *Підручник для директора*. 2005. № 9-10. С. 25-31.
14. Хоружа Л. Проектна культура вчителя: етичний компонент. *Шлях освіти*. 2006. № 2. С. 11-15.

References

1. Butenko, V.H. (2019). Rozvytok krytychnoho myslennia zasobamy inozemnoi movy u protsesi formuvannia informatsiino-analitychnoi kompetentnosti maibutnikh pravoookhorontsiv [Development of critical thinking using a foreign language in information-analytical competence formation of future law enforcement officers]. *Visnyk Natsionalnoi akademii Derzhavnoi prykordonnoi sluzhby Ukrainy. Seriya : Pedagogika* [Bulletin of the National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine. Series: Pedagogy], 3. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vnadped_2019_3_3 [in Ukrainian].
2. Veretennykov, V.I., Tarasenko, L.M., Hevlych, H.I. (2006). *Upravlinnia proektamy* [Project Management]. Kyiv : Tsentr navchalnoi literatury, 2006. 280 p. [in Ukrainian].
3. Honcharenko S.U. (2008). *Pedahohichni doslidzhennia. Metodolohichni porady molodym naukovtsiam* [Pedagogical research. Methodological advice for young scientists]. Kyiv-Vinnitsia : DOV «Vinnitsia», 278 p. [in Ukrainian].
4. Hrynevych, L., Ilich, L., Morze, N., Proshkin, V., Shemelynets, I., Lynov, K., Rii, H. (2020). *Orhanizatsiia osvithnoho protsesu v shkolakh Ukrainy v umovakh karantynu : analitychna zapyska* [Organization of the educational process in Ukrainian schools under quarantine: an analytical note]. Kyiv : Kyivskiy universytet imeni Borysa Hrinchenka, 76 p. [in Ukrainian].
5. Dziabenko, O.V., Morze, N.V., Vasilenko, S.V., Varchenko-Trotsenko, L.O., Vember, V.P., Boiko, M.A., Vorotnykova, I.P., Smirnova-Trybulska, Ye.M. (2021). *Innovatsiini pedahohichni metody v tsyfrovu epokhu* [Innovative pedagogical methods in the digital age]. Kyiv. Kyivskiy universytet imeni Borysa Hrinchenka. Kamianets-Podilskyi : TOV «Drukarnia «Ruta», 2021. 320 p. [in Ukrainian].
6. Dobrovolska, A.M. (2018). Metod proektiv: formuvannia IT-kompetentnosti maibutnikh fakhivtsiv [Project method: formation of IT competence of future specialists]. *Fizyko-matematychna osvita* [Physical and mathematical education]. 1(15). PP. 35-47 [in Ukrainian].

7. Kosovych, O. (2011). Proektna diialnist yak odna z form innovatsiinykh metodychnykh tekhnolohii navchannia [Project activity as one of the forms of innovative methodical technologies of training]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Seriya : Pedagogika. Sotsialna robota* [Scientific Bulletin of Uzhhorod National University. Series: Pedagogy. Social Work]. 22. PP. 76-78 [in Ukrainian].
8. *Nova ukrainska shkola* [The New Ukrainian School]. URL: <https://nus.org.ua> [in Ukrainian].
9. Piekhota, O.M., Kikitenko, A.Z., Liubarska, O.M. (2002). *Osvitni tekhnolohii* [Educational technologies]. Kyiv : ASK, 2002. 255 p. [in Ukrainian].
10. Pidlasyi, I.T. (1998). *Diahnostyka ta ekspertyza pedahohichnykh proektiv* [Diagnosis and examination of pedagogical projects]. Kyiv : Ukraina, 1998. 343 p. [in Ukrainian].
11. Polat, E.S. (1995). *Kak rozhdaetsia proekt* [How the project is born]. Moskva : YSO RAO, 1995. 87 p. [in Russian].
12. *Polozhennia pro orhanizatsiiu osvitnoho protsesu Universytetu imeni Alfreda Nobelia* [Regulations on the organization of the educational process of Alfred Nobel University]. URL: <https://duan.edu.ua/images/head/University/UA/regulations/24129.pdf> [in Ukrainian].
13. Sysoieva, S. (2005). Osobystisno zoriientovani tekhnolohii : metod proektiv [Personally oriented technologies: project method]. *Pidruchnyk dlia dyrektora* [A textbook for the director]. 9-10. PP. 25-31 [in Ukrainian].
14. Khoruzha, L. (2006). Proektna kultura vchytelia: etychnyi komponent [Teacher project culture: ethical component]. *Shliakh osvity* [The path of education]. 2. PP. 11-15 [in Ukrainian].

PROJECT TRAINING METHODS AS TRENDS OF PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE IT SPECIALISTS

Vladyslav Babkin

Alfred Nobel University, Ukraine

Volodymyr Proshkin

Borys Grinchenko Kyiv University, Ukraine

Abstract. Among the effective methods of university training of future IT specialists are project methods that interpret real professional situations, allow you to look for alternatives, choose the most appropriate solutions to professional problems.

Materials and methods. Analysis of the scientific literature to establish the state of development of the research problem, determine the categorical-conceptual apparatus of research; synthesis, generalization, systematization to substantiate the possibilities of using project-based teaching methods in professional training of students.

Results. It is established that project teaching methods are trends in future IT specialists' professional training, particularly bachelors of computer science. The experience of project training at Borys Hrinchenko Kyiv University in the hackathon format is presented. The development of Internet devices used master classes for participants, distance learning courses, independent research of problematic issues. It is established that project teaching methods are related to forms of education (lecture, practical, individual lesson, consultation, independent work, research work of students, extracurricular activities, including the university student center "Info-analytics"). Given the list of means as various materials with which the purpose of research is reached. Let's outline the means - digital resources for the implementation of project-based teaching methods (according to N. Morse).

Conclusions. The main types of project teaching methods are identified: depending on the kind of activity that dominates the project (research, creative, simulation, information, practice-oriented), by subject areas (monoprojects, interdisciplinary projects), by the number of participants (individual, group), by term of performance (short-term, long-term). Prospects for further research are the introduction of advanced project teaching methods in the practice of university education.

Key words: project teaching methods, future bachelor, computer sciences, professional training, information technologies.



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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



Гаврілова Л.Г., Бескорса О.С., Ішутіна О.Є. Цифрові форми міжкультурної комунікації в освіті: досвід реалізації проекту Еразмус+Жан Моне Модуль. *Фізико-математична освіта*. 2021. Випуск 3(29). С. 44-50.

Havrilo L., Beskorsa O., Ishutina O. Digital forms of intercultural communication in education: experience of Erasmus + Jean Monnet Module implementation. *Physical and Mathematical Education*. 2021. Issue 3(29). P. 44-50.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-029-3-007

УДК 37.013.43:81:378.4

Л.Г. Гаврілова

ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет», Україна

havrilovalg@gmail.com

ORCID: 0000-0003-1814-5323

О.С. Бескорса

ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет», Україна

beskorsyhelen@gmail.com

ORCID: 0000-0001-8018-8549

О.Є. Ішутіна

ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет», Україна

olenaishutina@gmail.com

ORCID: 0000-0002-7801-4205

ЦИФРОВІ ФОРМИ МІЖКУЛЬТУРНОЇ КОМУНІКАЦІЇ В ОСВІТІ: ДОСВІД РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТУ ЕРАЗМУС+ЖАН МОНЕ МОДУЛЬ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. У статті представлено деякі аспекти впровадження навчального курсу «Міжкультурні комунікаційні студії», розробленого за проектом Erasmus + Jean Monnet Module «Україна – ЄС: міжкультурна комунікація в освіті»/«Ukraine – EU: Intercultural Communication in Education» для здобувачів магістерського рівня вищої освіти спеціальності 013 Початкова освіта ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет». Доведено, що включення до названого курсу окремої теми «Цифрова комунікація в освіті», поданої у формі дистанційного курсу, є актуальним в умовах стрімкої інформатизації та глобалізаційних процесів у суспільстві та освіті, а також майже тотального дистанційного навчання, спричиненого світовою пандемією COVID-19. Тому основною метою статті є висвітлення структури і змісту дистанційного курсу, огляд основних форм цифрової комунікації, реалізованої в умовах дистанційного навчального середовища.

Матеріали і методи. Метод, на основі якого відбувалось проектування дистанційного курсу, це так звана теорія п'яти етапів В. Кухаренка, В. Бикова та ін., що вміщує аналіз, проектування, розвиток, виконання та оцінку. На сьогоднішній описаний у статті курс після проходження всіх етапів, перебуває у стані вдосконалення та оновлення матеріалів, зокрема онлайн сервісів для реалізації цифрової комунікації.

Результати. Серед результатів дослідження: визначення місця дистанційного курсу «Цифрова комунікація в освіті» в структурі навчального курсу «Міжкультурні комунікаційні студії» в проекті програми Еразмус+ напрямку Жан Моне «Україна – ЄС: міжкультурна комунікація в освіті»; висвітлення структури та тематики курсу, основних компетентностей та результатів навчання, що мають бути сформованими за результатами вивчення курсу; опис змісту теоретичної частини, практичних занять, форм самостійної роботи здобувачів освіти. Виокремлено основні форми цифрової комунікації, серед яких: універсальні форми, форми наукової комунікації, навчальної цифрової та комунікації з використанням засобів мультимедіа.

Висновки. У висновках відзначено оцінку результатів навчання, надану студентами та сформульовано перспективи подальшого дослідження.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: комунікація, міжкультурна комунікація, цифрова комунікація, європейські цінності, цифровий етикет.

ВСТУП

Постановка проблеми. Erasmus+ – одна з відомих програм Європейського Союзу, що охоплює академічну сферу, освіту, молодіжну політику, спорт. Вона включає проекти співпраці, партнерства, мобільності у сфері освіти. Наразі основними цілями роботи програми, як оголошено Європейською Комісією та зазначено на сайті Національного

Erasmus+ офісу в Україні (erasmusplus.org.ua), є сприяння академічній мобільності у сфері освіти та професійного розвитку; сприяння неформальній та інформальній навчальній мобільності у сфері молоді; сприяння навчальній мобільності персоналу сфери спорту (Про програму, 2021). У галузі вищої освіти одним із ключових напрямів діяльності програми Еразмус+ є напрям Жан Моне, який орієнтований на викладання та дослідження з метою активізації євроінтеграційного дискурсу, сприяння досконалості євроінтеграційних студій, залучення українських ЗВО до дослідження євроінтеграційних процесів та поширення ідей Об'єднаної Європи. Саме цей напрям був обраний викладачами кафедри теорії і практики початкової освіти ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет», якими від листопада 2020 року розпочато виконання проєкту за модулем «Україна – ЄС: міжкультурна комунікація в освіті»/«Ukraine – EU: Intercultural Communication in Education». У межах проєкту передбачено впровадження навчального курсу «Міжкультурні комунікаційні студії», до змісту якого включено різні аспекти міжкультурної комунікації, зокрема і цифрової, що в умовах стрімкої інформатизації та глобалізаційних процесів у суспільстві та освіті, а також майже тотального дистанційного навчання, спричиненого світовою пандемією COVID-19, стало надзвичайно **актуальним**.

Поняття міжкультурної комунікації та пов'язаної з ним категорії міжкультурної компетентності є достатньо поширеними в сучасному вітчизняному та зарубіжному науковому обігу, вони висвітлюються в педагогіці, культурології, соціології, досліджуються філологами та представниками інших наук. Приміром, I. Hill (2006) розглядає міжкультурну комунікацію у двох аспектах: когнітивному (знання про власну культуру та інші культури) та афективному (міжкультурна чутливість). З точки зору I. Бахова (2012), міжкультурна комунікація є підґрунтям для соціокультурних змін і багатоякісним та динамічним соціальним феноменом, який, з одного боку, передбачає здатність до сприйняття іншокультурних елементів, з іншого – демонструє здатність транслювати свої цінності в інші культури. В. Манакін (2012), аналізуючи взаємозв'язок мови й міжкультурної комунікації, вказує, що вона виступає як ціннісно-нормативний регулятив культурної діяльності і відрізняє одне суспільство від іншого, сприяє його інтеграції та перетворює на культурну самобутність. На думку науковця, міжкультурна комунікація є генератором смислів культури, базовим елементом формування, відтворення і трансляції культури як у цілому, так і її складових (Манакін, 2012).

Значна кількість дослідників розглядають міжкультурну комунікацію в аспекті вивчення мов, вважаючи, що провідним засобом міжкультурної та міжнародної комунікації є англійська мова (Гаврілова, Ябурова, 2017; Гаврілова, Бескорса, Іштутіна, 2019). Інші науковці (Gudykunst та ін., 2005; Ting-Toomey & Dorjee, 2015), крім мови, акцентують увагу на стилі спілкування, який включає функціональність та виразність.

На сьогодні міжкультурна комунікація через карантинні обмеження, спричинені пандемією COVID-19, відбувається переважно в цифровій формі. Тож під час розроблення та впровадження курсу «Міжкультурні комунікаційні студії» в рамках проєкту програми Еразмус+ напрям Жан Моне «Україна – ЄС: міжкультурна комунікація в освіті»/«Ukraine – EU: Intercultural Communication in Education» було виділено окрему тему, присвячену цифровій комунікації в освіті й подану у вигляді дистанційного курсу. Висвітимо зміст і структуру цього дистанційного курсу, оглянемо основні форми цифрової комунікації, реалізовані в умовах дистанційного навчального середовища, що і становитиме **мету даної статті**.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Основним методом було проєктування дистанційного курсу, що базувалося на запропонованій В. Кухаренком, В. Биковим та іншими вченими «теорії п'яти етапів», яка вміщує:

- аналіз (аналізується діяльність, цільова група, формуються завдання та мета навчання);
- проєктування (формується послідовність навчання, визначаються засоби навчання, описується навчальна активність (через приклади, дослідження) та створюється схема навчання);
- розвиток (йде у відповідності до сценарію дистанційного курсу, створюються вправи, матеріали та інструменти, відбувається налагодження курсу та тестування);
- виконання (обрана група проходить навчання у курсі);
- оцінка (виконується поточне та підсумкове оцінювання) (Биков та ін., 2008).

Крім того, залучалися науково-теоретичні методи аналізу джерел та використання наявного досвіду проєктування дистанційних курсів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Навчальний курс «Міжкультурні комунікаційні студії» в проєкті програми Еразмус+ напрям Жан Моне «Україна – ЄС: міжкультурна комунікація в освіті» введено до професійної підготовки майбутніх фахівців спеціальності 013 Початкова освіта магістерського рівня як позакредитну дисципліну. На вивчення курсу відведено 9 кредитів ЄКТС (270 годин, із яких 90 годин аудиторних, решта – на самостійну роботу здобувачів вищої освіти). Курс складається із дев'яти тем:

1) *Комунікаційні стратегії Європейського суспільства* (Communicative strategies of European society), що має на меті формування розуміння та здатності обговорювати виклики європейського суспільства, усвідомлення найефективніших методів та стратегій міжкультурної комунікації із використанням вербальних та невербальних засобів.

2) *Мова та міжкультурна комунікація* (Language and Intercultural Communication), що забезпечує надання знань про визначення культурних відмінностей у стилях спілкування та вироблення навичок вибору вербальних засобів для ефективного усного та письмового спілкування.

3) *Основи міжособистісного спілкування* (Foundations of Interpersonal Communication), що надає огляд психологічних, комунікативних, реляційних, контекстних та дискурсивних стратегій для налагодження міжособистісних стосунків.

4) *Культурна комунікація та етнічна ідентичність* (Culture Communication and Ethnic Identity) для розвитку навичок свідомого вибору щодо поведінки в конкретній ситуації, щоб ефективно спілкуватися; посилення розуміння ідентичності та міжгрупових відносин.

5) *Управління міжособистісними та міжгруповими конфліктами* (Interpersonal and Intergroup Conflict Management) для розвитку навичок вирішення конфліктних ситуацій шляхом опанування ефективних стратегій боротьби з культурними та гендерними відмінностями.

6) *Цифрова комунікація в освіті* (Digital Communication in Education), що забезпечує розуміння ролі цифрових послуг для налагодження міжкультурного спілкування в сучасному академічному середовищі.

7) *Європейська політика інтернаціоналізації вищої освіти: полікультурні аспекти* (European Higher Education Internationalization Policy: Multicultural Aspects) для розуміння основних культурних концепцій, акумуляції, полікультурної освіти, передових практик та навичок, щоб стати компетентним мультикультурним педагогом.

8) *Напрями розвитку соціокультурної складової інтернаціоналізації вищої освіти в Україні* (Areas of Developing Sociocultural Component of Higher Education Internationalization in Ukraine), що забезпечуватиме усвідомлення необхідності розвитку культурно-інклюзивного середовища сучасного українського університету; розвиток навичок проведення наукових досліджень та епістемологічних умінь.

9) *Соціальне спілкування – поняття, функції, значення. Міжкультурна комунікація задля соціальних змін* (Social communication – concepts, functions, importance. Intercultural Communication for Social Change), що має розвинути навички критичного мислення студентів щодо ролі соціальної комунікації, медіа, міжкультурної комунікації в сучасному суспільстві.

У загальній структурі навчального курсу лише одна тема – «Цифрова комунікація в освіті» – запланована як дистанційний курс. Проте умови викладання на початку 2021 року, тотальний перехід вищої освіти на дистанційну форму навчання призвели до переведення всього курсу в дистанційний формат у середовище MOODLE ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет».

Сконцентруємо увагу на особливостях побудови дистанційного курсу «Цифрова комунікація в освіті» (рис. 1), на опанування якого відведено 30 годин / 1 кредит ЕКТС (12 годин контактних: 4 години онлайн лекцій та 8 годин онлайн практичних занять; 18 годин самостійної роботи). Курс завершується заліком у формі тестового контролю.



Рис. 1. Головна сторінка дистанційного курсу в середовищі MOODLE ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет»

Вивчення курсу забезпечує сформованість в майбутніх учителів початкової школи таких компетентностей:

загальні:

- здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні;
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність діяти соціально відповідально і свідомо;
- здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів).

спеціальні:

- здатність спілкуватися державною та іноземною мовами для забезпечення усної та письмової академічної комунікації;
- здатність орієнтуватися в інформаційному просторі, використовувати відкриті ресурси, інформаційно-комунікаційні та цифрові технології, оперувати ними як комунікаційними засобами;
- здатність управляти власними емоційними станами, налагоджувати конструктивну та партнерську взаємодію з учасниками освітнього процесу, формувати мотивацію здобувачів до навчання та організовувати їхню пізнавальну діяльність;
- здатність до проектування цифрового освітнього середовища підготовки вчителів англійської мови початкової школи.

Загальні та спеціальні компетентності співвідносяться із ключовими (Key Competences for LifeLong Learning), визначеними Європейськими еталонними рамками (Recommendation, 2006; Proposal, 2018), адаптованими в Законі України «Про освіту» (2017), а також компетентностями, сформульованими в стандарті вищої освіти за спеціальністю 013 Початкова освіта галузі знань 01 Освіта/Педагогіка бакалаврського рівня (Стандарт, 2021).

Передумовами вивчення дистанційного курсу «Цифрова комунікація в освіті» у складі позакредитної дисципліни «Міжкультурні комунікаційні студії» є попередньо набуті студентами такі компетентності:

- ІК-компетентність – здатність до критичного аналізу джерел інформації, пошуку необхідних ресурсів, синтезу, узагальненню та структуруванню продукційованої інформації;
- педагогічна компетентність – здатність та готовність до педагогічного проектування, змістового наповнення та використання цифрових освітніх продуктів у професійній діяльності;
- технологічна компетентність – здатність та готовність до інформатично-технологічної діяльності, а саме постановки цілей створення цифрового освітнього продукту, використанню наявної або розробки нової технології створення освітнього цифрового контенту, тестуванню продукту на відповідність до певних вимог тощо.

Очікувані результати навчання:

- *професійні знання*: основних тенденцій цифровізації освіти та сучасних вимог до вчителя початкових класів в інформаційному суспільстві; видів і форм цифрової комунікації; особливостей академічної цифрової комунікації; правил і норм цифрового комунікаційного етикету.
- *професійні вміння і навички*: ефективно працювати із програмами та онлайн ресурсами для забезпечення цифрової комунікації; ефективно спілкуватися в дистанційному середовищі; раціонально застосовувати онлайн сервіси та програмне забезпечення для організації та проведення комунікаційних заходів в умовах цифрового освітнього середовища.
- *комунікація*: здійснювати цифрову комунікацію, орієнтуючись на вимоги нетикету; прогнозувати, проектувати та коригувати цифрову академічну комунікацію на засадах етики професійного спілкування, застосовуючи правила наукового етикету.

Вивчаючи курс, студенти набувають *знань*:

- основних тенденцій цифровізації освіти та сучасних вимог до вчителя початкових класів в інформаційному суспільстві;
- видів і форм цифрової комунікації;
- особливостей академічної цифрової комунікації;
- правил і норм цифрового комунікаційного етикету.

Студенти набувають *умінь*:

- ефективно працювати із програмами та онлайн ресурсами для забезпечення цифрової комунікації;
- ефективно спілкуватися в дистанційному середовищі;
- раціонально застосовувати онлайн сервіси та програмне забезпечення для організації та проведення комунікаційних заходів в умовах цифрового освітнього середовища.

Курс складається із двох тем, розділених на підтеми:

Тема 1. Академічна комунікація в умовах цифровізації освіти

1) Нормативно-правове й законодавче закріплення процесів цифровізації освіти. Поняття «електронна комунікація», «Інтернет-комунікація», «веб-комунікація», «комунікація, опосередкована комп'ютером» (computer mediated communication).

2) Переваги цифрової комунікації. New Media. Вплив засобів цифрової комунікації на міжкультурне спілкування.

3) Основні форми цифрової освітньої комунікації. Наукова електронна стаття: специфіка жанру.

4) Цифровий етикет: поведінка в онлайн спілкуванні.

Тема 2. Цифрові сервіси освітньої комунікації.

1) Відкрита освіта як необхідна умова здійснення академічної комунікації в цифровому освітньому середовищі. Відкриті курси (MOOC).

2) Онлайн-сервіси для організації вебінарів, інтернет-конференцій та здійснення онлайн-навчання (Skype, ZOOM, Google Meet).

3) Онлайн-ресурси для створення навчального контенту. Інтерактивні презентації, інтерактивне відео (онлайн-сервіси Genially, Learnis, Pictochart, Google Slides, Prezi, Canva). Інтерактивні плакати (Padlet, Glogster). Інтелектуальні карти (Mindmeister).

4) Онлайн-інструменти для організації зворотного зв'язку (ресурси Mentimeter та Slido).

У загальному блоці курсу розміщено його силабус та робочу програму для детального ознайомлення здобувачів із тематикою, видами контролю, оцінюванням завдань тощо. Загальний блок вміщує також глосарій із основними поняттями в галузі міжкультурної комунікації та різних аспектів цифровізації освіти.

Дистанційний курс складається традиційно із надання теоретичних відомостей, практичного їх опрацювання, виконання завдань самостійної роботи, контролю та оцінювання набутих знань і умінь. *Теоретична частина* має на меті надання студентам необхідної наукової та науково-методичної інформації з питань нормативно-правового й законодавчого закріплення процесів цифровізації освіти, розглядається низка ключових понять курсу, серед яких «електронна комунікація», «Інтернет-комунікація», «вебкомунікація», «комунікація, опосередкована комп'ютером» (computer mediated communication). Відзначимо, що теоретичний матеріал викладено стисло, значна кількість теорії узагальнена у вигляді таблиць та інфографіки, що цілком відповідає особливостям сучасного «кліпового» мислення молоді. Крім того, майбутні вчителів початкових класів знайомляться із онлайн інструментами та програмами для комунікації в умовах цифрового середовища, вивчають форми цифрової освітньої комунікації, зокрема розглядають специфіку жанру наукової електронної статті. Доцільно відзначити, що лекційний матеріал подається під час онлайн зустрічей зі студентами, коли для ефективної роботи викладачем організовано активну цифрову взаємодію: впродовж 40-хвилинного заняття здобувачі занурюються в цифрову комунікацію завдяки залученню додаткових ресурсів (складають «хмарку слів» та проходять опитування в програмі Mentimeter, розміщують відповіді на онлайн дошках Jamboard та Padlet,

пишуть повідомлення в чаті та ін.). Для унаочнення теоретичного матеріалу використовується й форма мультимедійної презентації, проте слайди побудовані з урахуванням сучасних вимог (мінімум тексту, максимум інфографіки).

До змісту *практичних занять* в дистанційному курсі «Цифрова комунікація в освіті» включено опрацювання онлайн-сервісів та програм для реалізації цифрової комунікації (Скype, ZOOM, Google Meet для організації вебінарів, інтернет-конференцій та здійснення онлайн-навчання; власне робота в цих сервісах, ознайомлення зі специфікою електронних наукових видань та інноваціями в академічній цифровій комунікації. Серед завдань для *самостійної* роботи переважає виконання творчих проєктів, що набуває вигляду створення цифрових освітніх ресурсів у вигляді ребусів, коміксів, інтерактивних плакатів з певної тематики. Одним із актуальних завдань є усвідомлення правил поведінки в цифровому середовищі, так званого нетикету, з креативним оформленням цих правил (для учнів ЗЗСО, для вчителів, для студентської аудиторії тощо). Фрагменти мультимедійної презентації з етики комунікації в Інтернеті, створеної для усвідомлення студентами ЗВО ключових правил цифрової письмової комунікації наведено на рис. 2.



Рис. 2. Слайди мультимедійної презентації з етики письмової комунікації в Інтернеті для студентів ЗВО

Найголовнішим результатом вивчення дистанційного курсу «Цифрова комунікація в освіті» було усвідомлення та опанування студентами основних форм цифрової комунікації, до яких належать:

- *універсальні форми* (e-mail, messages, спілкування через соціальні мережі, сайти, чати, форуми), які вимагають відповідних навичок (нетикет, кібербезпека);
- *форми наукової комунікації* (е-конференції, вебінари, е-журнали) із вимогами дотримання принципів академічної доброчесності, підтримки відкритого доступу до наукових публікацій та ін.;
- *навчальна цифрова комунікація* (електронні освітні ресурси, спільна робота у Google додатках, комунікація в умовах дистанційного середовища та ін.). Тут йдеться про створення цифрового освітнього середовища зі специфічними вимогами до контенту;
- *комунікація з використанням засобів мультимедіа*, що дозволяє залучити до спілкування не лише слова, а весь комплекс візуальних та звукових образів, що значно підсилює вплив на респондентів.

ОБГОВОРЕННЯ

Під час проєктування дистанційного курсу було досліджено особливості застосовування e-learning платформ, від вибору яких залежить якість процесу навчання. Ми спиралися на думку В. Вишнівського та інших (2014), які відзначали, що платформа дистанційного навчання – це центральний елемент, навколо якого збираються учасники дистанційної освіти. На сьогодні існує значна кількість e-learning платформ (систем управління навчанням), які поділяються на комерційні (Blackboard, LearningSpace, WebTutor та ін.) та безкоштовні (ATutor, Dokeos, ILIAS, Moodle та ін.). Ми погоджуємось з більшістю вітчизняних науковців, які вважають Moodle однією із найдоцільніших у використанні в умовах вітчизняних ЗВО, оскільки вона відповідає всім основним вимогам, що висуваються до сучасного дистанційного навчання: функціональність, надійність, стабільність, вартість, відсутність обмежень за кількістю ліцензій на слухачів, наявність вбудованих засобів розробки та редагування навчального контенту (Вишнівський та ін., 2014).

Важливим було також обґрунтування базових теоретичних понять на основі сучасних наукових розвідок. Так у розумінні «цифрової культури особистості» ми виходили із її тлумачення як системи поведінки особистості в умовах цифрового суспільства, що включає культуру комунікації (Web-спілкування, Network Etiquette), раціональне споживання інформації (медіаграмотність), розвинене критичне мислення та ефективне використання цифрових технологій для забезпечення особистих потреб та успішної професійної діяльності (Воронова, Гаврілова, 2017). Загальне поняття міжкультурної комунікації було розтлумачене, ґрунтуючись на розвідках вітчизняних науковців І. Бахова (2012), М. Галицької (2014), В. Манакіна (2012), а також положеннях зарубіжних вчених W. Gudykunst та ін. (2005), I. Hill (2006), S. Ting-Toomey та T. Dorjee (2015). Це забезпечило науковий рівень курсу та можливість залучати здобувачів до повноцінної цифрової комунікації.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Дистанційний курс «Цифрова комунікація в освіті» у складі навчальної позакредитної дисципліни «Міжкультурні комунікаційні студії» в проєкті програми Еразмус+ на пряму Жан Моне «Україна – ЄС: міжкультурна комунікація в освіті» було прочитано для здобувачів магістерського рівня вищої освіти спеціальності 013 Початкова освіта ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет» у другому семестрі 2020-2021 навчального року. У загальному контексті проєкту ERASMUS+ дистанційний курс «Цифрова комунікація в освіті» було створено з метою надання теоретичних знань та практичних навичок з академічної міжкультурної комунікації в умовах цифрового середовища. Тобто вивчення цього

курсу, як складника «Міжкультурних комунікаційних студій», вирішувало актуальне на сьогодні завдання опанування різних форм цифрової комунікації: освітньої, наукової, формальної, неформальної та ін. Проведена наприкінці курсу рефлексія у вигляді опитування студентів, які прослухали цей курс, довела актуальність та своєчасність його проведення. Студенти із задоволенням відвідували онлайн заняття, виконували завдання, опрацьовували численні запропоновані цифрові ресурси.

Перспективи подальшого дослідження вбачаємо в залученні нових ресурсів для цифрової комунікації та розширення практичних навичок здобувачів щодо самостійної організації онлайн-заходів та здійснення наукової цифрової комунікації.

Список використаних джерел

1. Gudykunst W.B., Lee C.M., Nishida T. & Ogawa N. Theorizing about intercultural communication. In *Theorizing about intercultural communication* / W.B. Gudykunst (Ed.). Thousand Oaks CA: Sage, 2005. Pp. 3–32.
2. Hill I. Student types, school types and their combined influence on the development of intercultural understanding. *Journal of Research in International Education*, 2006. Vol. 5, no. 1, Pp. 5–33.
3. Proposal for a Council Recommendation on Key Competences for LifeLong Learning. 2018. Brussels. URL: <http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-5464-2018-ADD-2/EN/pdf>.
4. Recommendation of the European Parliament and to the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning (2006/962/EC). *Official Journal of the European Union*. 2006. URL : <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:EN:PDF>.
5. Ting-Toomey S., Dorjee T. Intercultural and intergroup communication competence: Toward an integrative perspective. *The handbook of communication science: Communication competence* / A. F. Hannawa & B. H. Spitzberg (Eds.). Berlin: De Gruyter Mouton, 2015. Vols. 22. Pp. 503–538.
6. Бахов І. С. Міжкультурна комунікація в контексті глобалізаційного діалогу культур. *Вісник Національної академії Державної прикордонної служби України*, 2012. № 2, С. 34–43.
7. Биков В. Ю., Кухаренко В. М., Сиротенко Н. Г., Рибалко О. В., Богачков Ю. М. Технології розробки дистанційного курсу: навчальний посібник. Київ: Міленіум, 2008. 324 с.
8. Вишнівський В. В., Гніденко М. П., Гайдур Г. І., Ільїн О. О. Організація дистанційного навчання. Створення електронних навчальних курсів та електронних тестів. Київ: ДУТ, 2014. 140 с.
9. Воронова Н. С., Гаврілова Л. Г. Цифрова культура як феномен сучасного інформаційно-комунікаційного педагогічного середовища. *Засоби навчальної та науково-дослідної роботи : зб. наук. праць*, 2017. Вип. 48. С. 5–18.
10. Гаврілова Л., Бескорса О., Ішутіна О. Упровадження курсу «Міжкультурна комунікація в освіті» в професійну підготовку майбутніх учителів. Професіоналізм педагога: теоретичні й методичні аспекти, 2019. Вип. 11. С. 50–61.
11. Гаврілова Л. Г., Ябурова О. В. Моніторинг англomовної компетентності студентів педагогічного університету. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології* : наук. журнал / гол.ред. А. А. Сбруєва. Суми : Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2017. № 1 (65). С. 14–22.
12. Галицька М. М. Міжкультурна комунікація та її значення для професійної діяльності майбутніх фахівців. *Освітнологічний дискурс*, 2014. № 2 (6). С. 23–30.
13. Манакин В.М. Мова і міжкультурна комунікація. Київ: ЦУЛ, 2012. 288 с.
14. Про освіту. Закон України від 05.09.2017 № 2145-VIII. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>.
15. Про програму – Національний Erasmus+ офіс в Україні. URL: <https://erasmusplus.org.ua/erasmus/pro-prohamu.html>.
16. Стандарт вищої освіти за спеціальністю 013 Початкова освіта галузі знань 01 Освіта/Педагогіка бакалаврського рівня. Затверджено наказом МОН України від 23.03.2021 р. URL: https://mon.gov.ua/storage/app/media/vyshcha/standarty/2021/03/23/013%20Pochatkova%20osvita_28.03.doc.

References

1. Gudykunst, W.B., Lee, C.M., Nishida, T. & Ogawa, N. (2005). Theorizing about intercultural communication. In *Theorizing about intercultural communication* / W.B. Gudykunst (Ed.). Thousand Oaks CA: Sage, 3–32. [in English].
2. Hill, I. (2006). Student types, school types and their combined influence on the development of intercultural understanding. *Journal of Research in International Education*, 5 (1), 5–33. [in English].
3. Proposal for a Council Recommendation on Key Competences for LifeLong Learning (2018). Brussels. <http://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-5464-2018-ADD-2/EN/pdf>. [in English].
4. Recommendation of the European Parliament and to the Council of 18 December 2006 on key competences for lifelong learning (2006/962/EC). *Official Journal of the European Union* (2006). <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:394:0010:0018:EN:PDF>. [in English].
5. Ting-Tomey, S., & Dorjee, T. (2015). Intercultural and intergroup communication competence: Toward an integrative perspective. *The handbook of communication science: Communication competence* / A. F. Hannawa & B. H. Spitzberg (Eds.). Berlin: De Gruyter Mouton, 22, 503–538. [in English].
6. Bakhov, I. S. (2012). Mizhkulturna komunikatsiia v konteksti hlobalizatsiinoho dialohu kultur [Intercultural communication in the context of cultural dialogue globalization]. *Bulletin of the National Academy State Border Service of Ukraine*, 2, 34–43. [in Ukrainian].
7. Bykov, V. Yu., Kukharenko, V. M., Syrotenko, N. H., Rybalko, O. V., & Bohachkov, Yu. M. (2008). *Tekhnolohii rozrobky dystantsiinoho kursu [Distance course development technologies]*. Kyiv: Milenium. [in Ukrainian].
8. Vyshnivskiy, V. V., Hnidenko, M. P., Haidur, H. I., & Ilin, O. O. (2014). *Orhanizatsiia dystantsiinoho navchannia. Stvorennia elektronnykh navchalnykh kursiv ta elektronnykh testiv [Organization of distance learning. Creation of electronic training courses and electronic tests]*. Kyiv: DUT. [in Ukrainian].

9. Voronova, N. S., & Havrilova, L. H. (2017). Tsyfrova kultura yak fenomen suchasnoho informatsiino-komunikatsiinoho pedahohichnoho seredovyscha [Digital culture as a phenomenon of modern information and communication pedagogical environment]. *Means of educational and research work*, 48, 5–18. [in Ukrainian].
10. Havrilova, L., Beskorsa, O., & Ishutina, O. (2019). Uprovadzhennia kursu «Mizhkulturna komunikatsiia v osviti» v profesiinu pidhotovku maibutnikh uchyteliv [Introduction of intercultural communication studies into the curriculum of pedagogical university]. *Professionalism of the Teacher: Theoretical and Methodological Aspects*, 11, 50–61. [in Ukrainian].
11. Havrilova, L. & Yaburova, O. (2017). Monitorynh anhlomovnoi kompetentnosti studentiv pedahohichnoho universytetu [Monitoring of English language competence of pedagogical university students]. *Pedagogical Sciences: Theory, History, Innovative Technologies*, 1 (65), 14–22. [in Ukrainian].
12. Halytska, M. M. (2014). Mizhkulturna komunikatsiia ta yii znachennia dlia profesiinoi diialnosti maibutnikh fakhivtsiv [Intercultural communication and its significance for the professional activities of future professionals]. *Educational discourse*, 2 (6), 23–30. [in Ukraine].
13. Manakin, V. M. (2012). *Mova i mizhkulturna komunikatsiia* [Language and intercultural communication]. Kyiv: TsUL. [in Ukrainian].
14. Law of Ukraine on Education. (05.09.2017) № 2145-VIII. <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>. [in Ukrainian].
15. About the Programme (n.d.). *National Erasmus+ Office in Ukasne*. <https://erasmusplus.org.ua/erasmus/pro-programu.html>. [in Ukrainian].
16. Standard of Higher Education in the Specialty 013 Primary Education in the Field of Knowledge 01 Education / Pedagogy of the Bachelor's Level. Approved by the Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine (23.03.2021). https://mon.gov.ua/storage/app/media/vyshcha/standarty/2021/03/23/013%20Pochatkova%20osvita_28.03.doc. [in Ukrainian].

DIGITAL FORMS OF INTERCULTURAL COMMUNICATION IN EDUCATION: EXPERIENCE OF ERASMUS + JEAN MONNET MODULE IMPLEMENTATION

L. Havrilova, O. Beskorsa, O. Ishutina

SHEI "Donbas State Pedagogical University", Ukraine

Abstract.

Formulation of the problem. The article presents some aspects of implementing the training course "Intercultural Communication Studies", developed within the Erasmus + Jean Monnet Module "Ukraine – EU: Intercultural Communication in Education" for master students of the specialty 013 Primary education of the State Higher Educational Institution "Donbas State Pedagogical University". It is proved that the inclusion of the theme "Digital Communication in Education", presented in the form of a distance course, is relevant in the context of rapid informatization and globalization processes in society and education, and almost total distance learning caused by the global pandemic COVID-19. Therefore, the main purpose of the paper is to highlight the structure and content of the distance course, to overview the main forms of digital communication implemented in a distance learning environment.

Materials and methods. The method based on which the distance course was designed is the so-called five-stage theory of V. Kukhareno, V. Bykov, etc., which includes analysis, design, development, implementation, and evaluation. Currently, the course described in the article, after passing all the stages, is in a state of improving and updating the materials, including online services for the digital communication implementation.

Results. The results of the study include: determining the place of the distance course "Digital Communication in Education" in the structure of the course "Intercultural Communication Studies" within the project of the Erasmus + program Jean Monnet "Ukraine – EU: Intercultural Communication in Education"; representing the structure and themes of the course, basic competences and learning outcomes that should be developed as a result of studying the course; describing the content of the theoretical part, practical classes, forms of individual work of the students. The main forms of digital communication are singled out, they are universal forms, forms of scientific communication, educational digital communication, and communication with the use of multimedia tools.

Conclusions. In the conclusions, the assessment of learning outcomes provided by students is noted and prospects for further research are formulated.

Key words: communication, intercultural communication, digital communication, European values, digital etiquette.



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



Друшляк М.Г. Формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики: пізнавальний критерій. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 3(29). С. 51-57.

Drushlyak M. Formation of visual and information culture of pre-service mathematics and computer science teachers: a cognitive criterion. Physical and Mathematical Education. 2021. Issue 3(29). P. 51-57.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-029-3-008

УДК 378.14: 371.214.46

М.Г. Друшляк

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

marydru@fizmatsspu.sumy.ua

ORCID: 0000-0002-9648-2248

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

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. В умовах зростання обсягів навчального контенту та збільшення ролі візуалізації в освітньому процесі володіння вміннями сприймати, аналізувати, порівнювати, зіставляти, інтерпретувати, продукувати з використанням інформаційних технологій, структурувати, інтегрувати, оцінювати поданий наочно навчальний матеріал підвищують конкурентоздатність учителів на ринку праці, тобто затребуваними стають вчителі із сформованою візуально-інформаційною культурою.

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

Результати. Пізнавальний критерій характеризується наявністю предметних, методичних, психологічних та технологічних знань щодо візуалізації та діджиталізації освіти. Показниками пізнавального критерію є: ступінь інформованості про наявність засобів комп'ютерної візуалізації та можливість їх використання в освітньому процесі; наявність системи знань в галузі візуалізації інформації та основ когнітивно-візуальних технологій, про класифікацію спеціальних програмних засобів предметного спрямування, про засоби комп'ютерної візуалізації, про можливості використання засобів комп'ютерної візуалізації з урахуванням навчальної мети, обраних форм і методів навчання, про психологічні та вікові особливості сприймання навчального контенту, про структурування навчального контенту; рівень розвитку візуального мислення. Статистичні розрахунки підтвердили, що експериментальні групи EF1, EF2 і контрольна група КГ мають статистично різні середні на рівні значущості 0,05.

Висновки. Позитивну динаміку зрушень за показниками пізнавального критерію сформованості візуально-інформаційної культури неможливо було б забезпечити у рамках традиційного підходу до професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики. Це засвідчує ефективність впровадження авторської педагогічної системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики, що реалізується шляхом корекції змісту підготовки майбутніх учителів (впровадження спецкурсів, поглиблення змісту професійно-спрямованих дисциплін), активного залучення студентів до науково-дослідної роботи (збільшення кількості курсових робіт з проблем когнітивної візуалізації, участь у студентських наукових конференціях), використання неформальної освіти (участь у тренінгах, майстер-класах, вебінарах).

КЛЮЧОВІ СЛОВА: візуально-інформаційна культура, майбутні вчителі математики та інформатики, пізнавальний критерій, система знань, візуальне мислення.

ВСТУП

Постановка проблеми. В умовах зростання обсягів навчального контенту та збільшення ролі візуалізації в освітньому процесі володіння вміннями сприймати, аналізувати, порівнювати, зіставляти, інтерпретувати, продукувати з використанням інформаційних технологій, структурувати, інтегрувати, оцінювати поданий наочно навчальний матеріал підвищують конкурентоздатність учителів на ринку праці, тобто затребуваними стають вчителі із сформованою візуально-інформаційною культурою.

© М.Г. Друшляк, 2021.

Високий рівень сформованості візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики, насамперед, передбачає наявність теоретичних знань з математико-інформатичних дисциплін, що забезпечує фундаментальну теоретичну підготовку і слугує підґрунтям для всієї подальшої професійної діяльності. У сучасних умовах цифрова трансформація освітньої сфери є процесом необхідним та незворотнім. У зв'язку з цим сформованість візуально-інформаційної культури обов'язково повинна бути пов'язана з наявністю у майбутніх учителів математики та інформатики уявлень про процеси інформатизації та діджиталізації освіти.

Важливою складовою візуально-інформаційної культури є сформована система знань щодо педагогічних, психологічних та методичних засад використання засобів комп'ютерної візуалізації в освітньому процесі. Майбутній учитель математики та інформатики повинен бути обізнаним із психологічними процесами, що приймають участь у процесі візуального сприймання. Повинна бути сформована система: теоретичних знань у галузі візуалізації інформації та основ когнітивно-візуальних технологій; системою теоретичних знань про структурування навчального контенту; системою теоретичних знань та уявлень, що дозволяють не тільки засвоювати одиниці навчального матеріалу через візуальні моделі знань, а і самостійно їх проєктувати й розробляти та розумінням доцільності візуальної форми подання навчальної інформації.

Майбутній учитель математики та інформатики повинен мати уявлення про хмарні сервіси предметного спрямування, про можливості автоматизованого контролю знань, організованого на базі візуалізованих завдань; про можливості розкриття дидактичного потенціалу електронних засобів навчання; усвідомлення шляхів використання засобів комп'ютерної візуалізації з урахуванням навчальної мети, обраних форм і методів навчання.

Засвоєння будь-яких знань відбувається у процесі пізнавальної діяльності, причому знання не є пасивним відбиттям навколишньої дійсності, а є результатом активної творчої діяльності. Тому високий рівень сформованості візуально-інформаційної культури характеризується розвиненим візуальним мисленням, яке вбачається нами у вмінні трансформувати різні проблемні ситуації у структури нових знань, у створенні пізнавальних структур, в яких інформація подається шляхом створення моделей, схем тощо.

Обов'язковою у структурі візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики є наявність знань про класифікацію спеціальних програмних засобів предметного спрямування, про засоби комп'ютерної візуалізації, зокрема про програми динамічної математики, про їх комп'ютерний інструментарій та функціональність при розв'язуванні певних класів задач.

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

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

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

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

РЕЗУЛЬТАТИ

Пізнавальний критерій характеризується наявністю предметних, методичних, психологічних та технологічних знань щодо візуалізації та діджиталізації освіти. Показниками пізнавального критерію є: ступінь інформованості про наявність засобів комп'ютерної візуалізації та можливість їх використання в освітньому процесі (шифр К1 – «Обізнаність»); наявність системи знань в галузі візуалізації інформації та основ когнітивно-візуальних технологій, про класифікацію спеціальних програмних засобів предметного спрямування, про засоби комп'ютерної візуалізації, зокрема про програми динамічної математики, про їх комп'ютерний інструментарій та функціональність при розв'язуванні певних класів задач, про можливості використання засобів комп'ютерної візуалізації з урахуванням навчальної мети, обраних форм і методів навчання, про психологічні та вікові особливості сприймання навчального контенту, про структурування навчального контенту (шифр К2 – «Знання»); рівень розвитку візуального мислення (шифр К3 – «Візуальне мислення»).

Узагальнені результати контрольних зрізів та динаміка по кожному показнику (у відсотках) наведено у Таблиці 1 з метою констатації змін, які відбулися у експериментальних групах внаслідок впровадження педагогічної системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти.

Отримане значення t-критерію порівнювалося із $t_{\text{крит}} = 1,96$ для рівня значущості 0,05. Будувалася нульова гіпотеза: середні в групах ЕГ та КГ однакові. Для її прийняття має виконуватися вимога $|t_{\text{стат}}| < t_{\text{крит}}$. Розрахунки здійснювалися із використанням табличного процесора MS Excel, надбудова «Пакет аналізу», вкладка *Данные/ Анализ данных/ Двухвыборочный t-тест для средних с различными дисперсиями*. Статистичні розрахунки за всіма критеріями підтвердили рівність середніх обраних сукупностей – по кожній парі сукупностей по кожному показнику отримано $|t_{\text{стат}}| < t_{\text{крит}}$.

За результатами формувального експерименту знову було сформульовано нульову гіпотезу: експериментальні групи ЕГ1, ЕГ2 і контрольна група КГ мають статистично однакові середні та альтернативну гіпотезу: експериментальні групи ЕГ1, ЕГ2 і контрольна група КГ мають статистично різні середні.

Отримане значення t-критерію порівнювалося із $t_{\text{крит}} = 1,96$ для рівня значущості 0,05. Для того, щоб прийняти альтернативну гіпотезу і стверджувати, що наприкінці експерименту у ЕГ1 та ЕГ2 було позитивне зрушення щодо середніх, мала б виконуватися умова $t_{\text{стат}} > t_{\text{крит}}$. Статистичні розрахунки за всіма показниками пізнавального критерію

підтвердили статистичну відмінність обраних сукупностей: по кожній парі сукупностей ЕГ1 – КГ і ЕГ2 – КГ по кожному показнику отримано $|t_{\text{стат}}| > t_{\text{крит}}$ та статистичну однорідність по групах ЕГ1 – ЕГ2, оскільки по кожному показнику отримано $|t_{\text{стат}}| < t_{\text{крит}}$.

Таблиця 1

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

Показник	ЕГ1			ЕГ2			КГ		
	високий	середній	низький	високий	середній	низький	високий	середній	низький
К1 (до)	1,32	6,62	92,05	0,82	9,84	89,34	1,27	7,59	91,14
К1 (після)	25,17	51,66	23,18	28,69	63,11	8,20	4,43	17,09	78,48
К1 (різниця)	+23,84	+45,03	-68,87	+27,87	+53,28	-81,15	+3,16	+9,49	-12,66
К2 (до)	6,62	54,30	39,07	9,02	45,90	45,08	5,70	55,70	38,60
К2 (після)	13,91	61,59	24,5	18,03	54,92	27,05	6,96	60,13	32,91
К2 (різниця)	+7,28	+7,28	-14,57	+9,02	+9,02	-18,03	+1,27	+4,43	-5,69
К3 (до)	16,56	68,21	15,23	14,75	69,67	15,57	15,82	68,99	15,19
К3 (після)	21,85	73,51	4,64	20,49	74,41	4,10	17,09	70,25	12,66
К3 (різниця)	+5,30	+5,30	-10,60	+5,74	+5,74	-11,48	+1,27	+1,27	-2,53

ОБГОВОРЕННЯ

Для визначення ступеня інформованості про наявність засобів комп'ютерної візуалізації та можливість їх використання в освітньому процесі (показник К1 – «Обізнаність») ми проводили анкетування на початку та наприкінці експерименту та фіксували кількість ЗКВ і кількість шляхів їх використання, які відомі студентам. Для експертної оцінки анкети було залучено провідних викладачів кафедр математики та інформатики, які визначали їх якість за наступними факторами: наскільки влучно запитання анкет відображають суть характеристики, що досліджується; наскільки коректно вони будуть сприйматися учасниками анкетування. Рівень сформованості показника К1 розраховувався на основі опитування, яке містило запитання, в яких студенти відмічали відомі їм ЗКВ та шляхи їх використання в освітньому процесі. За кожну позначку нараховувався 1 бал. Максимум балів, які могли набрати студенти – 85. Високий рівень інформованості майбутніх учителів математики та інформатики про ЗКВ та можливість їх використання в освітньому процесі відображає сума балів від 65 до 85; середній рівень – 21-64 балів, низький рівень – 0-20 балів.

Щодо вимірювання показника К2 зазначимо, що знання характеризуються наступними якостями: повнота відображає склад знань, кількість, вимірюється кількістю програмних знань про досліджуваний об'єкт; глибина характеризується числом усвідомлених істотних зв'язків між елементами знання; згорнутість виявляється в ущільненому вираженні знань, полягає у здатності особистості висловити знання компактно, але так, щоб воно представляло видимий результат ущільнення деякої сукупності знань; розгорнутість виявляється при розкритті системи кроків, що ведуть до згортання знань; систематичність характеризується усвідомленням складу деякої сукупності знань, їх ієрархії і послідовності, тобто усвідомлення одних знань як базових для інших; оперативність характеризується числом ситуацій, в яких суб'єкт навчання може свідомо застосувати те чи інше знання, або числом способів, якими він може це знання застосувати, характеризує готовність застосовувати знання; гнучкість реалізується тільки при творчому рівні засвоєння, що виявляється в швидкому самостійному знаходженні варіантів способу застосування знань при зміні ситуації або різних способів в одній і тій же ситуації (Психолого-педагогический словарь, 2006).

Для визначення рівня сформованості другого показника К2 використовувався авторський тест, який було проведено із використанням програми комп'ютерного тестування *MyTest*. Обрана програма дозволяє включати до тестування запитання різних типів: одиночний вибір; множинний вибір; встановлення порядку; встановлення відповідності; встановлення істинності або помилковості тверджень; ручне введення числа; ручне введення тексту; вибір місця на зображенні; перестановка літер; заповнення пропусків.

Експертна оцінка запитань тесту здійснювалася викладачами кафедр математики та інформатики ЗВО, які брали участь у експерименті. Це були викладачі таких навчальних дисциплін як «Системи комп'ютерної математики», «Застосування комп'ютера при вивченні математики», «Використання інформаційних технологій в освіті», «Методика навчання математики», «Методика навчання інформатики», «Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання математики та інформатики», «Інфографіка в роботі вчителя», «Комп'ютерна графіка», «Когнітивна візуалізація та її використання в роботі вчителя». Наведемо приклади запитань тесту відповідями різного типу (рис. 1 – рис. 6).

Високий рівень сформованості системи знань майбутніх учителів математики та інформатики відображає сума балів від 21 до 30; середній рівень – 11-20 балів, низький рівень – 0-10 балів.

Щодо показника К3 зазначимо, що наші дії в ході експерименту були спрямовані на розвиток операційної сфери візуального мислення шляхом активізації конструктивної активності суб'єктів навчання та аналітико-синтетичних операціональних структур мислення, що є базисом для побудови якісно нових конструкцій – когнітивно-візуальних моделей (Drushlyak, Semenikhina, Proshkin, Naboka, 2020).

О. Іванюта та О. Яницька вважають, що «однією з визначальних характеристик розвинутого візуального мислення є здатність до створення нових образів та оперування ними, яка реалізується в процесі продукування візуальних гіпотез, на основі заданого стимульного матеріалу. Розв'язання задачі в образах здійснюється, переважно, з опорою на наочний матеріал» (Іванюта & Яницька, 2018).

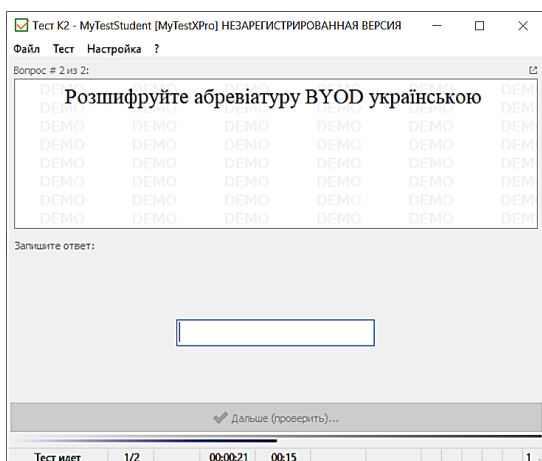


Рис. 1. Запитання 3
(ручне введення тексту)

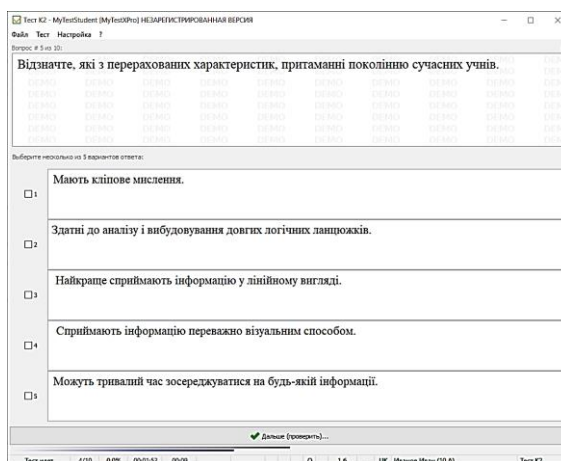


Рис. 2. Запитання 9
(множинний вибір)

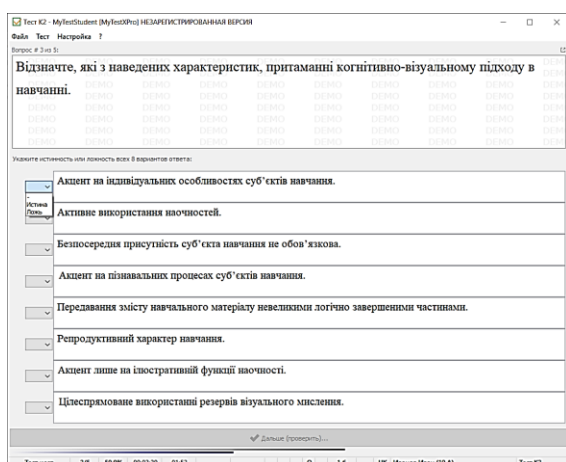


Рис. 3. Запитання 4

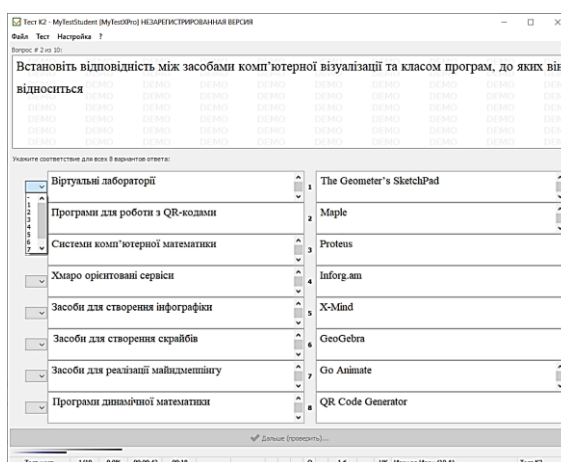


Рис. 4. Запитання 16 (встановлення відповідності)

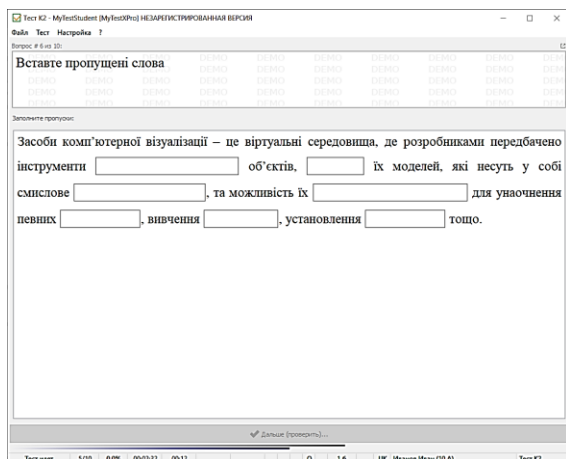


Рис. 5. Запитання 14
(заповнення пропусків)

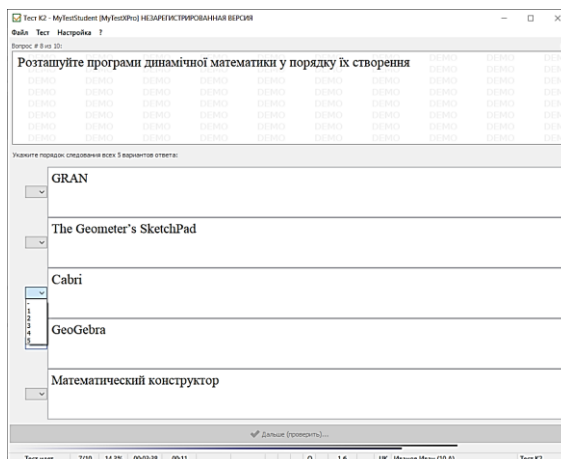


Рис. 6. Запитання 18
(встановлення порядку)

Операційна сфера візуального мислення розвивається при розв'язуванні задач, в ході якого мисленнєво трансформується заданий матеріал; актуалізуються та видозмінюються мисленні образи (поза наочним сприйняттям). Успішність розв'язання задач такого типу залежить від рівня конструктивної активності візуального мислення. На думку О. Іванюти та О. Яницького «здатність оперування образами пов'язана з розвитком доволіності мисленнєвих механізмів, а також з оволодінням спеціальними способами створення образів та маніпулювання ними» (Іванюта & Яницька, 2018). Зміст візуального мислення полягає в оперуванні образами, а умовою продуктивності даного процесу є наявність достатнього запасу вихідних образів. Від їх змістовного наповнення залежать можливості їх видозміни, оперування ними.

Для визначення рівня сформованості третього показника КЗ було використано методику «Прогресивні матриці Равена» (Raven Progressiv Matrices) (Тест Равена. Шкала прогрессивных матриц). Дана методика була розроблена Джоном Равеном (спільно з Л. Пенроузом) у 1936 році.

Завдання тесту згруповані за п'ятьма серіями (А, В, С, D, Е). Кожна серія складається з 12 матриць, розташованих послідовно в міру ускладнення завдання, – усього 60 завдань (рис.7-8). Принцип прогресивності реалізується шляхом поступового зростання складності завдань від серії до серії, тобто виконання попередніх завдань одночасно є підготовкою до розв'язання наступних. Кожна серія побудована за певним принципом, який відображає окремі операційні етапи аналітико-синтетичної діяльності візуального мислення. Процедура тестування передбачає вибір досліджуваним потрібного елемента матриці з-поміж запропонованих 6-8 варіантів.

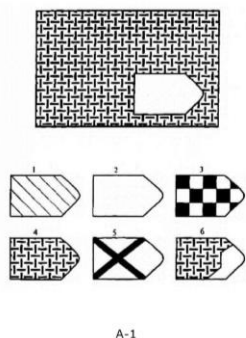


Рис. 7. Приклад матриці Равена (серія А)

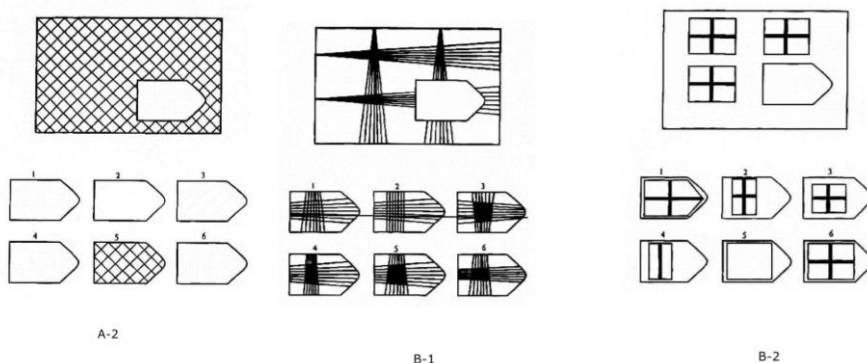


Рис. 8. Приклад матриці Равена (серія В)

Тест строго регламентований у часі, а саме 20 хвилин. Досліджувані заповнюють бланки відповідей і проходять тест онлайн, наприклад на сайті <https://psiholocator.com/testy-iq/matrixy-ravena>.

Підрахунок результативності тестування здійснюється методом обчислення кількості набраних балів (за кожну правильну відповідь нараховується 1 бал) за кожною серією окремо, а також загальної суми оцінок по тесту. Показники виконання завдань за окремими серіями порівнюються із середньостатистичними, враховується різниця між результатами, отриманими в кожній серії, і контрольними, отриманими при дослідженні великих груп здорових обстежуваних. Отримані бали переводяться за відповідною таблицею у бали відповідно до вікової категорії (у нашому випадку вік досліджуваних 16-30 років).

Високий рівень сформованості візуального мислення майбутніх учителів математики та інформатики відображає сума балів від 111 до 130; середній рівень – 91-110 балів, низький рівень – 71-90 бали. Сума балів нижче 70 відповідає рівню патології.

ВИСНОВКИ

За результатами дослідження зроблено наступні висновки.

Значні зрушення, що відбулися у рівнях сформованості візуально-інформаційної культури за показником К1 пізнавального критерію – високий рівень +23,84% (ЕГ1), +27,87% (ЕГ2), середній рівень +45,03% (ЕГ1), +53,5% (ЕГ2) – пояснюємо тим, що на початку підготовки майбутні вчителі математики та інформатики не інформовані стосовно спеціальних засобів комп'ютерної візуалізації, таке програмне забезпечення не вивчається у школі та не використовується студентами у повсякденному житті. Позитивна динаміка свідчить про підвищення рівня обізнаності опитуваних із ЗКВ різного призначення та можливості їх використання, що було б неможливо забезпечити у рамках традиційного підходу до професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики. Зазначені зрушення надають уявлення про ефективність реалізації у програмі підготовки майбутніх учителів математик та інформатики корекції змісту такої підготовки через впровадження спецкурсів «Застосування комп'ютера при вивченні математики», «Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання математики та інформатики», «Інфографіка», «Візуалізація даних», «Комп'ютерна інфографіка в роботі вчителя», «Шкільний курс алгебри з комп'ютерною підтримкою».

Наприкінці експерименту результати по групі ЕГ2 (майбутні учителі інформатики) вищі за результати по групі ЕГ1 (майбутні учителі математики). Пояснюємо це тим, що у змісті підготовки майбутніх учителів інформатики було передбачено більше спецкурсів, спрямованих на формування візуально-інформаційної культури, що сприяло значному підвищенню результатів по даному показнику – рівню інформованості про ЗКВ.

За показником К2 пізнавального критерію сформованості візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики відзначаємо досить позитивну динаміку +7,28% (ЕГ1), +9,02% (ЕГ2) порівняно з +1,27% (КГ) (високий рівень), що констатує зростання кількості знань, їх ґрунтовності, системності, оперативності у галузі візуалізації інформації, про психологічні особливості сприймання навчального контенту реципієнтами різних вікових категорій, про різні прийоми структурування інформації; про класифікацію засобів комп'ютерної візуалізації, про їх комп'ютерний інструментарій та функціональність при розв'язуванні певних класів задач. Такі позитивні зрушення засвідчують ефективність впровадження авторської педагогічної системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики, що реалізується шляхом корекції змісту підготовки майбутніх учителів (впровадження спецкурсів, поглиблення змісту професійно-спрямованих дисциплін), активного залучення студентів до науково-дослідної роботи (збільшення кількості курсових робіт з проблем когнітивної візуалізації, участь у студентських наукових конференціях), використання неформальної освіти (участь у тренінгах, майстер-класах, вебінарах).

За показником КЗ «Візуальне мислення» показники по всіх групах знаходяться на високому та середньому рівнях: група ЕГ1 (високий рівень – 16,56%, середній рівень – 68,21%, низький рівень – 15,23%), ЕГ2 (високий рівень – 14,75%, середній рівень – 69,67%, низький рівень – 15,57%), КГ (високий рівень – 15,82%, середній рівень – 68,99%, низький рівень – 15,19%), тому динаміка незначна (+5,3% (ЕГ1), +5,74% (ЕГ2) порівняно з іншими показниками, але позитивна. Пояснюємо це високими вихідними значеннями, оскільки вибірку склали студенти спеціальностей «Середня освіта (Математика)» та «Середня освіта (Інформатика)», в яких рівень розвитку візуального мислення, просторового мислення, логічного мислення апіорі вище середнього.

Не зважаючи на не надто високу динаміку зрушень, засвідчуємо, що досліджувані наприкінці експерименту з високою продуктивністю пропонують оригінальні гіпотези щодо нетрадиційних способів використання когнітивно-візуальних моделей в освітньому процесі, демонструють уміння працювати за принципом «задача одна – різні ЗКВ». Вважаємо, що цьому сприяло впровадження педагогічної системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики, а саме використання технології SAMR, в ході використання якої демонструється використання нетрадиційних підходів до розв'язування різних класів задач, тренувальних лабораторних робіт, організація домашнього комп'ютерного експерименту на базі хмарного сервісу *GeoGebra*, використання проблемного метода та метода мозкового штурму з метою формування умінь активного продукування ідей.

Список використаних джерел

1. Drushlyak M., Semenikhina O., Proshkin V. & Naboka O. (2020). Use of Specialized Software for the Development of Visual Thinking of Students and Pupils. In E. Smyrnova-Trybulska (Ed.), *Innovative Educational Technologies, Tools and Methods for E-learning "E-learning"*, 12, Katowice-Cieszyn, 147-158. DOI: 10.34916/el.2020.12.13
2. Друшляк М. Критеріальна база дослідження рівнів сформованості візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики. *Фізико-математична освіта*. 2020. Вип. 4(26). С. 40-44.
3. Іванюта О. В., Яницька О. Ю. Технології стимулювання візуального мислення підлітків. Психологія: реальність і перспективи. *Збірник наукових праць РДГУ*, 2018, Вип. 11, С. 59-66.
4. Психолого-педагогический словарь / Е.С. Рапацевич. Минск : Современное слово, 2006, 928 с.
5. Тест Равена. Шкала прогрессивных матриц. URL: <https://psycabi.net/testy/717-test-ravena-progressivnye-matritsy-raven-progressiv-matrices-metodiki-dlya-dagnostiki-intellekta-vzroslykh/>.

References

1. Drushlyak M., Semenikhina O., Proshkin V. & Naboka O. (2020). Use of Specialized Software for the Development of Visual Thinking of Students and Pupils. In E. Smyrnova-Trybulska (Ed.), *Innovative Educational Technologies, Tools and Methods for E-learning "E-learning"*, 12, Katowice-Cieszyn, 147-158. DOI: 10.34916/el.2020.12.13
2. Drushliak, M. (2020). Kryterialna baza doslidzhennia rivniv sformovanosti vizualno-informatsiinoi kultury maibutnikh uchyteliv matematyky ta informatyky [Criteria base of researches of levels of formation of visual and information culture of pre-service mathematics and computer science teachers]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and mathematical education*. 4(26), 40-44. [in Ukrainian].
3. Ivaniuta, O. V. & Yanytska, O. Yu. (2018). Tekhnolohii stymuliuvannia vizualnoho myslennia pidlitkiv [Technologies for stimulating visual thinking of adolescents.]. *Psykhologhiia: realnist i perspektyvy. Zbirnyk naukovykh prats RDHU – Psychology: reality and prospects. Collection of scientific works of RDGU*. 11, 59-66. [in Ukrainian].
4. Rapacevich, E.S. (Ed.) (2006). Psihologo-pedagogicheskij slovar' [Psychological and pedagogical dictionary]. Minsk : Sovremennoe slovo. [in Russian].
5. Test Ravena. Shkala progressivnykh matric [Raven's test. Scale of progressive matrices]. Retrieved from <https://psycabi.net/testy/717-test-ravena-progressivnye-matritsy-raven-progressiv-matrices-metodiki-dlya-dagnostiki-intellekta-vzroslykh/>. [in Russian].

FORMATION OF VISUAL AND INFORMATION CULTURE OF PRE-SERVICE MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE TEACHERS: A COGNITIVE CRITERION

M. G. Drushlyak

Makarenko Sumy State Pedagogical University, Ukraine

Abstract.

Formulation of the problem. With the growing educational content volume and increasing the visualization role in the educational process, the ability to perceive, analyze, compare, interpret, produce using information technology, structure, integrate, evaluate visually presented educational material increases the teachers' competitiveness in the labor market. In other words, teachers with formatted visual and information culture are needed.

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

Results. Cognitive criterion is characterized by the presence of subject, methodological, psychological and technological knowledge on the visualization and digitalization of education. Indicators of the cognitive criterion are: the degree of awareness of the availability of computer visualization tools and the possibility of their use in the educational process; availability of a system of knowledge in the field of information visualization and basics of cognitive and visual technologies, the classification of special software, computer visualization means, the possibility of using computer visualization taking into account the educational purpose, selected forms and methods of teaching, about psychological and age features of perception of educational content, about structuring of educational content; level of development of visual thinking. Statistical calculations confirmed that the experimental groups EG1, EG2 and the control group KG have statistically different averages at a significance level of 0.05.

Conclusions *It would be impossible to ensure the positive dynamics of changes in the indicators of the cognitive criterion of formation of visual and information culture within the framework of the traditional approach to the professional training of pre-service mathematics and computer science teachers. This testifies to the effectiveness of the author's pedagogical system of formation of visual and information culture of pre-service mathematics and computer science teachers, which is realized by correcting the content of training pre-service teachers (introduction of special courses, deepening the content of professional disciplines), active involvement of students in research works on cognitive visualization problems, participation in student scientific conferences), use of non-formal education (participation in trainings, master classes, webinars).*

Keywords: *visual and information culture, pre-service mathematics and computer science teachers, cognitive criterion, knowledge system, visual thinking.*



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.



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

Жигайло О.О. Особливості застосування STEM-підходу в освітньому процесі початкової школи. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 3(29). С. 58-62.

Zhigailo O. Features of the application of STEM approach in the educational process of primary school. Physical and Mathematical Education. 2021. Issue 3(29). P. 58-62.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-029-3-009

УДК 373.091.313

О.О. Жигайло

Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, Україна

okzhigajlo@ukr.net

ORCID: 0000-0001-8297-2951

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ STEM-ПІДХОДУ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ПОЧАТКОВОЇ ШКОЛИ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Стрімкий розвиток усіх сфер людського життя, інтенсивне використання комп'ютерних технологій і робототехніки в сучасному світі вносять необхідні специфіку навчально-виховного процесу на всіх ланках вітчизняних закладів загальної середньої освіти. Одним із перспективних напрямів її модернізації постає впровадження STEM-підходу до освітнього процесу початкової школи з метою розвитку інтелектуальних здібностей та пізнавально-дослідницької діяльності учнів. Означена проблема сьогодні розроблена недостатньо і задля свого вичерпного розв'язання передбачає отримання знань із різних галузей природничих наук, технологій програмування, а також напрямів, які охоплює STEM-освіта.

Матеріали і методи. Упродовж підготовки статті були використані такі методи дослідження: порівняльний аналіз теоретичних положень опрацьованої наукової та навчально-методичної літератури; спостереження за освітнім процесом вітчизняної початкової школи.

Результати. Для досягнення поставленої мети передовсім пропонується використання STEM-підходу в освітньому процесі початкової школи, впровадження навчальних модулів із застосуванням елементів аналізованого підходу задля комплексного розв'язання таких специфічних завдань, як розвиток інтелектуальних здібностей учнів упродовж пізнавально-дослідницької діяльності і залучення їх до науково-технічної творчості.

Висновки. Уведення основних компонентів STEM-освіти до навчальних програм сучасних вітчизняних ЗЗСО дає змогу створити найоптимальніше середовище для виявлення та розвитку креативного потенціалу школярів. Застосування STEM-технологій у початковій школі постає найбільш доцільним на елементарному пропедевтичному рівні. Увиразнено такі переваги STEM-підходу: а) активізує інтерес до математики та природознавства; б) мотивує до набуття відповідних знань у сфері техніки, робототехніки, конструювання; в) сприяє розвитку творчих здібностей і комунікативних навичок молодшого школяра, ранньому визначенню його особистісного потенціалу та майбутній орієнтації.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: STEM-освіта; початкова школа; урок математики; STEM – STEAM – STREAM-підходи; LEGO-конструювання.

ВСТУП

Постановка проблеми. Здійснивши аналіз науково-педагогічних та методичних джерел стосовно використання STEM-підходу у вітчизняній початковій школі, констатуємо відсутність єдиного визначення поняття «STEM-підхід» та виокремлення особливостей його впровадження. Фахівці наголошують, що «STEM-підхід інтегрує викладання природничих і математичних дисциплін за допомогою практичних наукових досліджень, технологічного та інженерного проектування, а також математичного аналізу й міждисциплінарних тем (Церковная, 2017)

Упровадження STEM-підходу передбачає цілий спектр новацій упродовж одного або кількох навчальних періодів або під час опанування навчальної програми. Крім того, їх можна реалізувати як на рівні одного навчального предмету, так і у позакласній або позашкільній діяльності загалом.

Аналіз актуальних досліджень. Особливості формування дослідницьких умінь в учнів початкових класів під час застосування STEM-підходу висвітлювалися багатьма зарубіжними і вітчизняними науковцями. Так, аналізу сутності феномену STEM-освіти присвячені дослідження С. Аверіна, Дж. Брейнера, К. Джонсона, К. Кохлера, Д. Крилова, В. Маркової, С. Харкнесса, А. Церковної, В. Чемякова.

Трактування поняття «дослідницькі вміння», визначення їх структури простежуємо в наукових студіях Н.Л. Головізіна, А.Н. Подд'якова, Н.І. Поліхун, А.І. Савенкова, І.С. Чернецького, Е.А. Шашенкової та ін.

Психологічні аспекти терміна «уміння» увиразнені дослідниками Н.Д. Левітовим, Б.Ф. Ломовим, І.А. Сліпухіною, О.Е. Стрижак. Для Ю.К. Бабанського, Н.Г. Зюзькевич, Г.М. Коджаспірової, Ю.А. Коджаспірова та І.А. Церковної об'єктом вивчення стало розуміння змісту поняття «уміння» в педагогіці. Зі свого боку, вчені С.В. Зуєва, Н.А. Федотов та А.В. Хуторський виокремили структурні компоненти дослідницьких умінь. Класифікації загальнонавчальних, а також дослідницьких умінь укладено Н.В. Андреевою, К.П. Кортневим, В.В. Марголіною, А.О. Татур, М.М. Шушаріною та ін. Серед досліджень останніх років, присвячених формуванню дослідницьких умінь у молодшому шкільному віці, вважаємо цікавими роботи Н.Р. Балик, А.П. Гладкової, Н.А. Семенової, Г.П. Шмигер.

Мета статті – дослідити проблему впровадження STEM-освіти в освітній процес вітчизняної початкової школи.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Нами проаналізовано практичний досвід науковців та методистів щодо організації та проведення занять з використанням STEM-підходу в освітньому процесі початкової школи, а також опрацьовано наявну психолого-педагогічну та науково-методичну літературу з теми нашої розвідки. Загалом застосовано методи контент-аналізу, синтезу, порівняння, опису одержаних результатів дослідження й узагальнення.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Як зазначають Н.Р. Балик та Г.П. Шмигер «STEM-освіта – це програма навчання, яка готує учнів до успішного працевлаштування та передбачає розуміння наукових понять, формування технічно складних навичок із застосуванням знань у галузі інженерії, технології та математики» (Балик & Шмигер, 2017).

Державним стандартом загальної середньої, позашкільної, дошкільної, вищої освіти, а також спеціалізованими стандартами STEM-освіти визначено її структуру.

Фахівці виокремлюють три етапи впровадження STEM-освіти у школі, що включають інтеграцію традиційних навчальних предметів та занять інтегрованого курсу «Я досліджую світ» на кожній із ланок:

- у початковій школі – це мотивація до навчання, зацікавлення молодших учнів та стимулювання їх до досліджень, створення найпростіших моделей і приладів;

- у середній школі – зміцнення інтересу дітей до природничо-математичних дисциплін; забезпечення засвоєння технічних знань, потрібних у подальшому житті людини; розуміння екологічного підходу до довкілля, мотивація до дослідницько-винахідницької діяльності;

- у старшій школі – вибір профільного навчання за допомогою STEM-підходу, освоєння наукової методології досліджень (Стрижак & Сліпухіна, Поліхун, Чернецький, 2017).

Запровадження основних компонентів STEM-освіти уможливорює створення максимально сприятливих умов для виявлення обдарованих дітей ще у молодшому шкільному віці.

STEM – STEAM – STREAM-підходи, ґрунтовані на дослідженні як провідному типі навчальної діяльності, котре іноді набуває не строго наукового, а спонтанного й несподіваного характеру.

Таке навчання включає увиразнення розв'язання численних проблем, пошуки відповідей на питання, реалізацію певних процесів, складання проектів, що мають свої цілі, завдання і ролі. При цьому учні набувають статусу самостійних авторів, ініціаторів, лідерів чи членів команди, а відсутність традиційної теми уроку замінюється аналізом необхідних артефактів і проблемних ситуацій.

Задля з'ясування сутності STEM – STEAM – STREAM-підходів доцільно порівняти їх із традиційним вивченням шкільних предметів хоча б в одному з аспектів (наприклад, стосовно організації навчання і змісту навчальної діяльності).

Основною відмінністю STEAM-підходу є його, так би мовити, суто прикладний, практичний характер: діти самостійно здобувають певні знання шляхом пріоритетного використання власних розумових та фізичних сил.

Загалом STEM-технології розвивають інтерес учнів до технічних навчальних дисциплін, удосконалюють навички критичного мислення, сприяють розв'язуванню нестандартних задач шляхом тестування і проведення різноманітних дослідів, активізують комунікативні навички школярів. Іншими словами, згадані технології дають змогу дітям підготуватися до дорослого життя, де вони часто стикатимуться з проблемними ситуаціями.

Фахівці акцентують, що ключовими питаннями в розбудові STEM-освіти є надійна цільова підтримка ефективної професійної підготовки STEM-педагогів; реалізація ініціатив, спрямованих на залучення й утримання талановитих STEM-викладачів; розроблення високоякісних стандартів у STEM-галузях; пріоритетний розвиток STEM орієнтованих проектів, програм і навчальних планів, які включають аудиторну й позашкільну навчальну діяльність, зокрема польові дослідження, літні наукові табори, експедиції, конкурси, турніри тощо. Науковцям необхідно активізувати дослідження компетентності школярів у проектній, навчально-дослідницькій та науково-дослідницькій діяльності як одного з результатів загальної середньої освіти (Церковная, 2017).

Як уже наголошувалося, впровадження STEM-підходу в основному передбачає командну роботу дітей, які більшу частину часу спільно досліджують явище, розвивають свої вміння й навички налагоджувати діалог із друзями.

Сьогодні STEM-освіта постає своєрідною сполучною ланкою між освітнім процесом, кар'єрою і подальшим професійним ростом. Інноваційна освітня концепція уможливить на фаховому рівні підготовку дітей до технічного прогресу у світі.

Науковці 21 століття розглядають STEM як нову систему навчання, яка шляхом інтеграції інноваційних технологій сприяє всебічному розвитку особистості учнів та нового типу мислення в них. Навчання за STEM-моделлю суттєво відрізняється від традиційної системи шкільної освіти, оскільки передбачає розвиток не лише аналітичних навичок, а й творчих умінь учнів. Наприклад, на занятті інтегрованого курсу «Я досліджую світ» у 2 класі дітей ознайомлюємо за

допомогою короткого фільму з певними явищами навколишнього середовища, використовуючи ігри або ігрові завдання, формуючи в учнів уявлення про живу і неживу природу.

Створюючи малюнки або виготовляючи певні вироби, діти спостерігають, пізнають об'єкти, тобто отримують знання дослідним шляхом. Вивчення пропонованого матеріалу виробляє навички самопідготовки учнів упродовж перегляду відео, прослуховування аудіо-записів, збору інформації на сайтах в інтернеті. Не менш важливим етапом є перевірка рівня засвоєння теми, запис або зйомка відеоматеріалів про реальні об'єкти дослідження, предмети чи явища живої та неживої природи. Останній етап уроку за STEM-моделлю включає зйомку групового відео на 10 хв. Педагог може чітко визначити знання та обізнаність учнів із розглядуваної теми.

Під час STEM-навчання школярі розвивають навички самопідготовки, самостійного розв'язання численних проблеми. Спілкуючись між собою, діти обмінюються набутим досвідом, при створенні проектів охоче допомагають один одному.

STEAM-підхід є орієнтований на розвиток дослідницьких навичок. За допомогою яких учні розумітимуть і пам'ятатимуть, а не забувають його.

Розробка уроків математики з використанням STEM-підходу спрямована на розвиток інтелектуальних здібностей школярів упродовж пізнавальної діяльності та залучення їх до наукової технічності. STEM-технології або їх окремі елементи також доцільно використовувати як у позаурочній діяльності в рамках основної освітньої програми початкової загальної освіти, так і в системі позашкільної освіти.

Сучасний світ ставить перед освітянами непрості завдання: підготувати дитину до самореалізації в суспільстві майбутнього, яка неможлива без наявності в особи розвинених інтелектуальних здібностей, що включають передусім уміння працювати з мінливою інформацією. Адже вдосконалення навичок отримувати, переробляти і практично використовувати отриману інформацію є підґрунтям STEM-освіти.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У результаті проведеного дослідження з'ясовано, що STEM-підхід уможливорює системне вивчення навколишнього середовища, розуміння його логічних закономірностей та їх взаємозв'язків, спонукає школярів до постійних пошуків і відкриттів, формує вміння бачити нове, незвичайне й цікаве у буденних звичних явищах довкілля.

Розвиток допитливості й пізнавальної активності дітей; необхідність самим визначати для себе цікаве завдання, обирати способи і шляхи чи алгоритми його розв'язання, вміння критично оцінювати результати – всі ці чинники формують у них інженерний стиль мислення, а колективна діяльність під час STEM-навчання виробляє навички командної роботи. Як бачимо, STEM-освіта забезпечує кардинально новий, більш високий рівень розвитку дитини, увиразнюючи перед нею майбутній вибір професії.

Нами розроблено п'ять навчальних модулів із використанням елементів STEM-підходу, ефективність яких перевірено експериментально. Стисло охарактеризуємо їх.

1. Освітній модуль «Експериментування з живою і неживою природою»:

- формування уявлень про навколишній світ упродовж дослідно-експериментальної діяльності;
- усвідомлення єдності всього живого під час наочно-чуттєвого сприйняття;
- формування екологічної свідомості.

2. Освітній модуль «LEGO - конструювання»:

- формування здатності до практичного розумового експериментування, узагальнення, з'ясування причиново-наслідкових зв'язків, коментування процесу й результату власної діяльності;
- вироблення вміння групувати предмети;
- розвиток обізнаності в різних сферах життя;
- вільне володіння рідною мовою;
- формування вміння створювати нові образи, фантазувати, використовувати аналогію і синтез.

3. Освітній модуль «Математичний розвиток»

- забезпечення комплексного підходу до математичного розвитку молодших школярів (з урахуванням їхніх вікових та індивідуальних особливостей) за такими напрямками: величина, форма, простір, час, кількість і лічба.

4. Освітній модуль «Робототехніка»:

- розвиток логіки й алгоритмічного мислення;
- ознайомлення з основами програмування;
- розвиток здібностей до планування, моделювання;
- формування вмінь з обробки інформації;
- розвиток здатності до абстрагування й пошуку та знаходження закономірностей;
- вироблення вміння швидко розв'язувати практичні завдання;
- формування вмінь акцентування, схематизації, типізації;
- набуття знань та вмінь користуватися універсальними знаковими системами (символами);
- розвиток здібностей до самостійного оцінювання процесу й результатів власної діяльності.

5. Освітній модуль «Мультстудія «Я створюю світ навколо себе»:

- освоєння ІКТ (інформаційно-комунікаційних технологій) і цифрових технологій;
- ознайомлення з медійними технологіями;
- організація продуктивної діяльності на основі синтезу художньої й технічної творчості.

Як бачимо, кожен з описаних модулів, передбачаючи комплексне розв'язання специфічних завдань забезпечує реалізацію цілей STEM-освіти, а саме розвиток інтелектуальних здібностей учнів шляхом пізнавально-дослідницької діяльності, а також широке залучення їх до науково-технічної творчості.

Відомо, що потік інформації сьогодні настільки величезний, а інструменти для розваг такі різноманітні, що недосвідченій дитині легко загубитися у величезному цифровому світі. Отже, вчителю необхідно обирати для навчання такі методи й засоби, які будуть зрозумілі дітям, розвиватимуть у них різноманітні компетенції. Таким ефективним навчальним інструментом може стати робототехнічний набір LEGO.

Конструктор LEGO дає змогу дітям, незалежно від їхніх інтелектуальних особливостей, успішно оволодівати необхідними знаннями. Наприклад, на уроці математики з його допомогою школярі наочно з'ясовують, що відрізок – частина прямої, обмежена точками, яка має початок і кінець (вони показані цеглинками червоного кольору). А ось промінь має початок, але не має кінця.

Ще один приклад. Пряму лінію можна продовжити в обидві сторони (вчитель прикріплює цеглинки «точки»). Для першокласників стає зрозуміло, що пряма лінія – це безліч точок, розміщених упритул одна до одної. Діти запам'ятовують це наочно, будують пряму, з цеглинок LEGO (точок). Для демонстрації точок, що лежать на прямій і поза нею, можна використовувати інші засоби (наприклад, математичні планшети).

За допомогою лего-цеглинок, прикріплених до плати, доцільно наочно показати, що через одну точку можна провести багато прямих ліній, а через дві точки – провести тільки одну. Під час ознайомлення учнів із периметром та площею прямокутника чи квадрата ефективним засобом навчання залишається конструктор LEGO.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

STEM-освіта стає все більш популярною серед сучасних педагогів. Однак хвилює мізерний теоретичний доробок у цій галузі, що й спонукало нас до написання пропонованої статті. Увиразнені переваги STEM-освіти дали підстави для висновку про те, що окреслений феномен є інноваційним підходом до освітнього процесу, що забезпечує ефективне формування дослідницьких умінь молодших школярів. Тому сьогодні застосування навчальних модулів із використання елементів STEM-підходу видається надзвичайно актуальним. STEM-освітяни покликані допомогти кожній дитині з'ясувати її навчальні інтереси і мотивувати до їх розвитку, сприяючи особистісній самореалізації школяра. STEM-модель навчання має стати незамінним помічником педагога у розвитку дитячої інтуїції, їхнього вміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, шукати закономірності явищ та подій тощо.

STEM-освіта, сприяючи розвитку творчої діяльності школярів, створює чудові умови для пошуку дитиною власного шляху розвитку з урахуванням її інтересів та зацікавлень.

Перспективним вбачаємо подальше впровадження STEM-освіти на уроках математики у початковій школі та розробку конспектів уроків із використанням означеного підходу.

Список використаних джерел

1. Балик Н.Р., Шмигир Г.П. Підходи та особливості сучасної STEM-освіти. *Фізико-математична освіта*. 2017. № 2(12). С. 26-30.
2. Від ідеї до успіху. URL: <http://konkurs.tnpu.edu.ua/>
3. Стрижак О.Є., Сліпучіна І.А., Поліхун Н.І., Чернецький І.С. STEM-освіта: ключові дефініції. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2017. Т. 62. № 6. С. 16-33.
4. Церковная И.А. Возможности STEM-образования в развитии предпосылок инженерного мышления у детей дошкольного возраста. *Фізико-математична освіта*. 2017. № 2 (12). С. 156-160.

References

1. Balyk, N.R. & Shmyher, H.P. (2017). Pidkhydy ta osoblyvosti suchasnoi STEM-osvity [Approaches and features of modern STEM education] *Fizyko-matematychna osvita – Physical and mathematical education*. № 2(12), 26-30. [in Ukrainian]
2. Vid idei do uspihu. URL: <http://konkurs.tnpu.edu.ua/> [in Ukrainian]
3. Stryzhak, O.Ie. & Slipukhina, I.A. & Polikhun, N.I. & Chernetskyi, I.S. (2017). STEM-osvita: kliuchovi defenitsii [STEM education: key definitions] *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia – Information technology and learning tools*. Vol. 62. № 6, 16-33. [in Ukrainian]
4. Tserkovnaia Y.A. Vozmozhnosti STEM-obrazovaniya v razvitiu predposylok inzhenerenogo myshleniya u detey doskolnogo vozrasta [STEM-education in the development of prerequisites for engineering thinking in preschool children]. *Fizyko-matematychna osvita – Physics and mathematics education*. 2017. № 2 (12). S. 156 – 160. [in Russian]

FEATURES OF THE APPLICATION OF STEM APPROACH IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF PRIMARY SCHOOL

Oksana Zhigailo

Drohobych State Pedagogical University named after Ivan Franko, Ukraine

Abstract.

Formulation of the problem. The rapid development of all spheres of human life, the intensive use of computer technologies and robot engineering in the modern world make the necessary specifics of the educational process at all levels of the national institutions of secondary education. The introduction of STEM approach into the educational process of primary school to develop intellectual abilities and cognitive and research activities of schoolchildren is one of the promising directions of the modernization of educational system. This problem is insufficiently developed, For its detailed solution it needs the acquirement of knowledge in various fields of science, programme technologies, as well as the directions of STEM education.

Materials and methods. The following research methods were used during the preparation of the article: comparative analysis of theoretical statements revealed in the studied scientific and educational literature; observation of the educational process of national primary school.

Results. *To achieve the goal it is proposed to use the STEM approach in the educational process of primary school, to introduce training modules using elements of the analyzed approach for the complex solution of such specific tasks as the development of intellectual abilities of schoolchildren during their cognitive and research activities and also their participation in scientific and technical creativity.*

Conclusions. *Introduction the main components of STEM education into the curricula of modern national institutions of secondary education enables to create the best environment for the discovering and development of schoolchildren's creative potential. The use of STEM technologies at primary school is the most expedient at the elementary, propedeutical level. The STEM approach has great advantages, namely, a) it intensifies the interest in mathematics and natural science; b) it motivates to gain knowledge in the field of technics, robot engineering, design; c) it promotes the development of primary schoolchildren's creative abilities and communication skills, and it furthers early identification of their personal potential and future orientation.*

Key words: *STEM education, primary school, Mathematics lesson, STEM – STEAM – STREAM approaches, LEGO design.*



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



Іщенко Р.М., Горбунович І.В. Ефективність дистанційного навчання фізики студентів технічних спеціальностей в умовах карантину. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 3(29). С. 63-67.

Ishchenko R., Gorbunovich I. Effectiveness of distance learning of physics of technical specialties students under quarantine conditions. Physical and Mathematical Education. 2021. Issue 3(29). P. 63-67.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-029-3-010
 УДК378.1; 378.9

Р.М. Іщенко

Національний транспортний університет, Україна
 rm_ischenko@ukr.net

ORCID: 0000-0003-0158-4020

І.В. Горбунович

Національний транспортний університет, Україна
 irina.gorbunovich@gmail.com

ORCID: 0000-0002-6859-0663

ЕФЕКТИВНІСТЬ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ СТУДЕНТІВ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ В УМОВАХ КАРАНТИНУ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. У сучасному світі особливої актуальності набуває дистанційна форма навчання, під час якої освітній процес здійснюється шляхом використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій. Фізика, як відомо, відноситься до циклу обов'язкових навчальних дисциплін природничо-наукової і математичної підготовки, що вивчається студентами технічних спеціальностей. У той же час фізика є традиційно однією з найскладніших дисциплін для більшості студентів. Відповідно, дослідження ефективності дистанційного навчання фізики студентів технічних спеціальностей в умовах карантину є актуальним.

Матеріали і методи. Опрацьовано результати успішності студентів технічних спеціальностей Національного транспортного університету з фізики за результатами очного та дистанційного навчання. Кількість студентів складала 242 особи. Для досягнення поставленої мети роботи використовувалися наступні методи: аналіз і систематизація – під час огляду наукових публікацій за обраною тематикою дослідження; аналіз, синтез, порівняння, систематизація, узагальнення – під час обробки та обговорення результатів успішності студентів з фізики за результатами очного та дистанційного навчання.

Результати. У представленій роботі виявлено, що розподіл підсумкових оцінок студентів з фізики за результатами очного та дистанційного навчання досить відрізняється. Зокрема, за результатами дистанційного навчання фізики можна виділити дві найбільші підгрупи студентів, що отримали максимальні (А) та, відповідно, мінімальні (Е) підсумкові оцінки. Така тенденція спостерігалася в кожній академічній групі студентів. Рівень якості навчання, тобто відсоток студентів, що отримали з фізики підсумкові оцінки А, В і С, під час дистанційного навчання дорівнював 50.8 % і виявився на 5.8 % вищим, ніж під час очного навчання.

Висновки. Таким чином, дистанційна форма навчання фізики студентів технічних спеціальностей під час карантину з достатньою ефективністю замінила очну форму навчання. Однак, дистанційне навчання фізики у сучасному форматі виявилось менш придатним для студентів з низьким рівнем самоорганізації. Зазначені студенти виявилися психологічно неготовими до дистанційного навчання та, відповідно, отримали мінімальні підсумкові оцінки з фізики. В подальшому, на думку авторів, більш ефективною може бути змішана форма навчання фізики.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: дистанційна форма навчання, очна форма навчання, курс фізики, підсумкові оцінки з фізики, ефективність дистанційного навчання, студенти технічних спеціальностей.

ВСТУП

Постановка проблеми. Останнім часом все більшої актуальності набуває дистанційна форма навчання, яка надає можливість студентам брати участь в освітньому процесі віддалено від закладу вищої освіти (ЗВО) в будь-який зручний час. Освітній процес під час зазначеної форми навчання здійснюється шляхом використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій. Дистанційне навчання, що здійснюється з використанням стаціонарних персональних комп'ютерів і ноутбуків, називають електронним навчанням (E-learning). Модифікацією електронного навчання є мобільне навчання (M-learning), тобто дистанційне навчання з використанням смартфонів, планшетів, електронних книг

тощо. Розвиток дистанційної форми навчання в ЗВО забезпечує рівний доступ усіх бажаючих до отримання вищої освіти. Особливої актуальності дистанційна форма навчання набула під час пандемії COVID-19, під час якої, за даними ЮНЕСКО, 91 % учнів та студентів по всьому світу опинилися на карантині. Таке глобальне закриття закладів загальної середньої освіти та ЗВО є першим з часів Другої світової війни (Андрущенко, 2020).

Як відомо, фізика відноситься до циклу обов'язкових навчальних дисциплін природничо-наукової і математичної підготовки, що вивчається студентами технічних спеціальностей ЗВО. Загальні та професійні компетентності, набуті під час вивчення курсу фізики, сприяють формуванню наукового світогляду й наукового стилю мислення студентів та є основою для подальшого успішного опанування більшості загальнотехнічних і фахових навчальних дисциплін. У той же час фізика є традиційно однією з найскладніших дисциплін для більшості студентів першого курсу (Іщенко & Ісаєнко, 2020). Проблеми, що виникають під час вивчення фізики, а також дисциплін математичного циклу, є одними з головних причин низької успішності студентів-першокурсників. Відповідно, дослідження ефективності дистанційного навчання фізики студентів технічних спеціальностей в умовах, що склалися, є актуальним.

Аналіз актуальних досліджень. Побудовою теорій та розробкою технологій дистанційного навчання, дослідженням програм, що застосовуються під час реалізації дистанційного навчання, вивченням методів викладання навчального матеріалу під час вказаної форми навчання займалися Беспалько В.П., Биков В.Ю., Жильцов О.Б., Жучок Ю.В., Кухаренко В.М., Лебедева І.Л., Матвійчук О.В., Норік Л.О., Подласов С.О., Сальник І.В., Семеріков С.О., Сірик Е.П., Стрюк А.М., Хуторської А.В. та інші вчені. Зокрема, в роботі (Подласов, Матвійчук & Бригінець, 2017) проведено аналіз переваг і недоліків очного, змішаного і дистанційного навчання фізики студентів технічного університету. На основі проведеного аналізу авторами зазначеної роботи зроблено висновок про доцільність використання моделі перевернутого класу під час змішаного навчання фізики студентів технічних ЗВО. В роботі (Сальник & Сірик, 2020) досліджено особливості проведення семінарських занять з фізики під час дистанційного навчання. Відзначено, що семінарське заняття активізує роботу студентів протягом семестру, мотивує їх працювати систематично, розширює межі самостійної роботи та змінює взаємовідносини в ланці викладач-студент, створюючи атмосферу співробітництва. В роботі (Жучок, 2020) відзначено, що дистанційна форма вивчення математичних дисциплін підвищує ефективність самостійної роботи студентів, надає нові можливості для творчості, а викладачам дозволяє реалізовувати принципово нові форми і методи навчання із застосуванням математичного моделювання явищ і процесів.

Проблема дослідження особливостей дистанційного навчання фізики та дисциплін математичного циклу є актуальною і в закордонній педагогічній літературі. Зокрема, у роботі (Fauza, Ernidawati & Syaflita, 2020) виділено ряд факторів, які негативно впливають на якість дистанційного вивчення фізики. Зокрема, велика кількість завдань на самостійне опрацювання, брак спілкування наживо студентів з викладачем, а також студентів між собою під час розгляду, обговорення та узагальнення нового матеріалу негативно впливають на якість фізичної освіти студентів. В роботі (Irfan, Kusumaningrum, Yulia & Widodo, 2020) відзначено, що викладачі математики не у повній мірі використовують можливості різних платформ під час реалізації дистанційного навчання; під час представлення нового матеріалу недостатньо використовують відео та анімації, обмежившись поданням презентацій у Power Point. В роботі (Li & Lalani, 2020) відзначено, що в процесі онлайн-навчання можуть бути винайдені нові ефективні методи навчання, які будуть в подальшому використовуватися і під час організації освітнього процесу в очній формі по закінченню пандемії.

Однак, незважаючи на ряд робіт, в яких досліджено особливості дистанційного навчання фізики і дисциплін математичного циклу, в науково-педагогічній літературі не знайдено робіт, присвячених дослідженню ефективності дистанційного навчання фізики студентів технічних спеціальностей, що актуалізує мету представленої роботи.

Мета статті. Враховуючи вищезазначене, мета статті полягає у вивченні ефективності дистанційного навчання фізики студентів технічних спеціальностей очної форми навчання в умовах карантину.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення поставленої мети статті використовувалися наступні методи: аналіз і систематизація наукових публікацій, присвячених дослідженню особливостей дистанційного навчання фізики і дисциплін математичного циклу студентів, що навчаються в вітчизняних та закордонних ЗВО; аналіз, синтез, порівняння, систематизація, узагальнення – під час обробки та обговорення результатів успішності студентів технічних спеціальностей Національного транспортного університету (НТУ) з фізики за результатами очного навчання протягом осіннього семестру 2019/20 навчального року (н/р) та дистанційного навчання протягом осіннього семестру 2020/21 н/р. Порівняння результатів успішності студентів з фізики проводилося в тих академічних групах, в яких протягом двох зазначених семестрів освітній процес здійснювали ті ж самі викладачі.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У зв'язку з введенням карантинних обмежень, спричинених тривалою пандемією COVID-19, починаючи з 12 березня 2020 року освітній процес у всіх ЗВО України відбувається в дистанційній формі. В якості платформ, за допомогою яких здійснюється реалізація освітнього процесу з фізики в НТУ, використовуються Google Classroom і MOODLE. Зазначені платформи є одними з найбільш поширених серед тих, що використовуються під час дистанційного навчання (Zelinskiy, 2020). Автори представленої роботи переважно використовують платформу Google Classroom. Використовуючи можливості вказаної платформи, кожний викладач створив електронний навчальний курс фізики, що містить усі необхідні дидактичні матеріали: конспект лекцій, презентації Power Point, відеозаписи, навчальні посібники, методичні вказівки до виконання лабораторних робіт та організації самостійної роботи студентів тощо. Платформа Google Classroom дозволяє створювати різні види завдань для студентів, встановлювати строки здачі цих завдань. Вказана платформа надає можливість працювати із електронним журналом оцінок, який можуть переглядати студенти і при цьому мати повну інформацію про результати оцінювання їх поточної роботи, вчасно та невчасно виконані завдання.

Для студентів очної форми навчання усі заняття з фізики (лекції, практичні та лабораторні) проводяться за фіксованим розкладом у режимі відео-конференцій Zoom або Google Meet, що створює можливість безпосереднього спілкування студентів з викладачем. Під час проведення лекцій з фізики студентам пропонується матеріал у вигляді презентацій Power Point або файлів у форматі PDF. Також під час лекцій використовуються відео, пов'язані з вивченням тих чи інших тем з курсу фізики. Всі питання, заплановані на лекцію, розглядаються в синхронному режимі часу, під час якого студенти мають можливість спілкуватися з викладачем, задавати питання. На практичних заняттях з фізики відбувається розв'язування задач, більш детально розглядаються деякі теоретичні питання, під час опанування яких у студентів виникли складнощі, проводиться поточний та модульний контроль, відбуваються доповіді і захисти рефератів, написання яких передбачено планом організації самостійної роботи студентів. Для поточного контролю знань студентів з фізики використовуються як традиційні форми контролю, тобто опитування, фізичний диктант, задачі, так і тестові завдання в Google Forms. Модульний контроль з фізики являє собою завдання в Google Forms, що має комплексний характер, тобто містить тестові теоретичні питання з варіантами відповідей, завдання на співставлення матеріалу, якісні і кількісні задачі з фізики. Лабораторні заняття, що заплановані програмою з фізики, також проводяться дистанційно у режимі відео-конференцій з використанням віртуальних лабораторних робіт, анімацій та відео, безпосередньо пов'язаних з темою лабораторної роботи. За необхідності, викладачі проводять онлайн-консультації зі студентами, використовуючи Google Classroom, додатки-месенджери Viber і Telegram, а також електронну пошту.

Для вивчення ефективності дистанційного навчання фізики було виконано порівняння успішності студентів із зазначеної дисципліни за результатами очного навчання протягом осіннього семестру 2019/20 н/р та дистанційного навчання протягом осіннього семестру 2020/21 н/р. Результати весняного семестру 2019/20 н/р не включено до розгляду, оскільки освітній процес протягом вказаного семестру відбувався як в очній (до карантину), так і в дистанційній формі (після введення карантину). Таким чином, було опрацьовано результати успішності з фізики студентів 7 академічних груп НТУ, що навчаються за спеціальностями 015 «Професійна освіта (транспорт)», 121 «Інженерія програмного забезпечення» (2 групи), 122 «Комп'ютерні науки» (2 групи), 131 «Прикладна механіка» та 193 «Геодезія та землеустрій». Загальна кількість студентів зазначених технічних спеціальностей, що складали іспити з фізики за результатами очного навчання (осінній семестр 2019/20 н/р) становила 131 особу, а за результатами дистанційного навчання (осінній семестр 2020/21 н/р) – 111 осіб. Освітній процес протягом двох зазначених семестрів у вказаних академічних групах здійснювали ті самі викладачі. Оцінювання знань з фізики студентів вказаних спеціальностей очної форми навчання здійснювалося за 100-бальною шкалою ЕКТС за накопичувальною системою, згідно з якою студенти протягом семестру за всі види навчальної діяльності могли отримати 60 балів, а під час складання підсумкового контролю (іспиту) – 40 балів. Відповідно до цього, сумі балів від 60 до 63 відповідає підсумкова оцінка «Задовільно» (Е), від 64 до 73 – «Задовільно» (D), від 74 до 81 – «Добре» (C), від 82 до 89 – «добре» (B), від 90 до 100 – «Відмінно» (A).

На рис. 1 представлено розподіл підсумкових оцінок з фізики студентів вищезазначених спеціальностей за результатами очного навчання протягом осіннього семестру 2019/20 н/р та дистанційного навчання протягом осіннього семестру 2020/21 н/р. На вказаному рисунку видно яка кількість студентів (у відсотках, оскільки в зазначених двох н/р іспити з фізики складала різна кількість осіб) із загальної кількості отримали ту чи іншу підсумкову оцінку з фізики за результатами очного та дистанційного навчання.

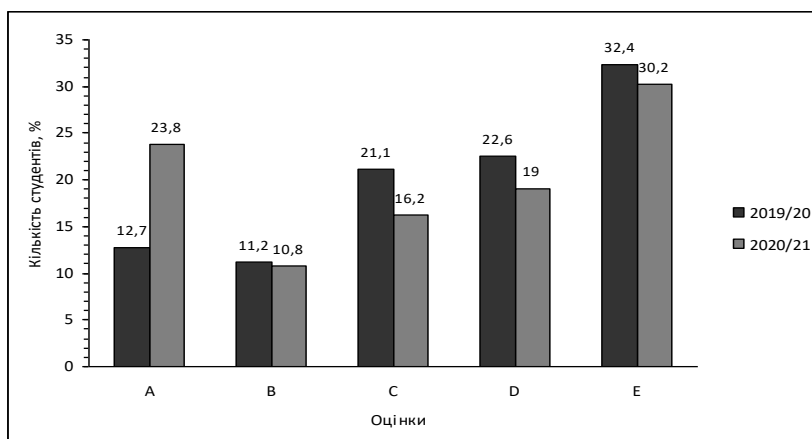


Рис. 1. Розподіл підсумкових оцінок з фізики за результатами очного навчання протягом осіннього семестру 2019/20 н/р та дистанційного навчання протягом осіннього семестру 2020/21 н/р

Виявилося, що розподіл підсумкових оцінок з фізики у двох зазначених семестрах досить відрізняється. Розбіжність, в першу чергу, проявилася в кількості отриманих підсумкових оцінок А. Зокрема, під час дистанційної форми навчання кількість студентів, що отримали з фізики підсумкову оцінку А, зросла на 11.1 % у порівнянні з кількістю студентів, що отримали А під час очної форми навчання. Щодо кількості підсумкових оцінок В, С, D і Е, то розбіжність в їх кількості за два зазначені семестри виявилася не такою суттєвою. Зокрема, кількість студентів, що отримали підсумкові оцінки В, С, D і Е за результатами дистанційного вивчення фізики, систематично зменшилася на 0.4 %, 4.9 %, 3.6 % та 2.2 % відповідно у порівнянні з кількістю студентів, що отримали зазначені оцінки за результатами очного вивчення фізики. Рівень якості навчання, тобто відсоток студентів, що отримали підсумкові оцінки А, В і С, під час дистанційного навчання дорівнював 50.8 %, а під час очного навчання – 45 %.

ОБГОВОРЕННЯ

Як видно з рис. 1, за результатами дистанційного навчання фізики можна виділити дві найбільші підгрупи студентів, що отримали підсумкові оцінки А (23.8 %) та Е (30.2 %) відповідно. Останнє означає, що студенти однієї з вказаних підгруп успішно виконували усі види завдань з фізики протягом семестру, в якому освітній процес було організовано в дистанційній формі, та, відповідно, отримали максимальну підсумкову оцінку А. Студенти іншої зазначеної підгрупи прикладали мінімальні зусилля під час дистанційного навчання та задовольнилися отриманням мінімальної підсумкової оцінки Е. Така тенденція спостерігалася в кожній академічній групі студентів. Отримані у даній роботі результати в цілому узгоджуються з результатами роботи (Лебедева & Норік, 2020), в якій відзначено, що в межах кожної академічної групи можна виділити дві найбільші сукупності студентів, які отримали максимальні та, відповідно, мінімальні підсумкові оцінки з дисциплін математичного циклу за результатами дистанційного навчання.

Необхідно відзначити, що дистанційне навчання фізики у сучасному форматі виявилось більш придатним для активних і організованих студентів. У той же час, студенти з низьким рівнем самоорганізації виявилися психологічно неготовими до дистанційного навчання та, як наслідок, отримали мінімальні підсумкові оцінки з фізики. Заборону відвідувати ЗВО через карантинні обмеження зазначені студенти сприйняли як привід не приділяти належної уваги освітньому процесу, помилково вважаючи карантин та дистанційне навчання такими собі канікулами. Ситуація, що склалася, остаточно дезорганізувала таких студентів, заважала їм зосередитися на навчанні. Разом з тим, щоб успішно навчатися в умовах проведення освітнього процесу в дистанційній формі, студентам необхідно прикладати більше зусиль і витратити навіть більше часу, ніж під час очної форми навчання. Крім того, під час дистанційного навчання вирішального значення набуває самостійна робота студентів, що вимагає від них неабиякого рівня самоорганізації.

Таким чином, дистанційна форма навчання фізики студентів технічних спеціальностей НТУ як вимушена міра під час пандемії з достатньою ефективністю замінила очну форму навчання. В подальшому, на думку авторів, елементи дистанційної форми навчання можуть використовуватися як доповнення до очної форми. Однак, більш ефективно може бути змішана (гібридна) форма навчання (Кисельова, 2020), під час якої деякі види занять з фізики можуть проводитися дистанційно (наприклад, лекції), а інші – очно в аудиторіях ЗВО (наприклад, практичні і лабораторні заняття, консультації). Таке поєднання вказаних форм навчання надасть освітньому процесу достатньої гнучкості на випадок криз, подібних нинішній пандемії, а також відкриє нові можливості для усіх учасників освітнього процесу.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Таким чином, аналіз успішності студентів технічних спеціальностей НТУ з фізики за результатами очного та дистанційного навчання виявив суттєву розбіжність в розподілі підсумкових оцінок з вказаної дисципліни. Зокрема, за результатами дистанційного навчання фізики можна виділити дві найбільші підгрупи студентів, що отримали максимальні (А) та, відповідно, мінімальні (Е) підсумкові оцінки. Останнє спостерігалось в кожній академічній групі студентів. Рівень якості дистанційного навчання фізики, тобто відсоток студентів, що отримали підсумкові оцінки А, В і С, дорівнював 50.8 % і виявився на 5.8 % вищим, ніж за результатами очного навчання. Отже, дистанційна форма навчання фізики під час карантину з достатньою ефективністю замінила очну форму навчання. Однак, дистанційне навчання фізики у сучасному форматі виявилось менш придатним для студентів з низьким рівнем самоорганізації. Зазначені студенти виявилися психологічно неготовими до дистанційного навчання та, відповідно, отримали мінімальні підсумкові оцінки з фізики. В подальшому, на думку авторів, більш ефективно може бути змішана форма навчання фізики, яка сприятиме активізації освітнього процесу та підвищить мотивацію до навчання у студентів з низьким рівнем самоорганізації. Останнє може сприяти більш глибокому засвоєнню студентами фізики та підвищити ефективність освітнього процесу в ЗВО.

Наступну роботу планується присвятити встановленню ролі задач міжпредметного змісту в активізації освітнього процесу під час дистанційного проведення практичних занять з фізики і математики в технічному університеті.

Список використаних джерел

1. Андрущенко В. Освіта після пандемії. *Міждисциплінарні дослідження складних систем*, 2020. № 17. С. 5-13. DOI: 10.31392/iscs.2020.17.005.
2. Жучок Ю.В. Досвід впровадження дистанційного навчання математики в закладах вищої освіти. *Фізикоматематична освіта*, 2020. Вип. 3 (25). Ч. 2. С. 34-37. DOI: 10.31110/2413-1571-2020-025-3-022.
3. Іщенко Р.М., Ісаєнко Г.Л. Аналіз загальноосвітнього рівня предметної компетентності з фізики здобувачів вищої освіти технічного університету за результатами вхідного контролю. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету ім. Павла Тичини*. Умань, 2020. Вип. 2. Ч. 2. С. 68-78.
4. Кисельова К. Як зміниться освіта після пандемії: 5 прогнозів світових експертів. *Освітторія. Медіа*, 2020. URL: <https://osvitoria.media/experience/yak-zminytsya-osvita-pislya-pandemiyi-5-prognoziv-svitoviyh-ekspertiv/> (Дата звернення: 20.04.2021).
5. Лебедева І.Л., Норік Л.О. Ефективність e-learning студентів в умовах карантину на прикладі дисциплін математичного циклу. *Фізико-математична освіта*, 2020. Вип. 3 (25). Ч. 2. С. 93-100. DOI: 10.31110/2413-1571-2020-025-3-032.
6. Подласов С.О., Матвійчук О.В., Бригінець В.П. Елементи змішаного навчання фізики в технічному університеті. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2017. Том 61, № 5. С. 151-161. DOI: 10.33407/itlt.v61i5.1741.
7. Сальник І.В., Сірик Е.П. Підготовка та проведення семінарських занять з фізики в умовах дистанційного навчання. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*, 2020. Вип. 189. С. 68-74. DOI: 10.36550/2415-7988-2020-1-189-68-74.
8. Fauza N., Ernidawati, Syaflita D. Difficulty analysis of physics students in learning online during pandemic COVID-19. *Jurnal Geliga Sains (JGS): Jurnal Pendidikan Fisika*, 2020. № 8 (1). P. 49-54. DOI: <http://dx.doi.org/10.31258/jgs.8.1.49-54>.
9. Irfan M., Kusumaningrum B., Yulia Y., Widodo S.A. Challenges during the pandemic: Use of e-learning in mathematics learning in higher education. *Infinity: Journal of Mathematics Education*, 2020. Vol. 9, № 2. P. 147-158. DOI: <https://doi.org/10.22460/infinity.v9i2.p147-158>.
10. Li C., Lalani F. The COVID-19 pandemic has changed education forever. This is how. *World Economic Forum: Agenda*, 29 April

2020. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2020/04/coronavirus-education-global-covid19-online-digital-learning/> (Last accessed: 20.04.2021).

11. Zelinskiy S. Analysis of the possibilities of the MOODLE learning management system for organization of distance learning in the conditions of the university. *Journal Science Rise: Pedagogical Education*, 2020. № 5 (38). P. 33-36. DOI: 10.15587/2519-4984.2020.213100.

References

1. Andrushchenko, V. (2020). Osvita pislya pandemiyi [Post-pandemic education]. *Mizhdystsyplinarni doslidzhennya skladnykh system – Interdisciplinary Studies of Complex Systems*, 17, 5-13. DOI: 10.31392/iscs.2020.17.005 [in Ukrainian].
2. Zhuchok, Yul.V. (2020). Dosvid vprovadzhennya dystantsiynoho navchannya matematyky v zakladakh vyshchoyi osvity [Implementation features of the distance learning in mathematics in higher education institutions]. *Fyzyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 3 (25), 2, 34-37. DOI: 10.31110/2413-1571-2020-025-3-022 [in Ukrainian].
3. Ishchenko, R.M. & Isaienko, G.L. (2020). Analiz zahalnoosvitnoho rivnya predmetnoyi kompetentnosti z fizyky zdobuvachiv vyshchoyi osvity tekhnichnoho universytetu za rezultaty vkhidnoho kontrolyu [Analysis of the general level of subject competence from physics of technical university students based on the results of the entrance control]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu im. Pavla Tychyny – Collection of scientific works of Uman state pedagogical university named after P. Tychnya*, 2 (2), 68-78 [in Ukrainian].
4. Kyselova, K. (2020). Yak zminytsia osvita pislia pandemii: 5 prohoziv svitovykh ekspertiv [How education will change after the pandemic: 5 forecasts of world experts]. *Osvitorniia. Media – Osvitorniia. Media*. Retrieved from <https://osvitoria.media/experience/yak-zminytsia-osvita-pislya-pandemiyi-5-prohoziv-svitovykh-ekspertiv/> [in Ukrainian].
5. Lebedeva, I.L. & Norik, L.O. (2020). Efektyvnist e-learning studentiv v umovakh karantynu na prykladi dystsyplin matematychnoho tsyklu [The effectiveness of e-learning of students in quarantine conditions for the example of mathematical cycle disciplines]. *Fyzyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 3 (25), 2, 93-100. DOI 10.31110/2413-1571-2020-025-3-032 [in Ukrainian].
6. Podlasov, S.O., Matviychuk, O.V. & Briginets, V.P. (2017). Elementy zmishanoho navchannya fizyky v tekhnichnomu universyteti [Elements of blended learning in studying physics in the technical university]. *Informatsiyni tekhnolohiyi i zasoby navchannya – Information Technologies and Learning Tools*, 61 (5), 151-161. DOI: 10.33407/itlt.v61i5.1741 [in Ukrainian].
7. Salnyk, I.V. & Siryk, E.P. (2020). Pidhotovka ta provedennya seminarivskykh zanyat z fizyky v umovakh dystantsiynoho navchannya [Preparation and conducting of seminars on physics in the conditions of distance learning]. *Naukovi zapysky. Seriya: Pedahohichni nauky – Scientific notes. Series: Pedagogical Sciences*, 189, 68-74. DOI: 10.36550/2415-7988-2020-1-189-68-74 [in Ukrainian].
8. Fauza, N., Ernidawati & Syaflita, D. (2020). Difficulty analysis of physics students in learning online during pandemic COVID-19. *Jurnal Geliga Sains (JGS): Jurnal Pendidikan Fisika*, 8 (1), 49-54. DOI: <http://dx.doi.org/10.31258/jgs.8.1.49-54> [in English].
9. Irfan, M., Kusumaningrum, B., Yulia, Y. & Widodo, S.A. (2020). Challenges during the pandemic: Use of e-learning in mathematics learning in higher education. *Infinity: Journal of Mathematics Education*, 9 (2), 147-158. DOI: <https://doi.org/10.22460/infinity.v9i2.p147-158> [in English].
10. Li, C. & Lalani, F. (2020). The COVID-19 pandemic has changed education forever. This is how. *World Economic Forum: Agenda*, 29 April 2020. Retrieved from <https://www.weforum.org/agenda/2020/04/coronavirus-education-global-covid19-online-digital-learning/> [in English].
11. Zelinskiy, S. (2020). Analysis of the possibilities of the MOODLE learning management system for organization of distance learning in the conditions of the university. *Journal Science Rise: Pedagogical Education*, 5 (38), 33-36. DOI: 10.15587/2519-4984.2020.213100 [in English].

EFFECTIVENESS OF DISTANCE LEARNING OF PHYSICS OF TECHNICAL SPECIALTIES STUDENTS UNDER QUARANTINE CONDITIONS

Ruslan Ishchenko, Iryna Gorbunovich
National Transport University, Ukraine

Abstract. Formulation of problem. Nowadays, distance learning is especially relevant when the educational process is carried out through the use of modern information and communication technologies. Physics is known to belong to the cycle of compulsory disciplines of natural sciences and mathematics, which is studied by students of technical specialties. At the same time, physics is traditionally one of the most difficult disciplines for most students. Accordingly, the study of the effectiveness of distance learning of physics by students of technical specialties in quarantine conditions is relevant.

Materials and methods. The results of students' success of technical specialties of the National Transport University in physics based on the results of full-time and distance learning were processed. The number of students was 242 people. To achieve the purpose of the work, the following methods are used: analysis and systematization – during the review of scientific publications on the chosen subject of research; analysis, synthesis, comparison, systematization, generalization – during the processing and discussion of the student achievements in physics based on the results of full-time and distance learning.

Results. In the presented work it is revealed that the distribution of final grades in physics based on the results of full-time and distance learning is quite different. In particular, according to the results of distance learning of physics, we can distinguish the two largest subgroups of students who received maximum (A) and minimum (E) final grades, correspondently. This trend is observed in each academic group of students. The level of quality of education, which is the percentage of students who received final grades A, B and C in physics, during distance learning is 50.8 %, that is 5.8 % higher than during full-time education.

Conclusions. Thus, the distance learning of physics of technical specialties students during quarantine has replaced the full-time education with sufficient effectiveness. However, distance learning of physics in the modern format has proved to be less appropriate for students with a low level of self-organization. These students are psychologically unprepared for distance learning and, accordingly, receive minimal final grades in physics. In future, according to the authors, a mixed form of education of physics should be more effective.

Key words: distance learning, full-time education, physics course, final grades in physics, effectiveness of distance learning, students of technical specialties.



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



Ковальов Л.Є., Медведєва М.О., Побережець І.І. Використання інтерактивного імітатора фізичних процесів Step в освітньому процесі у закладах вищої освіти. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 3(29). С. 68-73.

Kovalov L., Medvedieva M., Poberezhets I. Use of the interactive simulator of Step physical processes in the educational process in higher education institutions. Physical and Mathematical Education. 2021. Issue 3(29). P. 68-73.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-029-3-011

УДК 004.358:53]:378.091

Л.Є. Ковальов

Уманський національний університет садівництва, Україна

leokova60@ukr.net

ORCID: 0000-0003-3386-7439

М.О. Медведєва

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, Україна

medvedeva-masha25@ukr.net

ORCID: 0000-0001-9330-5185

І.І. Побережець

Уманський національний університет садівництва, Україна

ivanpoberezhets1@gmail.com

ORCID: 0000-0002-9964-5022

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНОГО ІМІТАТОРА ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ STEP В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

АНОТАЦІЯ

У статті викладено досвід використання інтерактивного імітатора фізичних процесів Step на заняттях з фізики у навчанні студентів спеціальностей «Агроінженерія», «Геодезія та землеустрій» та «Комп'ютерні науки».

Формулювання проблеми. Розуміння студентами дисциплін природничо-математичного циклу, зокрема фізики вважається основною проблемою у закладах вищої освіти. Візуалізація фізичних процесів допомагає зрозуміти, усвідомити та засвоїти більшість тем фізики. А завдяки імітаційному моделюванню студенти мають можливість побачити природу процесів і явищ, які не можна спостерігати не озброєним оком або без використання спеціальних потужних та дорогих приладів. Прикладом такого інтерактивного імітатора фізичних процесів може слугувати Step.

Матеріали і методи. Матеріалом дослідження є створення та дослідження студентами імітаційних моделей для вивчення поведінки пружного маятника, математичного маятника, явища резонансу, механічної хвилі та броунівського руху використовуючи інтерактивний імітатор фізичних процесів Step на заняттях з фізики. Методи спостереження, аналізу, систематизації та математичної статистики використовувалися для отримання інформації про доцільність використання інтерактивного імітатора фізичних процесів Step при навчанні фізики.

Результати. В статті описано методику використання інтерактивного імітатора фізичних процесів Step при навчанні фізики, зокрема вивченні пружного маятника, математичного маятника, резонансу, механічної хвилі, броунівського руху; відображено результати педагогічного експерименту.

Висновки. Узагальнюючи результати дослідження можна стверджувати, що використання інтерактивного імітатора фізичних процесів Step при навчанні фізики дозволяє: візуалізувати навчальний матеріал; полегшити сприймання та розуміння складних фізичних явищ та процесів; формувати у студентів дослідницькі компетентності; підвищити мотивацію навчально-пізнавальної діяльності студентів. Але разом з тим, використання лише імітаційних моделей не підвищує якості фізичної підготовки студентів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: фізика, Step, імітаційне моделювання, інтерактивний імітатор, фізичні процеси, педагогічний експеримент.

ВСТУП

Постановка проблеми. Статистичні дані, що містяться на сайті Українського центру оцінювання якості освіти свідчать, про те, що фізика є одним з предметом, який обирають найрідше для складання зовнішнього незалежного оцінювання. Підсумки зовнішнього незалежного оцінювання останніх років свідчать про те, що в середньому 30% учасників не можуть подолати встановлення порога «склав / не склав», а знання тих абітурієнтів які подолали поріг, але

фізика не пов'язана з їх фахом, є посередніми. Тому у закладах вищої освіти, де фізика є непрофільним предметом, постає проблема підвищення мотивації навчання студентів.

Одним із засобів, що може допомогти вирішити дану проблему, є використання в освітньому процесі інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема інтерактивного імітатора фізичних процесів Step. Використання комп'ютерних імітаційних моделей дозволяє унаочнити та зробити більш зрозумілим важкий теоретичний матеріал, сприяє покращенню знань та умінь студентів.

Аналіз актуальних досліджень. Використання інформаційно-комунікаційних технологій під час навчання фізики розглядалося багатьма науковцями (Слободяник, 2019; Литвинова, 2019; Ковальов&Лещенко&Медведева&Ненька, 2020; Семеніхіна&Юрченко&Удовиченко, 2020). У даних дослідженнях якісно та доступно описано використання комп'ютерних моделей під час індивідуальної роботи учнів з фізики (Слободяник, 2019), моделі використання систем комп'ютерного моделювання для формування компетентностей учнів з природничо-математичних предметів (Литвинова, 2019), використання вільних комп'ютерних математичних систем при навчанні фізики (Ковальов&Лещенко&Медведева&Ненька, 2020) тощо. Використання комп'ютерного моделювання фізичних процесів допомагає зрозуміти та засвоїти більшість тем фізики. А завдяки імітаційному моделюванню студенти мають можливість побачити природу процесів і явищ, які не можна спостерігати не озброєним оком або без використання спеціальних потужних та дорогих приладів.

Мета статті. З огляду на це метою статті є висвітлення інструментальних можливостей використання інтерактивного імітатора фізичних процесів Step під час вивчення деяких тем фізики та обґрунтування доцільності його використання.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Матеріалом дослідження є створення та дослідження студентами імітаційних моделей для вивчення поведінки пружного маятника, математичного маятника, явища резонансу, механічної хвилі та броунівського руху використовуючи інтерактивний імітатор фізичних процесів Step на заняттях з фізики. Методи спостереження, аналізу, систематизації та математичної статистики використовувалися для отримання інформації про доцільність використання інтерактивного імітатора фізичних процесів Step при навчанні фізики.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Комп'ютерні моделі при вивченні фізики використовуються давно та достатньо часто, зокрема комп'ютерне моделювання фізичного експерименту (Слободяник, 2019).

Все частіше в освіті при викладанні дисциплін природничо-математичного циклу використовуються вільні комп'ютерні програмні засоби (Слободяник, 2019; Литвинова, 2019; Семенишина&Герасимчук, 2015) і авторами даної статті також (Ковальов&Лещенко&Медведева&Ненька, 2020).

Нами використовувалась операційна система GNU/Linux, а саме дистрибутив Manjaro з оболонкою KDE Plasma, як і в попередньому дослідженні (Ковальов&Лещенко&Медведева&Ненька, 2020), де й був обґрунтований цей вибір.

KDE – це інтегроване середовище для всіх видів Unix. Спільнота KDE підтримує більше сотні застосунків для всіх потреб та інтересів. Серед них є освітянські програми для школярів, студентів та викладачів, а також програмне забезпечення для наукових досліджень.

Серед вільних програмних засобів нами був обраний для проведення педагогічного експерименту інтерактивний імітатор фізичних процесів Step.

Step імітує фізичну поведінку реальних тіл. Головною частиною вікна Step є область експерименту (рис. 1), яка розміщена по центру головного вікна Step. У цій області ви спочатку розташовуєте об'єкти, а потім спостерігаєте за їх рухом. Ліворуч від області експерименту розташовано «палітру», з якої ви можете обирати ваші фізичні об'єкти. «Палітру» можна пересунути у будь-яке місце на вашому робочому столі простим перетягуванням за поле заголовка. Праворуч від області експерименту можна бачити опис поточного експерименту, його властивості, довідку, що стосується деяких слів, та історію поточного експерименту. Кожну з цих панелей можна розташувати у бажаному місці екрана простим перетягуванням за поле заголовка.

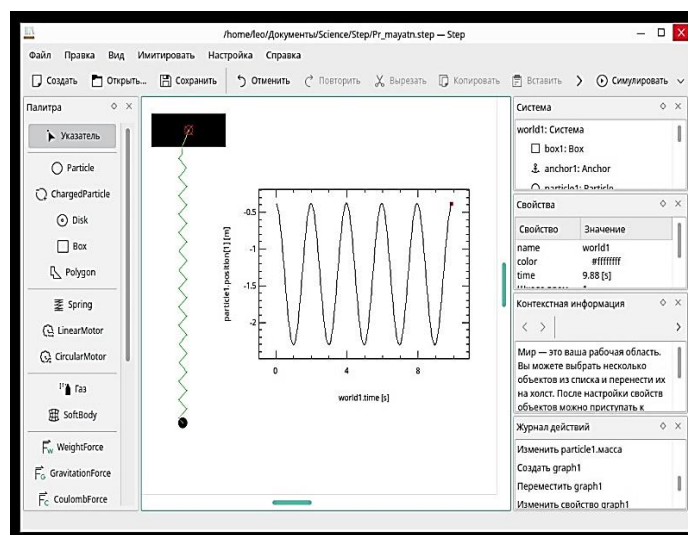


Рис. 1. «Модель пружного маятника» в області експерименту вікна Step

У Step існує п'ять підручників, за якими ви послідовно зможете навчитися керуванню кожним з елементів Step. Найкраще почати з першого підручника натисканням на позначку файлу tutorial1.step. Якщо ви це зробите, у Step буде відкрито «Підручник 1». На панелі «Світ», яку розміщено праворуч, наведено список всіх об'єктів у області вашого експерименту. Якщо натиснути на об'єкт у цьому списку, на панелі «Властивості», розташованій нижче, буде відображено властивості об'єкта. Там можна змінити властивості натисканням на ту з них, яку ви бажаєте змінити.

Кожен з підручників складається з тексту, за допомогою якого ви зможете ознайомитися з новими елементами та їх властивостями. Ви повинні будете змінити деякі з властивостей з метою отримати новий результат експерименту (Mahfouf, 2021).

У пакунку Step міститься сімнадцять корисних прикладів, які допоможуть вам розібратися у принципах роботи програми. З них ми скористалися лише трьома:

- brownian.step – моделюється броунівський рух частинки (малюється траєкторія жорсткого диска, що взаємодіє з 40 частинками, які випадковим чином рухаються у закритій посудині);
- resonance.step – наведено імітацію резонансу у системі з обертальним рушієм;
- wave.step – наведено імітацію механічної хвилі.

Для перевірки гіпотези про те, що використання імітаційних моделей в освітньому процесі, зокрема при вивченні фізики підвищить мотивацію здобувачів освіти та покращить результати навчання, було проведено педагогічний експеримент, в якому брали участь три групи студентів, які навчаються за спеціальностями: «Агроінженерія» (11-ім група), «Геодезія та землеустрій» (11-зм група) та «Комп'ютерні науки» (11-кн група).

На даний час аудиторна кількість годин, яка виділена на вивчення фізики в курсах, що обрані для експерименту дуже обмежена, тому ми зупинилися лише на двох темах: механічні коливання і хвилі та основи молекулярно-кінетичної теорії.

Для першої теми ми запропонували студентам чотири імітаційних моделі: пружний маятник, математичний маятник, резонанс і механічна хвиля. Для другої одну модель – броунівський рух.

Модель пружного маятника студенти повинні були розробити «з нуля». Їм необхідно було вставити блок, до якого кріпиться маятник та закріпити його (рис. 1). Потім до нього приєднати пружину та кульку до неї. Крім того студенти вставили в модель графік залежності положення кульки від часу та ввімкнули силу тяжіння. Запускаючи імітацію студенти повинні були підібрати оптимальну жорсткість пружини. Після всіх цих підготовчих робіт вмикається імітація та з графіку визначається період коливань і обчислюється коефіцієнт жорсткості пружини та порівнюється із значення у «Властивостях» «Системи».

Імітаційна модель математичного маятника розроблялась студентами аналогічно моделі пружного маятника (рис. 2). Після визначення періоду коливань студенти обчислювали прискорення вільного падіння.

Для вивчення резонансу застосовувалась модель, що є в пакунку Step (рис. 3). До розробленої моделі студенти додали графік залежності положення тіла, що коливається від кутової швидкості обертового рушія. Після проведення імітаційного експерименту студенти повинні були зробити висновок.

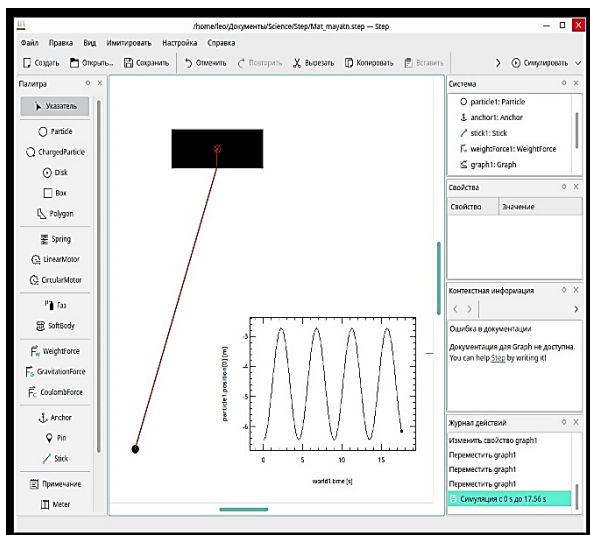


Рис. 2. Імітаційна модель математичного маятника

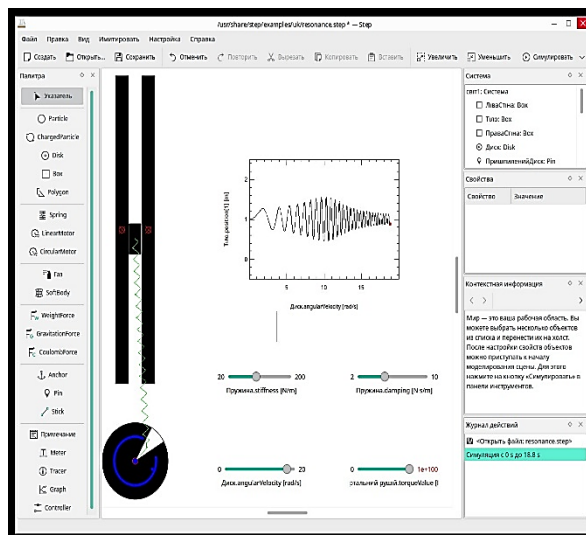


Рис. 3. Модель для вивчення резонансу

Для імітації механічної хвилі також використовувалась вбудована в Step модель (рис. 4). Студенти при проведенні імітації спостерігали за графіком залежності положення обраної кульки від часу. На графіку сцени показано рух зеленої частинки. На початку імітації хвиля руху у системі часток з'єднаних пружинами починає рухатися від червоної частинки. Хвиля відіб'ється від синьої частинки і почне рухатися у зворотному напрямі, аж доки не відіб'ється від червоної частинки. Коливання згасатимуть через розсіювання енергії у пружинах. Після експерименту студенти роблять висновок.

Для теми «Основи молекулярно-кінетичної теорії» використовувалась лише одна, вбудована в Step, модель броунівського руху (рис. 5). На графіку та в моделі газу відображається траєкторія жорсткого диска, що взаємодіє з 40 частинками, які випадковим чином рухаються у закритій посудині. Для отримання наочної траєкторії необхідно спостерігати імітацію достатньо великий час. Після закінчення імітації робиться висновок.

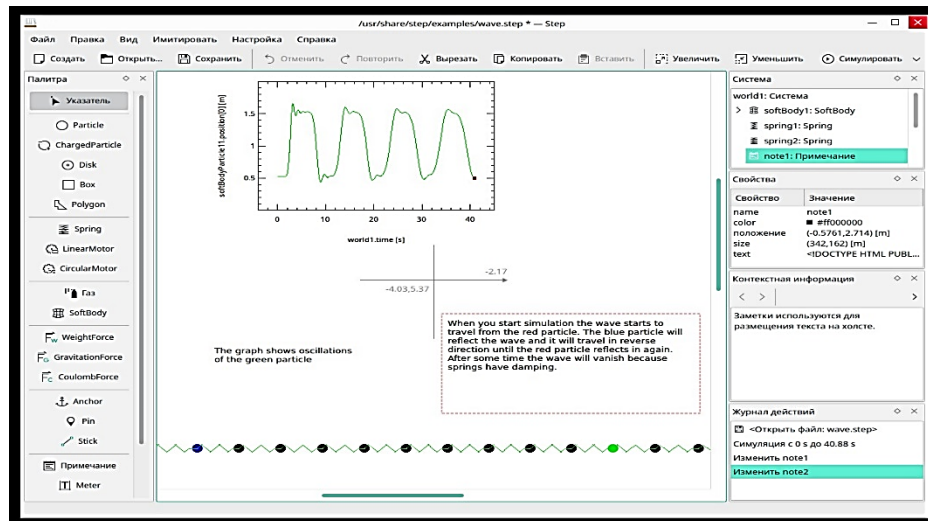


Рис. 4. Модель імітації механічної хвилі

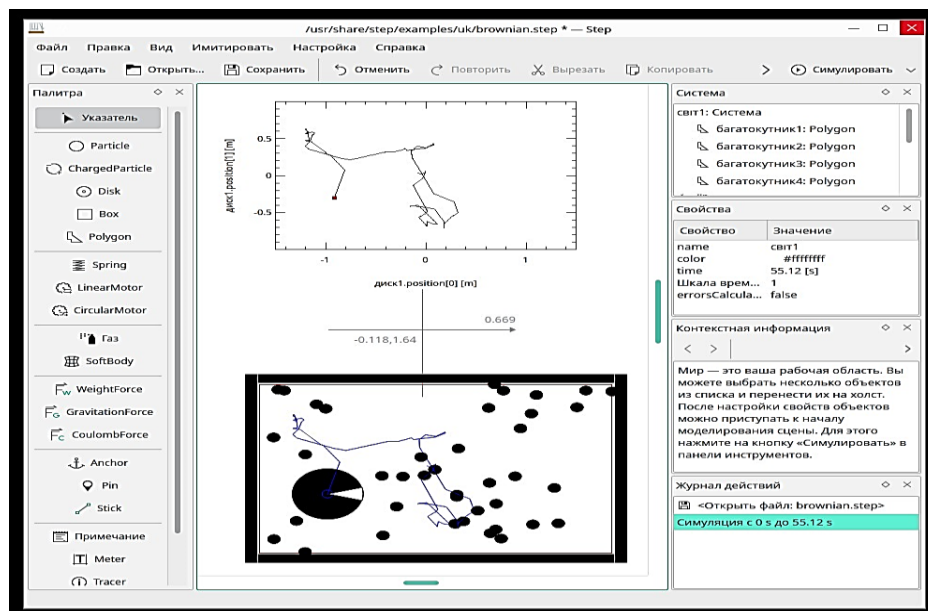


Рис. 5. Модель броунівського руху вбудована в Step

Три групи, які були обрані для проведення експерименту, були поділені на дві підгрупи приблизно однакові за кількістю студентів (11-ім група – 8+8, 11-зм група – 6+6, 11-кн група – 9+8). Перед поділом були проведено тестування за попередніми темами. Студенти в підгрупи були вибрані так, щоб рівень успішності в підгрупах був майже однаковим. Одна підгрупа в кожній групі була експериментальною, а друга – контрольною.

Для оцінки різниці підгруп за рівнем успішності нами був використаний U-критерій Манна-Уїтні. Цей критерій може застосовуватись для малих вибірок та дозволяє оцінити різницю між двома вибірками за рівнем деякої ознаки, яка виміряна кількісно.

В якості гіпотези H_0 приймається однаковість рівня ознаки, а в якості гіпотези H_1 – відмінність рівня ознаки у вибірках. Гіпотеза H_0 приймається, якщо експериментальне значення критерія U більше критичного значення, яке відповідає рівню статистичної значущості $p \leq 0,05$: $U > U_{кр 0.05}$. Гіпотеза H_0 відхиляється, якщо експериментальне значення критерія U дорівнює або менше критичного значення, яке відповідає рівню статистичної значущості $p \leq 0,05$: $U \leq U_{кр 0.05}$ та з ще більшою достовірністю приймається гіпотеза H_1 , якщо експериментальне значення критерія U дорівнює або менше критичного значення, яке відповідає рівню статистичної значущості $p \leq 0,01$: $U \leq U_{кр 0.01}$ (Ковальов&Ненька, 2018).

Нами були сформульовані гіпотези:

H_0 : рівень успішності в експериментальній підгрупі не вищий за рівень успішності в контрольній підгрупі.

H_1 : рівень успішності в експериментальній підгрупі вищий за рівень успішності в контрольній підгрупі.

Було проведено ранжування всієї групи за балом успішності та знайдена сума рангів за формулою

$$T = \sum R_i = \frac{N \cdot (N + 1)}{2},$$

де N – кількість студентів у групі.

Потім були знайдені суми рангів експериментальної і контрольної підгруп: T_{e1}, T_{k1} .

Експериментальне значення критерію Манна-Уїтні визначалось за формулою:

$$U = (n_1 \cdot n_2) + \frac{n_x \cdot (n_x + 1)}{2} - T_x,$$

де T_x – більша з двох рангових сум; n_x – об'єм вибірки з більшою ранговою сумою.

Критичні значення критерію U визначались за таблицею (Горонескуль, 2009).

Всі три групи були поділені на підгрупи таким чином, що на початку експерименту приймалась гіпотеза H_0 , тобто вибрані підгрупи у кожній групі можна вважати рівнозначними за рівнем успішності. Після проведення експерименту рівень успішності за темами був оцінений за допомогою тестування. Гіпотези, які описані вище були перевірені за допомогою U -критерія Манна-Уїтні, експериментальні значення якого дорівнювали: 11-ім група – 27 (критичні значення $U_{кр 0.05} = 15$, $U_{кр 0.01} = 9$), 11-зм група – 19 (критичні значення $U_{кр 0.05} = 7$, $U_{кр 0.01} = 3$), 11-кн група – 31 (критичні значення $U_{кр 0.05} = 18$, $U_{кр 0.01} = 11$).

За темою «Механічні коливання і хвилі» рівень успішності в експериментальних підгрупах студентів, які навчаються за спеціальностями «Агроінженерія» та «Геодезія та землеустрій» був дещо вищим, ніж у контрольних підгрупах. Експериментальні значення U -критерія Манна-Уїтні дорівнювали: 11-ім група – 13 (критичні значення $U_{кр 0.05} = 15$, $U_{кр 0.01} = 9$), 11-зм група – 6 (критичні значення $U_{кр 0.05} = 7$, $U_{кр 0.01} = 3$), відповідно (гіпотеза H_0 відхилялась). Рівень успішності в експериментальній та контрольній підгрупах студентів, які навчаються за спеціальністю «Комп'ютерні науки» (11-кн група) був приблизно рівним (приймалась гіпотеза H_0), експериментальне значення U -критерія Манна-Уїтні дорівнювало – 24 (критичні значення $U_{кр 0.05} = 18$, $U_{кр 0.01} = 11$).

За темою «Основи молекулярно-кінетичної теорії» рівень успішності в експериментальних та контрольних підгрупах всіх спеціальностей практично був однаковим (приймалась гіпотеза H_0). Експериментальні значення U -критерія Манна-Уїтні дорівнювали: 11-ім група – 21, 11-зм група – 12, 11-кн група – 23.

Такі результати експерименту, на нашу думку, пояснюються наступним: один проведений імітаційний експеримент за темою «Основи молекулярно-кінетичної теорії» не міг підвищити рівень успішності вивчення цієї теми, а тому результати тестування в експериментальних та контрольних підгрупах не відрізнялись.

Студенти, які навчаються за спеціальністю «Комп'ютерні науки» щоденно в освітньому процесі мають справу з комп'ютерними технологіями і застосування імітаційних моделей не сильно їх зацікавило. Для цієї групи студентів необхідно знайти іншу методику проведення занять з імітацією фізичних процесів.

Студенти, які навчаються за спеціальністю «Агроінженерія», в експериментальній підгрупі показали за темою «Механічні коливання і хвилі» кращий рівень успішності. Це ймовірно пов'язано з тим, що дана тема більш тісно пов'язана із спеціальними знаннями за їх майбутньою спеціальністю.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Використання інтерактивного імітатора фізичних процесів Step при навчанні фізики дозволяє: візуалізувати навчальний матеріал; полегшити сприймання та розуміння складних фізичних явищ та процесів; формувати у студентів дослідницькі компетентності; підвищити мотивацію навчально-пізнавальної діяльності студентів. Разом з тим, використання лише імітаційних моделей не підвищить якість фізичної підготовки студентів. Отже, потрібно відповідно до базової підготовки студента, спеціальності на якій він навчається, рівня застосування знань з фізики у подальшій професійній діяльності підбирати методи, форми та засоби навчання, щоб створити умови для ефективного освітнього процесу. Наші подальші дослідження спрямовані на розробку методики вивчення студентами фізичних процесів за допомогою імітаційного моделювання у комплексі з методами дослідницького навчання.

Список використаних джерел

1. Ковальов Л.Є., Лещенко С.В., Медведєва М.О., Ненька Р.В. З досвіду використання вільних комп'ютерних математичних систем при навчанні вищої математики і фізики. *Фізико-математична освіта*. 2020. Випуск 1(23). С. 45-52.
2. Ковальов Л.Є., Ненька Р.В. Використання дистанційного навчання для організації самостійної роботи студентів при вивченні вищої математики в аграрних ВНЗ. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2018. Випуск 169. С. 72-77.
3. Литвинова С.Г. Модель використання системи комп'ютерного моделювання для формування компетентностей учнів з природничо-математичних предметів. *Фізико-математична освіта*. 2019. Випуск 1(19). С. 108-115.
4. Семенишина І. В., Гарасимчук І. Д. Умови ефективного використання комп'ютерних технологій навчання математики у вищому навчальному закладі. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Серія: Педагогічна*. 2015. № 21. С. 265–269.
5. Семеніхіна О.В., Юрченко А.О., Удовиченко О.М. Формування умінь візуалізувати навчальний матеріал у майбутніх учителів фізики: результати педагогічного експерименту. *Фізико-математична освіта*. 2020. Випуск 1(23). С. 122-128.
6. Слободяник О.В. Використання комп'ютерних моделей під час індивідуальної роботи учнів з фізики. *Фізико-математична освіта*. 2019. Випуск 4(22). С.116-123.
7. Mahfouf A.M. The step handbook. KDE Documentation. URL: <https://docs.kde.org/trunk5/en/step/step/step.pdf> (дата звернення: 09.04.2021).
8. Таблиці функцій та критичні точки розподілів. Розділи: Теорія ймовірностей. Математична статистика. Математичні методи в психології / уклад. М. М. Горонескуль. Харків: УЦЗУ, 2009. 90 с.

References

1. Kovalov, L., Leshchenko, S., Medvedieva, M. & Nenka, R. (2020). Z dosvidu vykorystannia vilnykh kompiuternykh matematychnykh system pry navchanni vyshchoi matematyky i fizyky [From the experience of using free computer

- mathematical systems in teaching higher mathematics and physics]. *Fizyko-matematychna osvita – Physics and Mathematics Education*, 1(23), 45-52 [in Ukrainian].
2. Kovalov, L. & Nenko, R. (2018). Vykorystannia dystantsiinoho navchannia dlia orhanizatsii samostiinoi roboty studentiv pry vyvchenni vyshchoi matematyky v ahrarnykh VNZ [The use of distance learning for the organization of independent work of students in the study of higher mathematics in agricultural universities]. *Naukovi zapysky. Seriya: Pedahohichni nauky – Proceedings. Series: Pedagogical sciences*, 169, 72-77 [in Ukrainian].
 3. Lytvynova, S. (2019). Model vykorystannia systemy kompiuternoho modeliuвання dlia formuvannia kompetentnosti uchniv z pryrodnycho-matematychnykh predmetiv [The Model Of The Use Of Computer Modeling System For Formation Competences Of Natural And Mathematical Subject Students]. *Fizyko-matematychna osvita – Physics and Mathematics Education*, 1(19), 108-115 [in Ukrainian].
 4. Semenyshyna, I. & Harasymchuk, I. (2015). Umovy efektyvnoho vykorystannia kompiuternykh tekhnolohii navchannia matematyky u vyshchomu navchalnomu zakladi [Conditions for effective use of computer technology in teaching mathematics in higher education]. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu im. Ivana Ohienka. Seriya: Pedahohichna – Collection of scientific works of Kamyanskyi-Podilsky National University named after Ivan Ogiienko. Series: Pedagogical*, 21, 265-269 [in Ukrainian].
 5. Semenikhina, O., Yurchenko, A. & Udovychenko, O. (2020). Formuvannia umin vizualizuvaty navchalnyi material u maibutnykh uchyteliv fizyky: rezultaty pedahohichnoho eksperymentu [Formation of skills to visualize of future physics teacher: results of the pedagogical experiment]. *Fizyko-matematychna osvita – Physics and Mathematics Education*, 1(23), 122-128 [in Ukrainian].
 6. Slobodyanyk, O. (2019). Vykorystannia kompiuternykh modelei pid chas indyvidualnoi roboty uchniv z fizyky [Use of computer models during individual work of physical students]. *Fizyko-matematychna osvita – Physics and Mathematics Education*, 4(22), 116-123 [in Ukrainian].
 7. Mahfouf, A. (2021). The step handbook. KDE Documentation. URL: <https://docs.kde.org/trunk5/en/step/step/step.pdf> (date of access: 09.04.2021) [in English].
 8. Horoneskul, M. (Uklad.). (2009). Tablytsi funktzii ta krytychni tochky rozpodiliv. Rozdily: Teoriia ymovirnosti. Matematychna statystyka. Matematychni metody v psykholohii [Function tables and critical distribution points. Sections: Probability theory. Mathematical statistics. Mathematical methods in psychology]. p.90 [in Ukrainian].

USE OF THE INTERACTIVE SIMULATOR OF STEP PHYSICAL PROCESSES IN THE EDUCATIONAL PROCESS IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Leonid Kovalov, Ivan Poberezhets

Uman National University of Horticulture, Ukraine

Mariia Medvedieva

Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University, Ukraine

Abstract. The article presents the experience of using the interactive simulator of physical processes Step in physics classes in teaching students majoring in "Agricultural Engineering", "Geodesy and Land Management" and "Computer Science".

Formulation of the problem. Students' understanding of the disciplines of the natural-mathematical cycle, in particular physics, is considered to be the main problem in higher education institutions. Visualization of physical processes helps to understand, comprehend and master most topics of physics. And thanks to simulation, students have the opportunity to see the nature of processes and phenomena that cannot be observed with the naked eye or without the use of special powerful and expensive devices. An example of such an interactive simulator of physical processes is Step.

Materials and methods. The research material is the creation and study by students of simulation models to study the behavior of the elastic pendulum, mathematical pendulum, resonance, mechanical wave and Brownian motion using an interactive simulator of physical processes Step in physics. Methods of observation, analysis, systematization and mathematical statistics were used to obtain information about the feasibility of using an interactive simulator of physical processes Step in teaching physics.

Results. The article describes the method of using the interactive simulator of physical processes Step in the teaching of physics, in particular the study of the elastic pendulum, mathematical pendulum, resonance, mechanical wave, Brownian motion; the results of pedagogical experiment.

Conclusions. Summarizing the results of the study, it can be argued that the use of an interactive simulator of physical processes Step in teaching physics allows you to: visualize the training material; to facilitate the perception and understanding of complex physical phenomena and processes; to form research competencies in students; to increase the motivation of educational and cognitive activities of students. But at the same time, the use of only simulation models does not improve the quality of physical training of students.

Key words: physics, Step, simulation modeling, interactive simulator, physical processes, pedagogical experiment.



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
Видається з 2013.

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



Корж-Усенко Л.В., Рибалко П.Ф. Нормативно-правові засади розвитку вищої освіти в Україні в умовах євроінтеграції. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 3(29). С. 74-80.

Korzh-Usenko L., Rybalko P. Normative-legal foundations of higher education development in Ukraine in the conditions of european integration. Physical and Mathematical Education. 2021. Issue 3(29). P. 74-80.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-029-3-012

УДК 378.091:34(477)

Л.В. Корж-Усенко

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

korzhusenkov.lv.73@gmail.com

ORCID: 0000-0001-9538-4147

П.Ф. Рибалко

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

petrorybalko13@gmail.com

ORCID: 0000-0002-6460-4255

НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ ЗАСАДИ РОЗВИТКУ ВИЩОЇ ОСВІТИ В УКРАЇНІ В УМОВАХ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Виявлення позитивів і недоліків нормативно-правового поля у галузі вищої освіти з урахуванням досвіду розвинутих європейських країн є важливою передумовою успішності започаткованих перетворень у контексті розбудови демократичного правового суспільства.

Матеріали і методи. Основою дослідження стали новітні нормативно-правові акти в галузі вищої освіти України, спрямовані на адаптацію вітчизняного законодавства до європейського науково-освітнього простору. Для досягнення мети було використано методи теоретичного рівня наукового пізнання: історіографічний аналіз, порівняння, аналіз, синтез, узагальнення.

Результати. Представлено структуру чинної нормативно-правової бази у галузі вищої освіти України, схарактеризовано основні групи законодавчих і підзаконних актів, що мають різну юридичну силу. Узагальнено нововведення, запроваджені новим Законом України про вищу освіту (2014 р.), порівняно зі старою редакцією зазначеного законодавчого акту. Розкрито особливості Закону «Про внесення змін до деяких Законів України щодо присудження наукових ступенів» (2021 р.), Національної рамки кваліфікацій (2020 р.) та Професійного стандарту на групу професій «Викладачі закладів вищої освіти» (2021 р.), стратегічних документів, що визначають пріоритети розвитку освіти та локальних актів закладів вищої освіти, окреслено перспективи подальшого розроблення обраної проблеми. Особливу увагу приділено аналізу Стратегії розвитку освіти України на 2021–2031 роки. Виявлено, що в умовах пандемії та цифровізації суспільства зростає значення онлайн-заходів, на яких здійснюється активне обговорення концептуальних засад реформування галузі та відкриваються нові можливості для залучення всіх зацікавлених сторін та зарубіжних експертів.

Висновки. Констатовано, що впродовж останніх років відбулося динамічне оновлення нормативно-правових засад розвитку вищої освіти; було ухвалено низку законів України та підзаконних актів, що містять нові вимоги до якості професійної підготовки майбутніх фахівців, узгоджені з європейськими стандартами. Закцентовано увагу на питанні атестації науково-педагогічних кадрів та конкретизації вимог до викладачів закладів вищої освіти. Перспективними напрямками розроблення обраної проблеми є вдосконалення систем внутрішнього забезпечення якості освіти, підготовка Закону «Про дистанційну освіту» та розроблення нормативно-правового супроводу реалізації Стратегії розвитку вищої освіти України на 2021–2031 роки.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: нормативно-правові засади, законодавча база, розвиток вищої освіти, підготовка фахівців, євроінтеграція, Болонський процес, єдиний європейський освітній простір.

ВСТУП

Постановка проблеми. Сьогодні в контексті реформотворчих процесів, спрямованих на становлення правової держави, утвердження гуманістичних цінностей, розбудову демократичного громадянського суспільства, захист стратегічних національних інтересів в умовах глобалізованого світу, увага державних та громадських структур прикута до

© Л.В. Корж-Усенко, П.Ф. Рибалко, 2021.

проблеми оновлення системи вищої освіти. Важливою запорукою успішності започаткованих в Україні перетворень є вдосконалення правового поля на основі врахування позитивного досвіду країн-членів Європейського Союзу та розроблення засобів імплементації норм чинного законодавства у практику вищої освіти нашої держави.

Історіографічний аналіз показує, що до вивчення різних аспектів стану нормативно-правової бази в галузі вищої освіти зверталися О. Автенюк, А. Білоус, Д. Ворон, В. Ворона, Л. Головій, Ю. Горобець, С. Клепко, В. Луговий, У. Парпан, Л. Прокопенко, Н. Протасова, Л. Пшенична, С. Свіжеська, М. Степко, А. Черкашин, Г. Чирва, С. Шкарлет та інші. Сучасні тенденції розвитку вищої освіти в Україні знайшли відображення в розвідках В. Андрущенка, А. Вербицької, О. Гарашук, М. Денисенко, К. Корсака, В. Кременя, В. Куценко, С. Мартиненко, С. Ніколаєнка, А. Сбруєвої, Н. Терентьєвої, М. Яструбського та інших. Успіхам та проблемам запровадження європейських стандартів у контекст вітчизняного законодавства в галузі вищої освіти, досвіду реалізації університетської автономії на прикладі провідних університетів України, значну увагу приділено у працях С. Квіта.

Мета статті – розкрити нормативно-правові засади розвитку вищої освіти України в умовах євроінтеграційних процесів та виявити перспективні напрями розроблення обраної проблеми.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Основою дослідження стали новітні нормативно-правові акти в галузі вищої освіти України, спрямовані на адаптацію вітчизняного законодавства до європейського науково-освітнього простору, історіографічний аналіз, аналіз, синтез, порівняння, узагальнення.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У розвідці представлено структуру чинної нормативно-правової бази в галузі вищої освіти України, схарактеризовано основні групи законодавчих і підзаконних актів, що мають різну юридичну силу. Узагальнено нововведення, запроваджені новим Законом України «Про вищу освіту» (2014 р.), порівняно зі старою редакцією зазначеного законодавчого акту. Розкрито особливості Закону «Про внесення змін до деяких Законів України щодо присудження наукових ступенів» (2021 р.), Національної рамки кваліфікацій (2020 р.) та професійного стандарту на групу професій «Викладачі закладів вищої освіти» (2021 р.), стратегічних документів, що визначають пріоритети розвитку освіти та локальних актів закладів вищої освіти, окреслено перспективи подальшого розроблення обраної проблеми.

ОБГОВОРЕННЯ

Передусім потрібно зазначити, що нормативно-правові засади розвитку закладів вищої освіти – це сукупність чинних нормативно-правових актів, що визначають мету, завдання, принципи, функції, правовий статус закладів вищої освіти, права та обов'язки учасників освітнього процесу тощо. Структура нормативно-правової бази у галузі вищої освіти України охоплює комплекс законів і підзаконних актів, серед яких, відповідно до ієрархії та юридичної сили документів, необхідно виокремити такі групи:

- Конституція України (1996 р.) – основний закон нашої держави, наділений найбільшою юридичною силою і є законодавчим підґрунтям для всіх інших нормативних документів;
- Закони України: «Про освіту» (2017 р.), «Про вищу освіту» (2014 р.), «Про наукову і науково-технічну діяльність» (2015 р.), що є основними в галузі вищої освіти;
- підзаконні акти органів законодавчої і виконавчої влади нашої держави (Постанови Верховної Ради України, Укази та розпорядження Президента України; Постанови та розпорядження Кабінету Міністрів України; рішення колегії, накази, листи Міністерства освіти і науки України, інших міністерств і відомств, яким підпорядковуються заклади вищої освіти; накази і розпорядження місцевих органів державної виконавчої влади), що регулюють функціонування галузі;
- міжнародні та міждержавні документи в галузі вищої освіти (угоди, меморандуми, декларації), ратифіковані Верховною Радою України;
- стратегічні документи (концепції, доктрини, декларації, програми), що визначають пріоритети розвитку освіти з урахуванням вітчизняного та європейського контекстів і мають рекомендаційний характер;
- локальні акти, ухвалені закладами вищої освіти.

Розглянемо детальніше найважливіші з перелічених груп документів, що окреслюють систему координат, в якій функціонує вища освіта України. Основним правовим джерелом законодавства в нашій державі є Конституція України, що закріплює право на освіту та гарантії свободи наукової і технічної творчості (ст. 53, 54) (Конституція, 1996). Згідно зі статтею 53 Конституції України, громадяни нашої держави мають право безоплатно здобувати вищу освіту в державних і комунальних закладах. Відповідно до статті 53 Основного закону, держава зобов'язана здійснювати забезпечення доступності вищої освіти для всіх громадян, розвиток вищої і післядипломної освіти, різних форм навчання, надання державних стипендій студентам.

Закон України «Про освіту» є базовим нормативно-правовим актом, що регулює суспільні відносини щодо навчання, виховання, професійної та загальнокультурної підготовки громадян України (ст. 2), закріплює державні гарантії щодо реалізації прав у галузі освіти, мови навчання, державних освітніх стандартів, окреслює сферу компетенцій державних органів та органів самоврядування, компетенцію і відповідальність закладів освіти, управління державними і недержавними освітніми закладами, порядок створення і регламентацію їх діяльності, контролю за якістю освіти (Про освіту, 2017).

Пріоритетним законодавчим актом у галузі вищої освіти є Закон України «Про вищу освіту», яким визначається структура вищої освіти в нашій країні, освітні та освітньо-кваліфікаційні рівні, система стандартів вищої освіти та державного контролю в зазначеній галузі, принципи управління та правовий статус закладу вищої освіти, мета й завдання діяльності, типи, порядок створення, реорганізації, ліквідації закладів вищої освіти, ліцензування освітньої діяльності, акредитації напрямів підготовки, спеціальностей закладів вищої освіти тощо. Порівняльний аналіз старої і нової редакції

засвідчує, що новий Закон України «Про вищу освіту» ґрунтується на ідеї університетської автономії та академічної свободи, передбачаючи більшу самостійність і відповідальність закладів вищої освіти в освітній, організаційній, фінансовій та економічній діяльності (право впроваджувати власні освітні та наукові програми, відкривати власні рахунки, отримувати кредити, розпоряджатися майном та землею, засновувати наукові парки та підприємства, що займаються наукою чи інноваціями), посилення студентського самоврядування. Завдяки реалізації принципу публічності кожен заклад зобов'язаний оприлюднювати на власному офіційному сайті матеріали про всі аспекти наукової, навчальної і позанавчальної діяльності, зокрема, документи про свої фінанси та майно. Замість рівнів акредитації заклади вищої освіти відтепер поділяються на такі типи: університети (універсальні заклади освіти); інститути та академії (галузеві заклади освіти); коледжі, що готують спеціалістів рівнів молодшого бакалавра або бакалавра (Про вищу освіту, 2014). Причому університети зі статусом національного або дослідницького забезпечуються гарантованим цільовим фінансуванням наукових розробок.

Зарахування до закладів вищої освіти здійснюється на підставі зовнішнього оцінювання, діє конкурентна система держзамовлення, а стипендії студентам передбачено на рівні прожиткового мінімуму. Законом закріплено зменшення навантаження на викладачів і студентів, посилено академічну мобільність викладачів та студентів, і відповідно до Болонського процесу запроваджено кредитно-модульну систему вимірювання навчального навантаження. Мовою викладання, згідно із Законом, є українська, що має статус державної, проте для підвищення міжнародної академічної мобільності заклад вищої освіти має право частину дисциплін викладати іноземними мовами, забезпечивши право здобувачів на вивчення відповідної дисципліни українською. Відтепер ректори, декани, завідувачі кафедр обираються на посади на 5 років та не зможуть їх обіймати більше, ніж два терміни. Новим законом передбачено такі рівні підготовки спеціалістів з вищою освітою: початковий (короткий цикл); перший (бакалаврський), другий (магістерський) і третій (освітньо-науковий). Відповідно замість скасованого освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста і наукового ступеня кандидата наук впроваджено п'ять ступенів вищої освіти: молодший бакалавр, бакалавр, магістр, доктор філософії / доктор мистецтва, доктор наук (Про вищу освіту, 2014). Суттєву увагу приділено академічній доброчесності, значно посилюється відповідальність за плагіат (напередодні захистів тексти дисертацій та відгуків опонентів розміщуються на офіційних сайтах закладів вищої освіти).

Окремі норми Закону України «Про вищу освіту» 2014 року було конкретизовано в новій редакції Закону України «Про наукову і науково-технічну діяльність» (2015 р.). Останній закон було розроблено для врегулювання низки проблемних питань у науковій сфері та модернізації її законодавчого забезпечення. Вкрай важливим є консолідація зусиль Верховної Ради, Кабінету Міністрів і Президента України для старту реформ у науковій сфері, які давно на часі. Ще в 1996 році скликано Всеукраїнську нараду з науки, а в 2005 році було створено спеціальну комісію з питань реформування науки на чолі з академіком НАН України Я. Яцковим і професором В. Брюховецьким. Тоді було підготовлено багато слушних пропозицій, проте їх не було реалізовано на практиці. Обговорення перетворень у галузі науки інтенсифікувалося у 2015 році за широкої участі науковців, представників академічних і галузевих інститутів, закладів вищої освіти, експертів Реанімаційного пакета реформ та громадських наукових організацій. Засідання робочої групи, створеної при Комітеті Верховної Ради з питань науки і освіти транслювати онлайн, і кожен бажаючий мав змогу відстежувати перебіг дискусій (Квіт, 2016).

Одним із найважливіших нововведень зазначеного документу є створення постійно діючого консультативно-дорадчого органу при Кабінеті Міністрів України – Національної ради України з питань розвитку науки і технологій, метою діяльності якої є розробка візії стратегічного розвитку науки в Україні та забезпечення ефективної взаємодії представників наукової громадськості, органів виконавчої влади, реального сектору економіки у формуванні та реалізації єдиної державної політики у сфері наукової і науково-технічної діяльності. Згідно з законом, Національна рада України з питань розвитку науки і технологій складається з Наукового та Адміністративного комітетів, до яких увійдуть 24 провідних науковці, які представлятимуть світову наукову спільноту, та 24 представники центральних органів виконавчої влади, Національної академії наук України та національних галузевих академій наук, обласних (міських) державних адміністрацій регіонів, на території яких зосереджено значний науковий потенціал (не нижче заступників голів державних адміністрацій), державних органів, що відповідають за наукову сферу, великих наукоємних підприємств, наукових установ, університетів, академій, інститутів та інноваційних структур (Щодо нової редакції, 2016). Згідно з положенням, передбаченими статтею 22 Закону, члени Наукового комітету обираються Ідентифікаційним комітетом з питань науки, персональний склад якого формується на конкурсній основі з вітчизняних та іноземних вчених, які мають вагомий науковий здобуток, бездоганну наукову репутацію та довіру в науковому середовищі (Про наукову, 2015).

Законом України «Про внесення змін до деяких Законів України щодо присудження наукових ступенів» (2021 р.) передбачено упорядкування рівнів освіти, правову регламентацію порядку атестації здобувачів вищої освіти, процедури присудження наукових ступенів та присвоєння вчених звань, повноважень центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки та Національного агентства із забезпечення якості освіти. Відповідні зміни внесено до Закону України «Про вищу освіту», Закону України «Про освіту», Закону України «Про наукову і науково-технічну діяльність», Закону України «Про фахову передвищу освіту» (Прийнято Закон, 2021).

Для забезпечення навчання впродовж життя та спрощення взаємовизнання кваліфікацій за рішенням Кабінету Міністрів України 2020 року Національну рамку кваліфікацій було узгоджено з відповідним європейським документом, що передбачає вісім кваліфікаційних рівнів замість одинадцяти, як було раніше. Національна рамка кваліфікацій – це системний і структурований за компетентностями опис кваліфікаційних рівнів освіти, кожен з яких характеризується сукупністю компетентностей особистості, знань, умінь, навичок та здатностей застосовувати знання (Вісім кваліфікаційних рівнів, 2020). Гармонізація з європейськими стандартами забезпечує співставність освітніх і професійних кваліфікацій, що здобуваються в Україні, із кваліфікаціями, отриманими за кордоном.

У 2021 році було затверджено професійний стандарт на групу професій «Викладачі закладів вищої освіти», що є підставою для створення посадових інструкцій і вимог до науково-педагогічних працівників, освітньо-наукових програм,

планів підвищення кваліфікації та стажування, професійного розвитку, само- та оцінювання діяльності викладачів закладів вищої освіти. При опрацюванні Стандарту з урахуванням положень Національної рамки кваліфікацій на 2016–2020 роки та Концепції розвитку педагогічної освіти (2019 р.) визначено вимоги до змісту та якості професійної діяльності, рівня освіти, кваліфікації, досвіду роботи, загальних і професійних компетентностей викладачів закладів вищої освіти, окреслено ієрархію трудових функцій науково-педагогічних працівників. Відповідно до Національного класифікатора України ДК 003:2010 «Класифікатор професій» до групи стандарту увійшли: професор; доцент; викладач закладу вищої освіти; асистент (Професійний стандарт, 2021).

Окрему групу становлять нормативно-правові акти, спрямовані на інтеграцію України до європейського освітнього і наукового простору в контексті реалізації Болонської декларації 1999 року, що зумовило необхідність ухвалення низки актів відповідно до рекомендаційних документів країн-учасників Болонського процесу. Зокрема, було ухвалено Закони України «Про ратифікацію Конвенції про визнання кваліфікацій з вищої освіти в Європейському регіоні» (1999 р.), «Про загальнодержавну програму адаптації законодавства України до законодавства Європейського Союзу» (2003 р.), оприлюднено «Програму дій щодо реалізації положень Болонської декларації в системі вищої освіти і науки України на 2004–2005 роки», відповідні накази та рішення колегії Міністерства освіти і науки України.

Необхідність зміцнення конкурентоспроможності вітчизняної вищої школи, розвиток міжнародних зв'язків та глобалізаційних процесів, посилення ділової активності населення зумовили підписання низки міжнародних документів (Болонської декларації, Угоди про асоціацію між Україною та Євросоюзом), що вимагає реформування системи вищої освіти з урахуванням споріднених правил, принципів і стандартів. Визначений на державному рівні вектор розвитку вищої освіти з орієнтацією на гуманістичні демократичні цінності західної культури посилює тенденцію до європеїзації, що є наслідком політики країн членів ЄС і кандидатів на членство щодо активізації впливу європейської інтеграції на українське суспільство. Демократизація вищої освіти, поступовий перехід до децентралізації управління, диверсифікація структури закладів вищої освіти та джерел їх фінансування, спрямованість системи вищої школи на європейські стандарти освітньої діяльності знайшли відображення в сучасній нормативно-правовій базі. Так, Законом України «Про вищу освіту» (2014 р.) упроваджується механізм залучення до процесу акредитації та оцінки якості освіти різних зацікавлених сторін, таких як «представники держави, роботодавців, їх організацій та об'єднань, професійних асоціацій, вищих навчальних закладів усіх форм власності, наукових установ, Національної академії наук України та національних галузевих академій наук, представників органів студентського самоврядування, міжнародних експертів» (ст. 17, п. 1). Становлення субсидіарності в системі акредитації передбачає делегування Міністерством освіти і науки України права розроблення стандартів вищої освіти, запровадження внутрішньої системи забезпечення якості освіти на рівні окремих закладів, яка посилює відповідальність останніх за результати таких інновацій (Свіжевська, 2015, с. 167–168).

Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом (Глава 23 «Освіта, навчання та молодь», ст. 431) передбачає активізацію співробітництва в галузі вищої освіти, спрямовану на реформування та модернізацію системи вищої освіти; сприяння зближенню у сфері вищої освіти в рамках Болонського процесу; підвищення якості та важливості вищої освіти; поглиблення співробітництва між закладами вищої освіти для розширення їх можливостей; активізацію мобільності студентів та викладачів; розширення доступу до здобуття вищої освіти (Угода, 2014). Як зазначено в Паризькому Комюніке 2018 року, до фундаментальних цінностей європейського простору вищої освіти поряд з академічною свободою і доброчесністю, участю студентів і працівників у керівництві вищою освітою, громадською відповідальністю вищої освіти включено інституційну автономію (Paris Communiqué, 2018). Причому постійне вдосконалення викладання і навчання в ЄПВО можливе за умови тісної співпраці з європейською спільнотою вищої освіти у відповідності до академічної свободи та інституційної автономії (Paris Communiqué, 2018).

Концептуально важливий документ – Стратегію розвитку вищої освіти в Україні на 2021–2031 роки, що визначає місце вищої освіти в суспільстві й економіці країни, було розроблено на виконання Указу Президента України «Про вдосконалення вищої освіти в Україні» та низки відповідних доручень Прем'єр-міністра України. Необхідність підготовки документу зумовлена розвитком технологій нового покоління, загостренням демографічних і соціальних проблем, посиленням цивілізаційних викликів і впливу глобального ринку праці та завершенням у 2021 році дії Національної стратегії розвитку освіти в Україні. Нову Стратегію підготовлено робочою групою, створеною згідно з наказом т.в.о. Міністра освіти і науки України С. Шкарлета, до якої увійшли понад 100 фахівців. Процес розробки документу з урахуванням пропозицій представників органів влади, експертного співтовариства, освітян, науковців, громадськості та бізнесу мав відкритий публічний характер, висвітлювався на офіційному сайті Міністерства освіти та науки України, в засобах масової інформації та на інтернет-порталі <http://reform.org.ua>. Проект детально розглядався на засіданнях робочих груп і підгруп у режимі відео-конференції.

Головним результатом реалізації Стратегії має бути створення ефективної системи вищої освіти, здатної забезпечити кадровий і науково-технічний супровід розвитку національної економіки, задовольнити потреби суспільства та посісти гідне місце у світовому освітньому просторі. На нашу думку, особливий інтерес у зазначеному документі викликають стратегічні й операційні цілі розвитку вищої освіти на найближче десятиліття з урахуванням національних та глобальних ризиків і викликів.

1. Покращення системи управління освітою і забезпечення автономії закладів вищої освіти, серед індикаторів реалізації якої Стратегією визначено питому вагу рішень щодо діяльності закладів вищої освіти, які пройшли громадське обговорення, кількість закладів з найвищим рівнем автономії; питома вага залучених інвестицій у розвиток закладу щодо загального фінансування; присутність університетів у світових рейтингах; середній загальноукраїнський рейтинг закладу вищої освіти в регіоні; видатки на вищу освіту у % валовому внутрішньому продукті; обсяг фінансування закладів вищої освіти з розрахунку на одного студента та викладача; питома вага студентів, які навчаються коштом фізичних та юридичних осіб тощо.

2. Забезпечення збалансованості ринку праці фахівців з вищою освітою, індикаторами якої є: питома вага випускників закладів вищої освіти, які отримали перше місце роботи відповідно до освітньої програми; навантаження на

одну вакансію у розрізі професій за регіонами; кількість проєктів публічно-приватного партнерства у сфері вищої освіти; питома вага практичної підготовки здобувачів вищої освіти на підприємствах щодо обсягу навчального навантаження; кількість укладених контрактів між закладами вищої освіти та роботодавцями на підготовку фахівців; питома вага годин навчального плану, проведених представниками бізнесу, роботодавцями тощо (Стратегія, 2020, с. 39–43).

3. Забезпечення якості й доступності вищої освіти для різних верств населення відповідно до таких індикаторів: частка оновлених державних стандартів підготовки фахівців; кількість сертифікатних програм та відкритих кваліфікаційних центрів; зменшення кількості абітурієнтів, які виїжджають на навчання за кордон; кількість звернень закладів вищої освіти до незалежних центрів оцінювання якості освіти; місце України у Глобальному Індексі Конкурентоспроможності, у рейтингах національних систем вищої освіти та університетів (ARWU, THE, QS, U21); обсяг освітніх програм, акредитованих авторитетними закордонними організаціями (членами Європейської асоціації із забезпечення якості вищої освіти, Європейського реєстру забезпечення якості вищої освіти та міжнародними професійними асоціаціями); задоволеність студентів якістю та рівнем організацією освітнього процесу (за матеріалами соціологічних досліджень); рівень працевлаштування випускників; питома вага закладів вищої освіти, де виявлено корупційні правопорушення; питома частка вступників, які успішно склали ЗНО; рівень «відсіву» студентів за неуспішністю; кількість спільних програм підготовки (центрів професійної орієнтації закладів вищої освіти і закладів середньої, середньої професійної та передвищої освіти), кількість студентів з особливими потребами та із соціально-вразливих категорій населення; кількість освітніх програм закладів вищої освіти з версіями для дистанційного навчання; кількість випускників, які навчалися за дистанційною формою.

4. Інтеграція науки, освіти та бізнесу для забезпечення економічного зростання країни, згідно з такими індикаторами: кількість створених на базі закладів вищої освіти центрів інновацій; обсяг реалізованих за участі закладів вищої освіти інноваційних проєктів; обсяг державного фінансування наукових проєктів, грантових і стипендіальних програм; обсяг замовлень від суб'єктів господарювання; кількість патентів, отриманих викладачами; обсяг коштів, отриманих закладами вищої освіти від реалізації прав інтелектуальної власності, кількість створених спільних навчально-наукових закладів (спільно з академічними установами за участі закладів вищої освіти) та міжуніверситетських наукових проєктів; кількість дослідних університетів; кількість та позиції українських закладів вищої освіти, представлених у світових університетських рейтингах, питома вага закладів вищої освіти – учасників регіональних кластерів Індустрії 4.0; кількість науково-технологічних платформ; питома вага закладів вищої освіти, що відкрили філії кафедр (чи лабораторій) на базі суб'єктів господарювання (Стратегія, 2020, с. 43–47).

5. Розвиток кадрового потенціалу закладів вищої освіти передбачає такі основні індикатори: співвідношення середньої заробітної плати викладачів до середньої в регіоні не менше 200 %; кількість здобувачів третього, науково-освітнього рівнів та наукового рівня; питома частка молодих викладачів-учених у закладах вищої освіти.

6. Розвиток системи безперервної освіти та навчання впродовж життя, що визначається індикаторами: кількість студентів закладів вищої освіти, які здобули другу вищу, професійну, післядипломну освіту; кількість студентів, які здійснили підвищення кваліфікації, враховуючи неформальну та інформальну освіту.

7. Інтеграція в європейський і світовий освітній простір з урахуванням національних інтересів зорієнтована на такі індикатори: кількість країн світу, що визнають дипломи українських закладів вищої освіти про вищу освіту; кількість і позиції українських закладів вищої освіти у світових рейтингах університетів, кількість освітніх програм з подвійних дипломів; кількість українських викладачів, залучених до міжнародних досліджень; обсяг міжнародних грантів, отриманих закладом вищої освіти; кількість міжнародних наукових конференцій, індексованих у міжнародних наукометричних базах, кількість іноземних студентів та закордонних представництв, філій українських закладів вищої освіти.

Порівняльний аналіз показує, що на відміну від попередніх стратегічних документів, передбачається оприлюднення звітів про результативність реалізації Стратегії на офіційному сайті МОН України, посилання на звіти на сторінках МОН України у соціальних та професійних мережах. На сайті reforms.org.ua запроваджено форму зворотного зв'язку для громадського обговорення результативності реалізації Стратегії та пропозицій щодо внесення змін до Стратегії (Стратегія, 2020, с. 62).

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ.

Отже, впродовж останніх років відбулося динамічне вдосконалення нормативно-правових засад розвитку вищої освіти, ухвалення низки законів України та підзаконних актів, що передбачають відповідність вимог до якості професійної підготовки майбутніх фахівців європейським стандартам. Підтверджено, що в умовах пандемії та цифровізації суспільства зростає значення онлайн-заходів, на яких здійснюється обговорення концептуальних документів, спрямованих на реформування галузі, що відкривають нові можливості для залучення всіх зацікавлених сторін та зарубіжних експертів. Перспективними напрямками розроблення обраної проблеми вважаємо вдосконалення правового поля системи внутрішнього забезпечення якості освіти, підготовка Закону «Про дистанційну освіту», що є винятково актуальним в сучасних умовах, та розроблення нормативно-правового супроводу реалізації Стратегії розвитку вищої освіти України на 2021–2031 роки, що визначає вектори освітнього розвитку галузі на найближче десятиліття.

Список використаних джерел

1. Вісім кваліфікаційних рівнів замість одинадцяти: уряд прийняв національну рамку кваліфікацій. *Міністерство освіти і науки України* : офіційний веб-сайт. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/visim-kvalifikacijnih-rivniv-zamist-odinadcyati-uryad-prijnyav-nacionalnu-ramku-kvalifikacij> (дата звернення: 04.04.2021).
2. Квіт С. Наукове поле країни стане єдиним. *Міністерство освіти і науки України*: офіційний веб-сайт. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/usi-novivni-novini-2016-01-20-sergij-kvit-%C2%ABnaukove-pole-krayini-stane-edinim%C2%BB> (дата звернення: 08.04.2021).

3. Конституція України / Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1996, № 30, ст. 141. Редакція 01.01.2020. *Законодавство України* : база даних / Верховна рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 05.04.2021).
4. Прийнято Закон «Про внесення змін до деяких Законів України щодо присудження наукових ступенів». *Верховна Рада України* : офіційний веб-портал парламенту України. URL: <https://www.rada.gov.ua/news/Povidomlennya/205872.html> (дата звернення: 07.04.2021).
5. Про вищу освіту : Закон України від 01.07.2014 р. № 1556-VII. *Законодавство України* : база даних / Верховна рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text> (дата звернення: 06.04.2021).
6. Про наукову і науково-технічну діяльність : Закон України від 26.11.2015 р. № 848-VIII. *Законодавство України* : база даних / Верховна рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-19#Text> (дата звернення: 09.04.2021).
7. Про освіту : Закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII. *Законодавство України* : база даних / Верховна рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (дата звернення: 07.04.2021).
8. Професійний стандарт на групу професій «Викладачі закладів вищої освіти» : Наказ Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільськогосподарства від 23.03.2021 р. № 610. *Міністерство освіти і науки України* : офіційний веб-сайт. URL: https://mon.gov.ua/storage/app/media/pto/standarty/2021/03/25/Standart%20na%20hrupu%20profesiy_Vykladachi%20zakladiv%20vyshchoyi%20osvity_25.03.pdf (дата звернення: 07.04.2021).
9. Свіжєвська С. А. Розвиток системи акредитації у вищій освіті України (кінець XX – початок XXI ст.) : дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Інститут вищої освіти НАПН України. Київ, 2015. 320 с
10. Стратегія розвитку вищої освіти в Україні на 2021–2031 роки. Київ, 2020. 71 с. URL: http://www.reform.org.ua/proj_edu_strategy_2021-2031.pdf (дата звернення: 08.04.2021).
11. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами членами, з іншої сторони, 2014 р.. *Законодавство України* : база даних / Верховна рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#Text (дата звернення: 09.04.2021).
12. Щодо нової редакції Закону України «Про наукову і науково-технічну діяльність» : лист Міністерства освіти і науки України від 19.01.2016 р. № 1/11-36. *Освіта.ua* : офіційний сайт освітнього порталу. URL: https://osvita.ua/legislation/Vishya_osvita/49484/ (дата звернення: 08.04.2021).
13. Paris Communiqué, Paris, May 25th 2018 / Паризьке комюніке, Париж, 25 травня 2018 р. *Міністерство освіти і науки України* : офіційний веб-сайт. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/news/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B8/2018/06/06/12/paris-communiqueenua2018.pdf> (дата звернення: 09.04.2021).

References

1. Visim kvalifikatsiinykh rivniv zamist odynadtsiaty: uriad pryiniav natsionalnu ramku kvalifikatsii [Eight qualification levels instead of eleven: the government has adopted a national qualifications framework]. *Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy: ofitsiyniy veb-sait*. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/ua/news/visim-kvalifikatsiinykh-rivniv-zamist-odinadtsyati-uryad-prijnyav-natsionalnu-ramku-kvalifikatsiy> (access date: 04.04.2021) [in Ukrainian].
2. Kvit S. Naukove pole krainy stane yedynym [The scientific field of the country will be unique]. *Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy: ofitsiyniy veb-sait*. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/ua/news/usi-novivni-novini-2016-01-20-sergij-kvit-%C2%ABnaukove-pole-krainy-stane-edynim%C2%BB> (access date: 08.04.2021) [in Ukrainian].
3. Konstytutsiia Ukrainy [Constitution of Ukraine] / Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy (VVR), 1996, № 30, st. 141. Redaktsiia 01.01.2020. *Zakonodavstvo Ukrainy*: baza danykh / Verkhovna rada Ukrainy. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80#Text> (access date: 05.04.2021) [in Ukrainian].
4. Pryiniato Zakon «Pro vnesennia zmin do deiakykh Zakoniv Ukrainy shchodo prysudzhennia naukovykh stupeniv» [The Law "On Amendments to Certain Laws of Ukraine Concerning Awarding of Scientific Degrees" was adopted]. *Verkhovna Rada Ukrainy: ofitsiyniy veb-portal parlamentu Ukrainy*. Retrieved from: <https://www.rada.gov.ua/news/Povidomlennya/205872.html> (access date: 07.04.2021) [in Ukrainian].
5. Pro vyshchu osvitu: Zakon Ukrainy vid 01.07.2014 r. № 1556-VII [On higher education: Law of Ukraine of 01.07.2014 № 1556-VII]. *Zakonodavstvo Ukrainy*: baza danykh / Verkhovna rada Ukrainy. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text> (access date: 06.04.2021) [in Ukrainian].
6. Pro naukovu i naukovo-tekhnichnu diialnist: Zakon Ukrainy vid 26.11.2015 r. № 848-VIII [On scientific and scientific-technical activity: Law of Ukraine of November 26, 2015 № 848-VIII]. *Zakonodavstvo Ukrainy*: baza danykh / Verkhovna rada Ukrainy. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-19#Text> (access date: 09.04.2021) [in Ukrainian].
7. Pro osvitu: Zakon Ukrainy vid 05.09.2017 r. № 2145-VIII [On education: Law of Ukraine of 05.09.2017 № 2145-VIII]. *Zakonodavstvo Ukrainy*: baza danykh / Verkhovna rada Ukrainy. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (access date: 07.04.2021) [in Ukrainian].
8. Profesiyniy standart na hrupu profesii «Vykladachi zakladiv vyshchoi osvity» : Nakaz Ministerstva rozvytku ekonomiky, torhivli ta silskoho hospodarstva vid 23.03.2021 r. № 610 [Professional standard for the group of professions "Teachers of higher education institutions": Order of the Ministry of Economic Development, Trade and Agriculture of 23.03.2021 № 610]. *Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy: ofitsiyniy veb-sait*. Retrieved from: https://mon.gov.ua/storage/app/media/pto/standarty/2021/03/25/Standart%20na%20hrupu%20profesiy_Vykladachi%20zakladiv%20vyshchoyi%20osvity_25.03.pdf (access date: 07.04.2021) [in Ukrainian].
9. Svizhevska, S. A. (2015). Rozvytok systemy akredytatsii u vyshchii osviti Ukrainy (kinets XX – pochatok XXI st.) [Development of the accreditation system in higher education of Ukraine (late XX – early XXI century)]. *Candidate's thesis*. Kyiv: Instytut vyshchoi osvity NAPN Ukrainy [in Ukrainian].

10. Stratehiia rozvytku vyshchoi osvity v Ukraini na 2021–2031 roky [Strategy for higher education development in Ukraine for 2021–2031] (2020). Kyiv. Retrieved from: http://www.reform.org.ua/proj_edu_strategy_2021-2031.pdf (access date: 08.04.2021) [in Ukrainian].
11. Uhoda pro asotsiatsiiu mizh Ukrainoiu, z odniiei storony, ta Yevropeiskym Soiuzom, Yevropeiskym spivtovarystvom z atomnoi enerhii i yikhnimy derzhavamy chlenamy, z inshoi storony, 2014 r. [Association Agreement between Ukraine, of the one part, and the European Union, the European Atomic Energy Community and their Member States, of the other part, 2014]. *Zakonodavstvo Ukrainy*: baza danykh / Verkhovna rada Ukrainy. Retrieved from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#Text (access date: 09.04.2021) [in Ukrainian].
12. Shchodo novoi redaktsii Zakonu Ukrainy «Pro naukovu i nauково-tekhnichnu diialnist»: lyst Ministerstva osvity i nauky Ukrainy vid 19.01.2016 r. № 1/11-36 [Regarding the new version of the Law of Ukraine "On scientific and scientific-technical activities": letter of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated 19.01.2016 № 1/11-36]. *Osvita.ua*: ofitsiyni sait osvitho portalu. Retrieved from: https://osvita.ua/legislation/Vishya_osvita/49484/ (access date: 08.04.2021) [in Ukrainian].
13. Paris Communiqué, Paris, May 25th 2018. *Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy*: ofitsiyni veb-sait. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/news/%D0%9D%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B8/2018/06/06/12/paris-communiquenua2018.pdf> (access date: 09.04.2021).

NORMATIVE-LEGAL FOUNDATIONS OF HIGHER EDUCATION DEVELOPMENT IN UKRAINE IN THE CONDITIONS OF EUROPEAN INTEGRATION

Larysa Korzh-Usenko, Petro Rybalko

Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko, Ukraine

Abstract.

Formulation of the problem. Identifying positive features and shortcomings of the normative-legal framework of the higher education in Ukraine, taking into account the experience of the developed European countries, is an important prerequisite for the success of the initiated transformations in the context of building a democratic legal society.

Materials and methods. The study was based on the latest regulations in the field of higher education in Ukraine, aimed at adapting domestic legislation to the European research and educational area. To achieve this goal, the methods of the theoretical level of scientific knowledge were used: historiographical analysis, comparison, analysis, synthesis, generalization.

Results. The structure of the current normative-legal framework in the field of higher education in Ukraine is presented, the main groups of laws and regulations that have different legal force are characterized. The innovations introduced by the new Law of Ukraine "On Higher Education" (2014) are summarized in comparison with the old version of this legislative act. The article reveals the peculiarities of the Law "On Amendments to Some Laws of Ukraine on Awarding Scientific Degrees" (2021), the National Qualifications Framework (2020) and the Professional Standard for the Group of Professions "Teachers of Higher Education Institutions" (2021), strategic documents, which determine the priorities of education development and local acts of higher education institutions. The prospects for further development of the selected problem are outlined. Particular attention is paid to the analysis of the Education Development Strategy of Ukraine for 2021-2031. It is revealed that in the conditions of pandemic and digitalization of the society the importance of online events is growing, where the conceptual foundations of reforming the industry are actively discussed and new opportunities are opened for involving all stakeholders and foreign experts.

Conclusions. It is stated that in recent years there has been a dynamic improvement of the normative-legal framework for the higher education development, a number of laws of Ukraine and bylaws have been adopted that contain requirements for the quality of training of future specialists in line with European standards. Emphasis is placed on the issue of certification of scientific and pedagogical staff and specification of requirements for teachers of higher education institutions. Promising areas for the development of the selected issue are improvement of internal systems of the education quality assurance, creation of the Law "On Distance Education" and development of the regulatory support for the implementation of the Education Development Strategy in Ukraine for 2021-2031.

Key words: normative-legal foundations, legal framework, development of higher education, specialists training, European integration, Bologna process, European education area.



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



Краснобокий Ю.М., Ткаченко І.А., Ільницька К.С. Методичні особливості використання системно-інтегративного підходу до викладання окремих тем фундаментальних наук. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 3(29). С. 81-92.

Krasnobokij Yu., Tkachenko I., Ilnitskaja K. Methodological features of using a system-integrative approach to teaching certain topics of the fundamental sciences. Physical and Mathematical Education. 2021. Issue 3(29). P. 81-92.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-029-3-013

УДК 378.018.8:373.5.011.3-051:5

Ю.М. Краснобокий

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, Україна
 ymk201113@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2103-9978

І.А. Ткаченко

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, Україна
 tkachenko.igor1071@gmail.com

ORCID: 0000-0003-1775-1110

К.С. Ільницька

Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини, Україна
 ilnitskaja@udpu.edu.ua

ORCID: 0000-0002-6179-5543

МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМНО-ІНТЕГРАТИВНОГО ПІДХОДУ ДО ВИКЛАДАННЯ ОКРЕМИХ ТЕМ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ НАУК

АНОТАЦІЯ

Стаття присвячена можливостям впровадження системно-інтегративного підходу до підготовки учителів-магістрів у процесі опанування ними циклу фундаментальних наук (фізики, астрономії, астрофізики, космології, космогонії, хімії).

Формулювання проблеми. Обґрунтувати можливість одного з варіантів системно-інтегративного підходу щодо структурування і вивчення навчального матеріалу про фундаментальні взаємодії в природі і сучасний стан процесу об'єднання теорій, що їх описують.

Матеріали і методи. У якості методів дослідження використовувалися комплексний аналіз науково-методичних джерел, в яких репрезентується системно-інтегративний підхід до вирішення педагогічних проблем, та синтез відповідних результатів досліджень, опублікованих у науково-педагогічних виданнях, з результатами авторських наробок щодо експериментального їх впровадження в освітню практику. Інтегративність змісту матеріалу про фундаментальні взаємодії в природі пропонується викладати послідовно у формі трьох підтем (питань). Спершу розглядається природа всіх фундаментальних взаємодій, їх загальна характеристика, порівняльні дані за величиною чисельних значень, формули безрозмірних світових констант, що описують ці взаємодії, прояв фундаментальних взаємодій (сил) у фізиці, астрономії, хімії тощо. Наступний етап полягає у визначенні впливу зміни чисельних значень світових констант на еволюцію Всесвіту. Після цього на якісному рівні розглядаються сучасні теорії, які намагаються об'єднати в єдину систему (наукову картину світу) всі фундаментальні взаємодії.

Результати. Внаслідок проведеного дослідження з'ясовано, що можливості інтегративного вивчення матеріалу про фундаментальні взаємодії у природі, підкреслюють їх фундаментальні протилежні властивості (далекодіючий характер гравітаційної і електромагнітної взаємодій та близькодіючий – слабкої і сильної), які в поєднанні й визначають структурну єдність і еволюцію нашого Всесвіту, можливість існування множинності інших всесвітів, властивість невичерпного «дроблення» матерії на все менші і менші частинки, підтверджуючи тим самим діалектику єдності і боротьби протилежностей.

Висновок. Системно-інтегративний підхід до вивчення фундаментальних взаємодій у природі дає можливість інтерпретувати фундаментальне значення різниці між далекодіючими і близькодіючими силами природи: з одного боку – взаємодії необмеженого радіуса дії (гравітація і електромагнетизм), а з іншого – малого радіуса (сильна і слабка). Цим й демонструється, що світ природних процесів розгортається в межах цих двох полярностей і разом з тим втілює єдність гранично малого і безмежно великого – мікросвіту і мегасвіту, елементарної частинки і всього Всесвіту. Іншими словами – опис природи пролягає між двома протилежними картинами. У цьому «серединному» описі фізичні закони призводять до нової форми пізнання, яка виражається ймовірнісними уявленнями. Тобто, будучи пов'язаними з динамічною нестійкістю природних систем (як мікро- так і макроскопічних), закони природи оперують лише з можливістю подій, а не роблять окремі події наперед передбачуваними.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: інтеграція, наукова картина світу, фундаментальні взаємодії, світові константи, теорії об'єднання.

ВСТУП

Постановка проблеми. Освітньо-професійна програма (ОПП) з підготовки майбутніх учителів-магістрів до викладання основ природничих наук включає, зокрема, такі навчальні дисципліни як «Загальний курс фізики», «Теоретична фізика», «Астрономія», «Теоретична астрофізика», «Основи космології та космогонії», «Хімія» тощо.

Орієнтуючись на нинішні тенденції щодо спрямування освітнього процесу на формування у суб'єктів навчання цілісного образу оточуючого світу, методисти все частіше звертають увагу на розробку інтегративних підходів до побудови різних моделей навчальної діяльності (Мартинюк & Декарчук, 2013).

Спираючись на системний підхід, «цілісний образ світу» у сучасній термінології втілюється у концепції «сучасної наукової картини світу», яка розглядається як платформа для інтеграційних процесів в освіті (Арцишевський & Шоломицька, 2004). Одним з визначень наукової картини світу (НКС) є її розуміння як найвищого рівня узагальнення і систематизації всієї сукупності знань, накопичених людством у процесі його історичного розвитку (Краснобокий & Ткаченко, 2019; Краснобокий & Ткаченко, 2020). Іншими словами, НКС можна розглядати як універсальну, складну, ієрархічну систему, яка, згідно системного аналізу, складається з підсистем і елементів – взаємозалежних і певним чином взаємодіючих між собою як у рамках конкретної підсистеми, так і з елементами інших підсистем (Ткаченко & Краснобокий, 2020).

Підсистемами універсальної НКС (УНКС) є загальнонаукові картини світу (ЗНКС), у яких акумулюються (об'єднуються) знання з наук (навчальних дисциплін) за спорідненими або близькими предметами дослідження (вивчення), наприклад: природничо-наукова картина світу (ПНКС), суспільно-політична картина світу (СПКС), геолого-географічна картина світу (ГГКС), мовно-демографічна картина світу (МДКС), інформаційно-синергетична картина світу (ІСКС) та ін. Можна вважати, що підсистеми УНКС, тобто ЗНКС, у свою чергу складаються з елементів – конкретно-наукових картин світу (КНКС), тобто картин світу конкретних наук (дисциплін) (Арцишевський & Шоломицька, 2004; Краснобокий & Ткаченко, 2020; Краснобокий, Ткаченко & Декарчук, 2020;). Наприклад, ПНКС складається з низки фізичних, біологічних, хімічних наук, у рамках яких формуються відповідно фізична, біологічна та хімічна картини світу (Краснобокий & Ткаченко, 2019).

Оскільки перераховані вище в ОПП науки описують явища і процеси в неживій природі, ми виокремлюємо з ПНКС один її елемент – фізичну картину світу (ФКС), і намагаємося представити спосіб інтегрованого вивчення матеріалу навчальних дисциплін, які є формою імплементації перерахованих вище фундаментальних наук в освітній процес підготовки майбутніх учителів природознавства, зокрема й фізики. Виклад матеріалу здійснюється шляхом формулювання проблем сучасної фізичної науки і можливих шляхів їх вирішення.

Разом з цим намагаємося досягти усвідомлення студентами того факту, що у процесі руху шляхом пізнання світу все більше виникає питань і все важче на них відповідати. Так, наприклад, у неживій природі постійно відкриваються все нові і нові субатомні частинки, і багато деталей їх поведінки поки що залишаються незрозумілими.

Використовуючи методичні прийоми трансдисциплінарності щодо ознайомлення студентів з явищами у простих системах і взаємодіях, які їх супроводжують, виокремлюємо загальні правила, яким вони підкоряються, з'ясовуємо область їх застосовності та можливість їх екстраполяції на більш складні системи.

Інтегруючи таким чином навчальний матеріал з фізики, астрономії, астрофізики, космології, космогонії, намагаємося сформувати у студентів уявлення про величезний і складний Всесвіт у вигляді сукупності невеликого числа елементарних частинок, які можуть взаємодіяти лише кількома способами і підкорятися невеликій кількості фундаментальних законів.

Таким матеріалом, який в тій чи тій мірі передбачається у циклі дисциплін фундаментальної підготовки (ФП) магістрів природознавства і дозволяє інтегративний підхід до його розгляду, є проблема створення сучасних теорій, які розкривають з позицій квантово-релятивістських уявлень сутність і основи єдності чотирьох основних фундаментальних взаємодій у природі (Ткаченко & Краснобокий, 2017; Ткаченко & Краснобокий, 2019). У порядку зростання їх інтенсивності ці взаємодії представляються наступним чином: гравітаційна, слабка, електромагнітна, сильна.

Сучасна наука вважає, що властивості матерії в масштабах від атомів до зірок визначаються цими взаємодіями, що саме ці взаємодії в кінцевому рахунку відповідають за всі зміни в природі, саме вони є джерелом всіх перетворень матеріальних тіл і процесів (Розенталь, 1980). Теоретична і експериментальна розробка цієї проблематики на даний час є переднім краєм фундаментальної науки, що актуалізує її вивчення в закладах освіти. Це й спонукало авторів до пошуку можливих варіантів інтегрованої подачі цього матеріалу.

Аналіз актуальних досліджень. Проблема інтеграції наук і їх імплементації у навчальні дисципліни не є зовсім новою. Давно вже склалися такі науки як астрофізика, біофізика, фізична хімія, агрофізика, біомеханіка та ін., а відповідні навчальні предмети твердо посіли свої місця в навчальних планах і логічно вписалися в систему підготовки відповідних спеціалістів. Проте, проблеми пошуку шляхів методико-методологічного удосконалення змісту навчання що у ЗВО, що у школах відносяться до таких, які постійно залишаються актуальними, насамперед у зв'язку з постійним накопиченням нової інформації і динамікою змін соціального досвіду, які і є глобальним джерелом змісту освіти.

За сучасних умов багатоканальності інформації особливого значення набуває інтегративний зміст підручників з точних (фундаментальних) наук, у яких має відображатися освітня галузь «Природознавство». Із пасивного носія інформації такий підручник перетворюється в активну дидактичну систему, яка сприяє формуванню природничо-наукового стилю мислення, специфічної термінології, уніфікованих наукових конструкцій та забезпечує студенту можливість самоконтролю набутих знань.

Розробці загальних питань інтеграційних процесів в освіті, і зокрема у природничо-науковій, присвячені роботи як вітчизняних (С. Гончаренко, К. Гуз, В. Ільченко, О. Ляшенко, М. Мартинюк), так і зарубіжних (І. Александрова, А. Гуревич, В. Разумовський) педагогів. Теорію і практику наповнення структурних побудов шкільних курсів фізики і астрономії розробляли О. Бугайов, С. Гончаренко, Ю. Дік, І. Климишин, К. Краєвич, І. Крячко, М. Мартинюк, Л. Резніков та ін.

Концептуальні основи інтеграції змісту природничо-наукової освіти представлені в роботах М. Арцишевської (Арцишевська, 2000), Т. Засекиної (Засекина, 2011), В. Ільченко, К. Гуз (Ільченко & Гуз, 2002), М. Мартинюка (Мартинюк, 2013), А. Суханова, О. Голубевої (Суханов & Голубева, 2011) та ін.

Методико-методологічні засади впровадження моделей інтегрованого навчання на даний час розробляються М. Арцишевською (Арцишевська, 1988), Ю. Бекетовим (Бекетов, 2014), М. Мартинюком (Мартинюк, 1988), а також авторами даної статті (Краснобокий, Ткаченко & Ільницька, 2018; Ткаченко & Краснобокий, 2017; Ткаченко & Краснобокий, 2019; Ткаченко & Краснобокий, 2020).

Проблемам методичного забезпечення системи інтегрованого навчання (зокрема змісту відповідних підручників) присвячені роботи Т. Засекиної (Засекина, 2011), В. Ільченко, К. Гуз (Ільченко & Гуз, 2002), Т. Типовця (Типовець, 2012), авторські роботи (Краснобокий & Ткаченко, 2018; Ткаченко & Краснобокий, 2019).

Сучасна освіта орієнтується на комплексні підходи щодо організації діяльності всіх її ланок – інформаційний, синергетичний, системний. За цього вважається, що однією з найважливіших засад, провідною тенденцією подальшого розвитку освіти і ядром її інтеграції має стати формування сучасної НКС. Оскільки лише на цій основі можливе науково обґрунтоване моделювання змісту сучасної освіти (Арцишевський & Шоломицька, 2004), то ця вимога висуває насамперед потребу у науково-теоретичній розробці структури самої НКС.

Ці проблеми знаходять своє відображення у дослідженнях низки вчених – педагогів, філософів, суспільствознавців тощо. До таких досліджень можна віднести роботи А. Аверьянова (Аверьянов, 1985), Р. Арцишевського, Т. Шоломицької (Арцишевський & Шоломицька, 2004), В. Литавар (Литавар, 2012), Г. Рузавіна (Рузавин, 1988) та роботи авторів (Краснобокий & Ткаченко, 2019; Краснобокий & Ткаченко, 2020; Краснобокий & Ткаченко, 2019; Краснобокий, Ткаченко & Декарчук, 2020; Ткаченко & Краснобокий, 2019; Ткаченко & Краснобокий, 2020). У цих роботах розкриваються системний аналіз, синергетичний та інформаційний підходи і їх інтеграція в процесі формування ПНКС.

Метою пропонованої статті є спроба продемонструвати можливість інтеграції навчального матеріалу з циклу фундаментальних дисциплін на прикладі формування і розвитку теорій фундаментальних взаємодій у природі та їх об'єднання в єдину НКС.

Об'єкт дослідження складає освітній процес з підготовки майбутніх учителів природничих наук.

Предмет дослідження: методика вивчення фундаментальних взаємодій у природі.

Оскільки єдність, яка виявляється за системно-інтегративного підходу до науки полягає у встановленні зв'язків і відношень між різними за складністю організаціями, рівнем пізнання і цілісністю охоплення концептуальними системами, за допомогою яких саме й відображається накопичення і розвиток нашого знання про природу у формі НКС, то саме такий підхід було обрано для дослідження проблематики статті. Він полягав у застосуванні методів аналізу і синтезу результатів відповідних публікацій у науково-педагогічних виданнях та авторських наробок з експериментального їх впровадження в освітню практику.

Завдання статті:

- обґрунтувати системно-інтегративний підхід до вивчення матеріалу про фундаментальні взаємодії в природі;
- сформулювати концептуальні засади, на яких ґрунтуються сучасні уявлення про структуру і єдність Всесвіту;
- описати якісну характеристику фундаментальних взаємодій між структурними елементами матеріального світу;
- здійснити напівкількісний порівняльний аналіз фундаментальних взаємодій та з'ясувати вплив можливих змін числових значень констант, які їх описують, на еволюцію Всесвіту;
- здійснити якісний огляд процесу формування та сучасного стану теорій, які намагаються об'єднати всі фундаментальні взаємодії в єдину систему (НКС).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналіз програм перерахованих навчальних дисциплін дозволяє сформулювати кілька методологічних концептів, які ми покладаємо в основу інтеграції відповідного матеріалу, а саме:

- існує об'єктивний фізичний світ до і незалежно від людини і її свідомості;
- сучасна фізична наука постулює наявність трьох якісно відмінних структурних рівнів світу фізичних елементів: мікро-, макро- і мегарівнів;
- визнання схеми ієрархічної ступінчастої будови матерії, яка пов'язана з визнанням існування відносно самостійних і стійких рівнів, «вузлових точок» у ланцюзі ділення матерії; згідно з цією схемою дискретні об'єкти певного рівня матерії, вступаючи у специфічні взаємодії, слугують вихідними (початковими, первинними) для утворення і розвитку принципово нових типів об'єктів з іншими властивостями і формами взаємодії;
- у процесі еволюції число взаємопов'язаних рівнів матерії зростає, а її об'єкти стають все більш багаторівневими; об'єкти кожного наступного рівня виникають і розвиваються в результаті інтеграції (об'єднання) і диференціації певних множин об'єктів попереднього рівня;
- структура процесу пізнання не є незмінною – якісному різноманіттю природи повинне відповідати й різноманіття способів її пізнання;
- фізична теорія повинна містити в собі не лише засоби для опису поведінки пізнаваних об'єктів, але й засоби для опису умов пізнання;
- основою пізнання є експеримент – безпосередня матеріальна взаємодія між засобами дослідження суб'єкта і об'єктом.

Створення теоретичних моделей об'єднання фундаментальних взаємодій базується на пошуках їх спільної сутності. З'ясувалося, що спільним для них є наявність певного *посередника*, через який передається відповідна взаємодія, – «поля». З розвитком квантової механіки, у світлі квантово-хвильового дуалізму будь-яке силове поле не є неперервним, а має дискретну структуру. Тобто, кожному полю мають відповідати певні частинки – *кванти* цього поля, а до багатьох

теорій, які описують ці поля (взаємодії), входять так звані фундаментальні («світлові константи»), числові значення яких відображають структурність теперішнього стану Всесвіту.

Вивчення конкретних властивостей та закономірностей цих полів і частинок – носіїв фундаментальних взаємодій – складає основне завдання сучасних наук природничого циклу.

У процесі викладання відповідного матеріалу навчальних дисциплін названого циклу, спочатку робимо якісний огляд теорій, що описують фундаментальні взаємодії, і намагаємося надавати йому інтегративного характеру.

Наприклад, за розгляду *гравітаційної взаємодії* (як у фізиці, так і в астрономії, астрофізиці тощо) звертається увага на її особливості – малу інтенсивність і універсальність. Перша особливість підкріплюється порівнянням, що гравітаційна взаємодія приблизно в 10^{39} разів менша від сили взаємодії електричних зарядів. Тобто, якщо б розміри атома водню визначалися гравітацією, а не взаємодією між електричними зарядами, то радіус найближчої до ядра орбіти електрона перевершував би радіус доступної для спостереження частини Всесвіту – 10^{26} м.

Універсальність же гравітації виявляється в тому, що вона є далекодіючою силою природи. Це означає, що хоч інтенсивність гравітаційної взаємодії зменшується з відстанню (пропорційно $1/r^2$), вона поширюється в просторі і може відчуватися на досить віддалених від джерела тілах. В астрономічному масштабі гравітаційна взаємодія відіграє вирішальну роль. Завдяки далекодії гравітація забезпечує цілісність Всесвіту: вона утримує планети на орбітах, зорі в галактиках, галактики в скупченнях, скупчення в Метагалактиці (Мизнер & Торн, 1977; Уилер, 1962).

Що ж до природи гравітаційної взаємодії, то поки що послідовної квантової теорії гравітації не створено. Проте, згідно із загальними сучасними теоретико-фізичними уявленнями гравітаційна взаємодія має підкорятися квантовим законам, як і інші взаємодії. Тобто, їй має відповідати гравітаційне поле з квантом гравітації – *гравітоном* (нейтральною частинкою з відсутністю маси спокою і спіном, рівним 2) (Бронников & Рубин, 2010).

Квантування гравітації підводить до уявлення про дискретність властивостей простору-часу, понять елементарної довжини (кванта простору $r \approx 10^{-35}$ м) і елементарного часового інтервалу (кванта часу $t \approx 10^{-44}$ с) (Григорьев, 1987).

За розгляду *електромагнітної взаємодії* теж звертаємо увагу на її специфіку. За величиною електричні сили набагато перевершують гравітаційні, тому, коли вони діють між тілами навіть звичайних розмірів, їх можна легко виявити і вивчати. Тривалий час електричні і магнітні явища розглядалися і вивчалися незалежно. І лише в середині XIX ст., як відомо, Дж. К. Максвелл об'єднав вчення про електрику і магнетизм у єдину теорію електромагнітного поля.

Електромагнітна взаємодія відрізняється від гравітаційної ще й тим, що коли всі матеріальні частинки створюють гравітаційне поле, то з електромагнітним полем зв'язані переважно заряджені частинки. Як і електричні заряди, однойменні магнітні полюси відштовхуються, а різнойменні – притягуються. Проте, на відміну від електричних зарядів, магнітні полюси зустрічаються не окремо, а парами – «північний» полюс, «південний» полюс. Можливість існування окремого магнітного полюса – «*монополя*» – це ще одна загадка природи (Найдыш, 2004).

Електромагнітна взаємодія (як і гравітаційна) – далекодіюча; як і гравітація – підкоряється закону $1/r^2$. Вона проявляється на всіх рівнях матерії – в мегасвіті, макросвіті і мікросвіті. (Тут доречно ведеться мова про магнітне поле Землі, яке простягається далеко в космічний простір; про потужне магнітне поле Сонця, яке заповнює всю Сонячну систему; про галактичні електромагнітні поля тощо).

У той же час електромагнітна взаємодія визначає структуру атомів і молекул. Вона відповідає за переважну більшість фізичних і хімічних явищ і процесів: сили пружності, сили тертя, поверхневого натягу, властивості агрегатних станів речовини, хімічних перетворень, оптичні явища, явища йонізації, багато реакцій (перетворень) у світі елементарних частинок та ін.

Саме такі властивості електромагнітної взаємодії дозволяють розкривати інтегративний зміст відповідного навчального матеріалу у програмах навчальних дисциплін фундаментального циклу.

Порівняно важко і повільно складалися уявлення про *слабку взаємодію*. Слабка взаємодія проявляє себе у процесах взаємоперетворень та розпаду елементарних частинок. З цим явищем зіткнулися за відкриття радіоактивності і дослідження *бета-розпаду*. У бета-розпаді виявилася дуже дивна особливість. Створювалося враження, що за цього розпаду неначе порушується закон збереження енергії, що частина енергії «*кудись зникає*». Не сумніваючись у фундаментальності закону збереження енергії, В. Паулі висунув припущення, що у процесі бета-розпаду разом з електроном вилітає ще одна частинка, яка й «*виносить*» з собою недостаючу в розрахунках енергію (Паулі, 1962). Ця частинка нейтральна і має надзвичайно високу проникну здатність, завдяки чому її не вдавалося спостерігати (виявити). Е. Фермі назвав цю частинку «*нейтрино*» («нейтрончик»).

Якщо така частинка дійсно існує, то необхідно було з'ясувати її загадкову природу. Справа в тому, що електрони і нейтрино випромінюються нестабільними ядрами, у той час, як було відомо, що у ядрах таких частинок немає. Як же вони виникали? Виявилось, що нейтрино в нестабільних ядрах, опинившись самі по собі, через кілька хвилин розпадаються на протон, електрон і нейтрино. Виникло питання, які ж сили відповідальні за такий розпад? У процесі подальших розрахунків з'ясувалося, що відомі на той час сили викликати такий розпад нездатні. Припустили, що бета-розпад спонукається якоюсь новою, невідомою силою, якій і відповідає певна «слабка взаємодія».

Слабка взаємодія значно менша за величиною від інших взаємодій (крім гравітаційної). Крім того, радіус слабкої взаємодії дуже малий ($\sim 10^{-18}$ м). Тому вона не може впливати не лише на макроскопічні, але навіть й на атомні об'єкти, обмежуючись *субатомними* частинками.

У слабкій взаємодії беруть участь всі елементарні частинки, крім фотонів. Вважається, що переносниками слабкої взаємодії є *вільони* – це частинки з масою, приблизно у 100 разів більшою від маси протона і нейтрона. Про їх відкриття було повідомлено у 1983 році (Карпенков, 2003).

Інтегративний зміст матеріалу про слабку взаємодію полягає в тому, що вона відіграє в природі дуже важливу роль. Вона проявляється у термоядерних реакціях на Сонці, у зорях, забезпечує синтез пульсарів, вибухів наднових зірок, синтез хімічних елементів у зірках тощо. А ці питання розглядаються як у фізиці, так і в астрономії, астрофізиці, хімії тощо.

Щодо уявлень про існування *сильної взаємодії* наука наближалася у процесі вивчення структури атомного ядра. Необхідно було з'ясувати природу сили, яка здатна утримувати позитивно заряджені протони у ядрі, не даючи їм можливості «розлітатися» під дією електростатичного відштовхування. На такому рівні гравітація надто слабка щоб це забезпечити; очевидно, що для цього необхідна якась інша взаємодія, причому сильніша й за електромагнітну. Зрештою така взаємодія була виявлена і отримала назву «сильної взаємодії».

З'ясувалося, що хоча за своєю величиною сильна взаємодія суттєво перевершує решту фундаментальних взаємодій, за межами ядра вона не відчувається, а проявляється лише на відстані сумірній з розмірами атомного ядра, приблизно 10^{-15} м. Основна функція сильної взаємодії в природі – створення міцного зв'язку між нуклонами в ядрах атомів. За цього зіткнення ядер або нуклонів значних енергій призводить до різноманітних ядерних реакцій, у тому числі й реакції термоядерного синтезу (за суттєвої участі й слабкої взаємодії) на Сонці, яка є основним джерелом енергії на Землі.

Після такого якісного аналізу основних фундаментальних взаємодій подаємо порівняння кількісних параметрів (відповідних констант), якими вони описуються.

Процес пізнання полягає в узагальненні дійсності, тому метою науки є пошук єдності у природі, синтезі розрізнених фрагментів знання у єдину картину – НКС.

Яка ж роль фундаментальних взаємодій і значення їх констант у сучасному розумінні структури Всесвіту і його еволюції?

Переважає більшість *фізичних констант* мають розмірності, які залежать від вибору системи одиниць відліку. У різних системах відліку основні одиниці мають різні числові значення і розмірності. Такий стан не завжди влаштовує науку, оскільки зручніше мати безрозмірні константи, які не пов'язані з умовним вибором вихідних одиниць і систем відліку. Особливо важливої ролі такий підхід набуває за спроб створити загальний (цілісний) теоретичний опис всіх фізичних процесів, тобто, іншими словами, сформулювати уніфіковану (універсальну) НКС від Мікро- до Мегарівня. Виявляється, що тут основну, визначальну роль повинні відігравати безрозмірні фундаментальні, тобто «істинно» *світові*, константи (Гусейнов & Раджабов, 2007):

– константа гравітаційної взаємодії

$$\alpha_g = \frac{Gm_p^2}{\hbar c} \approx 5,8 \cdot 10^{-39}; \text{ (Каплан \& Дибай, 1976)}$$

– константа слабкої взаємодії

$$\alpha_w = \frac{g_F m_p^2 c}{\hbar^3} \approx 10^{-5}; \text{ де } g_F \approx 10^{-62} \text{ Дж}\cdot\text{с} - \text{ константа Фермі; (Розенталь, 1980)}$$

– константа електромагнітної взаємодії

$$\alpha_e = \frac{e^2}{\hbar^2 c} \approx \frac{1}{137,036} \approx 7,3 \cdot 10^{-3} \text{ (Каплан \& Дибай, 1976)}$$

– константа сильної взаємодії

$$\alpha_s = \frac{g_s}{\hbar c} \approx 1, \text{ (Каплан \& Дибай, 1976), де } g_s - \text{ кольоровий заряд. (Горбачев, 2003).}$$

У цих формулах: e – заряд електрона; c – швидкість світла; m_p – маса протона; $\hbar$ – зведена стала Планка ($\hbar = h / 2\pi$); G – гравітаційна стала; індекс « s » від англійського слова «strong» – сильний; індекс « w » від англійського слова «weak» – слабкий.

Структурність матерії проявляється в її системній організації, існуванні у вигляді множини ієрархічно взаємопов'язаних систем: Метагалактика (Всесвіт), окрема галактика, зоряна система, планета, окремі тіла, молекули, атоми, елементарні та субелементарні частинки.

За все глибшого проникнення в таємниці будови Всесвіту від елементарних частинок до галактик, учені не перестають *дивуватися* настільки точно «*підібраним*» значенням фундаментальних сталих, дивному збігові низки чисел, які є комбінацією з цих фундаментальних сталих, так званому «*тонкому налаштуванні*» Всесвіту. У зв'язку з цим і в теоретиків, і в експериментаторів виникає питання методологічного значення: «А що було б у природі (Всесвіті) якби реалізувалася інша послідовність числових значень світових констант?» (Каплан & Дибай, 1976).

Теоретичні розрахунки показують, що за зміни числових значень констант цих взаємодій буде відбуватися порушення стійкості одного або й декількох структурних елементів Всесвіту. Так, наприклад, збільшення маси електрона m_e у межах від 0,5 MeV до 0,9 MeV порушить енергетичний баланс у реакції утворення *дейтерію* в сонячному циклі і призведе до дестабілізації стійкості атомів і ізотопів. Зменшення α_s на 4 % призвело б до нестабільності дейтерію, а збільшення її значення означало б вигорання водню вже на ранніх стадіях еволюції Всесвіту. Константі α_e «дозволено» змінюватися лише в межах $1/170 < \alpha_e < 1/80$. Інші ж її значення означають неможливість необхідного відштовхування протонів у ядрах, що призвело б до нестабільності атомів. Збільшення α_w призвело б до зменшення часу життя вільних нейтронів. Це означає, що на ранній стадії еволюції Всесвіту гелій не утворювався б і не було б реакції злиття α -частинок у процесі синтезу вуглецю C^{12} . Тоді на місці нашого *вуглецевого* Всесвіту був би Всесвіт *водневий*. Зменшення ж значення α_w призвело б до того, що всі протони виявилися б зв'язаними в α -частинки, що створило б *гелієвий* Всесвіт.

Виявляється, що інтервал можливих значень цих констант, який забезпечує для нас світ, придатний для життя, дуже малий. Зокрема, вченими прораховано, що послаблення на кілька порядків константи сильної взаємодії призвело б до того, що на ранніх стадіях розширення Всесвіту утворювалися б, в основному лише важкі елементи, і у Всесвіті не було б джерел енергії. Якби на кілька порядків була меншою гравітаційна взаємодія, то не реалізувалися б умови для перебігу ядерних реакцій у зорях (через неможливість необхідного для цього процесу їх гравітаційного стиснення). Посилення слабкої взаємодії перетворило б на ранніх стадіях еволюції Всесвіту всю речовину в гелій, а отже, знову ж таки були б відсутні реакції термоядерного синтезу в зорях. Посилення на кілька порядків електромагнітної взаємодії призвело б до зростання електростатичного притягання між електронами і протонами, в результаті чого електрони поглинулися б ядрами атомів, що призвело б до неможливості хімічних перетворень і реакцій.

Залежність властивостей Всесвіту від значень світових констант демонструємо ще й на таких прикладах. Якщо б маса електрона була у 3-4 рази більшою від нинішнього її значення, то час існування нейтрального атома водню обчислювався б кількома днями. А це призвело б до того, що галактики і зорі складалися б переважно із нейтронів, тож різноманіття атомів і молекул у їх сучасному вигляді просто не існувало б.

Розрахунки показують, що сучасна структура Всесвіту дуже жорстко зумовлена величиною $\Delta m = m_n - m_p$, тобто різницею в масах нейтрона і протона. І хоч ця різниця дуже мала (всього біля 10^{-3} маси протона), проте, якби вона була лише утричі більшою, то у Всесвіті не відбувався б нуклеосинтез і в ньому не було б складних елементів.

Константа електромагнітної взаємодії також не може суттєво відхилятися від значення $1/137$. Якби, наприклад, вона була рівна $1/80$, то всі частинки, які мають масу спокою, анігілювали б і Всесвіт складався б лише з безмасових частинок (на зразок фотонів). Тому їй і «дозволено» мати значення лише в межах $1/170 < \alpha_e < 1/80$.

Що ж до зміни константи гравітаційної взаємодії – зменшення її значення на 8-10 % показує, що галактики і зорі взагалі не встигли б виникнути до нашого часу; збільшення ж її значення на 8-10 % навпаки – означає надто швидку еволюцію зірок.

Таким чином, «класичні» розмірні фундаментальні сталі відіграють визначальну роль у структурі окремих фізичних теорій. З них формуються «світові» безрозмірні константи єдиної теорії взаємодій – $\alpha_g, \alpha_w, \alpha_e, \alpha_s$. Ці константи, а також деякі інші величини (наприклад: $e, m_e, m_p, \Delta m, e / m_e$), а також розмірність простору N визначають структуру Всесвіту і його властивості.

Зокрема, теоретично доведено, що у просторі N вимірів точкові джерела взаємодіють з силою $F \sim 1/r^{N-1}$, де r – відстань між джерелами. За цього стабільний рух двох тіл, що взаємодіють за цим законом, вже стане неможливим за значень $N > 3$. Ще у 20-ті роки ХХ ст. П. Еренфест показав (Мороз, 1984), що якби число просторових координат N дорівнювало чотирьом, то не змогли б сформуватися замкнуті орбіти планет, а, отже, не існувало б Сонячної системи й людини. За значень $N = 4$ неможливою також була б атомна структура речовини. За значень $N < 2$ рух можливий лише в обмеженій області. Лише за $N = 3$ можливі як фінітні, так і інфінітні рухи, що власне й реалізується у спостережуваному Всесвіті. Нарешті, можна ще відзначити, що якби початкова швидкість розширення Всесвіту була б хоч на 0,1 % меншою від критичної швидкості розширення, то Всесвіт досяг би лише третини свого теперішнього радіуса, після чого він знову почав би стискатися.

Відповіді ж на питання, яка ж структура і властивості Всесвіту, криються у теоріях, які намагаються об'єднати в єдиний механізм всі чотири фундаментальні взаємодії.

У другій половині ХХ ст. проводилися інтенсивні пошуки можливого об'єднання електромагнітної, слабкої і сильної фундаментальних взаємодій. У результаті експериментальних досліджень взаємодій елементарних частинок на надпотужних прискорювачах було виявлено, що за великих енергій зіткнення протонів – біля 100 GeV – слабка і електромагнітна взаємодії не розрізняються – їх можна розглядати як єдину *електрослабку взаємодію*. Таку електрослабку взаємодію було теоретично передбачено американськими фізиками С.Вайнбергом і Ш.Глешоу та пакистанським фізиком А.Саламом, за що вони були удостоєні Нобелівської премії з фізики у 1979 році. У відповідності з цією теорією за електрослабку взаємодію відповідають частинки – кванти електрослабкого поля – *бозони* $W^\pm$ і Z^0 . Підтвердження ця теорія отримала, коли у 1983 році К.Руббіа і С. ван дер Меєром ці частинки були виявлені експериментально (Нобелівська премія з фізики 1984 року). Суттєвої подальшої розробки теорія електрослабкої взаємодії отримала в працях нідерландських вчених Г.Хуфта (Хоофта) і М.Вельтмана (Нобелівська премія з фізики 1999 року).

Після того, як була створена єдина теорія електрослабкої взаємодії, з'явилася реальна перспектива побудови теорії трьох (крім гравітаційної) взаємодій. Ця програма отримала назву «*Великого об'єднання*». Для цього потрібна була детальна розробка теорії сильної взаємодії. Створенню цієї теорії слугував той факт, що, як виявилось, протони і нейтрони в ядрах атомів у свою чергу складаються ще з менших частинок – *кварків* (М.Гелл-Манн, Нобелівська премія з фізики 1969 року). Тому дослідження перемістилися в область вивчення взаємодій між кварками і нуклонами. Виявилось, що взаємодія між нейтронами і протонами у ядрі являє собою залишковий ефект від більш потужної взаємодії між самими кварками. Це пояснило, чому сильна взаємодія є такою складною і чому кварки у вільному стані не спостерігаються. Коли протон «прилипає» до нейтрона або до іншого протона, то у взаємодії беруть участь 6 кварків, кожен з яких взаємодіє зі всіма рештою. Значна енергія цієї взаємодії витрачається на міцне «склеювання» кварків у дві трійки, а невелика решта енергії йде на скріплення цих трійок між собою. Отже, кварки скріплюються між собою внаслідок сильної взаємодії. Переносниками (квантами) останньої є *глюони* (від *англ. glue* – *клей*) («*кольорові заряди*). Область фізики елементарних частинок, яка вивчає взаємодію кварків і глюонів, носить назву *квантової хромодинаміки*. Тож у відповідності з квантовою хромодинамікою сильна взаємодія пов'язується з існуванням квантів міжнуклонного поля – глюонів. Деякі автори глюонну взаємодію вважають п'ятою фундаментальною взаємодією [О.Ф.Ліхін, 2006].

У подальших дослідженнях виявилось, що за енергії $10^{14} - 10^{16} \text{ GeV}$, яка відповідає відстані між частинками 10^{-31} м , сильна, слабка і електромагнітна взаємодії описуються єдиною константою, тобто вони мають спільну природу. Кварки і лептони за цього практично не розрізняються, а глюони, фотони і векторні бозони $W^\pm$ і Z^0 є квантами калібрувальних полів з єдиною калібрувальною симетрією. І якщо дійсно електрослабка і сильна взаємодії являють собою лише дві сторони *Великої єдиної взаємодії*, то їй також повинне відповідати калібрувальне поле з деякою складною симетрією. Термін «*складна*» означає, що вона має бути достатньо загальною, здатною охопити всі калібрувальні симетрії, які містяться як у квантовій хромодинаміці, так і в електрослабкій взаємодії. Мова йде про необхідність залучення абстрактних калібрувальних симетрій, через які відкриваються нові типи силових полів, що характеризуються новими властивостями, наприклад, здатністю перетворювати кварки в лептони.

Вважається, що глюони з'єднують і утримують кварки всередині протонів і ядер. Ні глюонів, ні кварків безпосередньо спостерігати поки що не вдавалось, тому що їм «заборонено» вилітати із ядер назовні, подібно як *фони* – кванти теплових коливань кристалічної ґратки – існують лише всередині твердих тіл. Ця властивість зв'язування, або

утримання глюонів і кварків в *адронах* називається *конфайментом*. Було помічено, що одиничний кварк, який з'являвся за певних процесів, майже миттєво (протягом 10^{-21} с) «прилаштовує» себе до адрона і вилітає з нього вже не може.

У 1969 р. вдалося отримати опосередковані докази існування кварків у серії експериментів (подібних до експериментів Резерфорда по розсіюванню α -частинок на ядрах атомів) по розсіюванню електронів (розігнаних до високих енергій) на протонах. Експеримент виявив, що розсіювання електронів відбувалося так, неначе електрони налітали на крихітні тверді вкраплення і відскакували від них під самими найрізноманітнішими кутами. Таким чином було висловлене впевнення, що цими «твердими» вкрапленнями в середині протонів є кварки. Але оскільки з часом кількість кварків зростала, деякі вчені почали висувати сумніви: чи не складаються самі кварки з ще менших частинок? (Найдыш, 2004).

«Старе» питання знову стало «новим» і поставило низку проблем перед дослідниками: що таке частинка і яке співвідношення між реальними і віртуальними її станами? коли частинка починає проявляти властивості хвилі, і чи можна зареєструвати цей момент сучасними приладами?

Розроблений натеper найпростіший варіант теорії Великого об'єднання для перетворення кварків у лептони вимагає наявності 24-х полів. Причому, 12 квантів цих полів уже відомі: фотон, дві $W^\pm$ -частинки, Z^0 -частинка і вісім глюонів. У якості решти 12-ти квантів теорією передбачаються нові надважкі проміжні бозони, яким присвоїли об'єднану назву X - і Y - частинки – вони мають «колір» і електричний заряд. Ці кванти відповідають полям, які підтримують більш широку калібрувальну симетрію і здатні «перемішувати» кварки з лептонами. Тобто, X - і Y - частинки можуть перетворювати кварки в лептони і навпаки (Найдыш, 2004).

Таким чином, нова теорія породила нові проблеми: для переконання в можливості таких взаємодій, а отже й у справедливості теорії Великого об'єднання, необхідне експериментальне підтвердження наявності у природі X - і Y - бозонів. На даний час важко передбачити найближчу можливість одержання частинок таких високих енергій. Сучасні прискорювачі ледь досягають енергій 100–200 *GeV* (після реконструкції Великого адронного колайдера у 2022 році планується довести його енергетичну потужність до $14 \cdot 10^{12}$ *eV*) у той час як теорія Великого об'єднання вимагає енергій частинок вище 10^{14} – 10^{16} *GeV*.

Без експериментальної доказовості теорії Великого об'єднання неможливо описати ранню стадію еволюції Всесвіту, коли температура первинної плазми сягала 10^{27} *K*, адже саме за таких умов могли народжуватися й анігілювати надважкі бозони X і Y .

Але об'єднання трьох із чотирьох фундаментальних взаємодій – це ще не цілісна всеохоплююча теорія. Адже залишається ще *гравітація*. Теоретичні схеми, в рамках яких об'єднуються всі чотири типи взаємодій, називаються моделями «*Супергравітації*».

Об'єднання взаємодій у єдиній теоретичній схемі необхідне для усунення наявних в окремих теоріях розбіжностей і аномалій. Цю проблему породило визначення елементарних частинок як певних точок і спотворення ними простору-часу. Тому таке об'єднання стали шукати з висуненням ідей і теорій більш високих симетрій. Одну з таких теорій – «*теорію суперструн*» – почали розвивати англійський учений М. Грін і американський – Дж. Шварц. Вони співставили частинкам, замість точок, одномірну струну, розміщену у N -мірному просторі. Ця теорія, замінивши точкові частинки крихітними енергетичними петлями, усунула низку абсурдних результатів, які виникали в розрахунках (Сасскінд, 2016). Проте, ці теорії, як виявляється, теж вимагають наявності певного тонкого налаштування. Хоча *ландшафт* теорії струн одночасно задає весь набір фізичних констант, у тому числі й характеристик елементарних частинок, однак існує проблема вибору і обґрунтування вибору саме того ландшафту, який повністю описуватиме наш Всесвіт. Ця проблема отримала назву «*проблеми ландшафту*» (Сасскінд, 2016).

Відповідно до теорії суперструн, фундаментальним об'єктом сучасної фізики є квантоване суперструнне поле, збудженнями якого є суперструни, що взаємодіють одна з одною і з вакуумом (виникають і поглинаються в ньому). Струни, у свою чергу, породжують елементарні частинки. Фізичний вакуум породжує віртуальні частинки, які своєю масою створюють додаткове поле тяжіння. Згідно із ЗТВ у цьому ж місці і в той же момент часу змінюються геометричні властивості простору-часу, тобто він флуктує. Згідно з цією моделлю – *гравітон* – це квант флуктуючого простору-часу, який поєднує в собі і частинку і хвилю викривлення, яка поширюється у чотирьохмірному просторі Всесвіту. Розрахунки показують, що такі ефекти могли проявлятися у ранні моменти існування Всесвіту, коли простір-час був дискретним,

квантованим, що відповідає параметрам «ери Планка»: відстані $l_{\text{П}} = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}} \approx 1,5 \cdot 10^{-35}$ м; часові $t_{\text{П}} = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^5}} \approx 5 \cdot 10^{-44}$ с; масі

$$m_{\text{П}} = \sqrt{\frac{\hbar c}{G}} \approx 2 \cdot 10^{-8} \text{ кг}.$$

Отже, у *моделі суперструн* в якості елементарної основи Всесвіту слугують уже не фундаментальні частинки, а елементарні процеси – коливання нескінченно довгих струн з надзвичайно малим розміром поперечного діаметра струни. За оцінками теоретиків товщина струни складає 10^{-31} м, а її «погонна маса» (маса, яка припадає на одиницю довжини) дорівнює 10^{21} кг/м, тобто такі нескінченно протяжні об'єкти є надто тонкими і дуже важкими. За цього можуть виникати резонанси коливань різних струн, вихори у просторі, що пов'язуються з певною ритмікою Космосу, циклічними процесами у Всесвіті, які впливають й на всі процеси на Землі (Горбачев, 2003).

Такий збіг предмета досліджень змінив сформовану раніше методологію науки. Так, астрономія вважалася спостережною наукою, а прискорювачі – інструментом у фізиці елементарних частинок. Тепер же стали складатися уявлення про властивості частинок і їх взаємодії у космології.

Це незвичайне зближення космології і фізики елементарних частинок дало можливість з'ясувати сутність процесів народження простору-часу і речовини за короткий інтервал часу від 10^{-43} до 10^{-35} с після первинної сингулярності, що отримала назву *Великий вибух*.

Космічні струни – це екзотичні невидимі утворення, які породжені *теорією елементарних частинок*. У цій теорії відображена ієрархічність розуміння світу, тобто, можливість того, що не існує остаточної (кінцевої) основи для фізичної реальності, а є лише нескінченна послідовність все менших і менших частинок.

На основі теорії суперструн можна пояснити «клочкуватість» розподілу речовини у Всесвіті. Суперструни – це нитки, які залишилися від речовини щойно «народженого» Всесвіту. Вони неймовірно рухливі і щільні, викривляють простір навколо себе, утворюють клубки і петлі. Зокрема, масивні петлі можуть створювати гравітаційне притягання, достатньо сильне, щоб зароджувалися елементарні частинки, атоми, галактики і скупчення галактик.

Теорія суперструн призводить до деяких нетривіальних наслідків. Так, серед породжених струнами елементарних частинок, повинні бути гіпотетичні частинки *тахіони*, що рухаються зі швидкостями більшими за швидкість світла. Наслідком цієї теорії є також пояснення «тіньового світу», тобто відкритого астрономами факту, що галактики і скупчення галактик містять велику масу невидимої речовини, яка в десятки разів перевершує масу самих галактик. Одним з важливих космологічних наслідків теорії суперструн є також передбачення *множинності всесвітів*, у кожному з яких існує свій набір фундаментальних взаємодій.

З теорії космічних струн (суперструн) опубліковано багато робіт, але самі вони до цих пір експериментально не виявлені. Виявити суперструни вважається можливим за викривленням простору, яке вони викликають, діючи як гравітаційна лінза, або за гравітаційними хвилями, які вони генерують.

У зв'язку з теорією «Єдиного фізичного поля» розглядається й можливість існування кванта цього єдиного просторово-часового поля. Цей квант позначають буквами *st* і називають («space-time») – квантом: $st = \hbar^2 G / c^7 \approx 10^{-138} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$. Якщо *st*-квант дійсно існує, то це призводить до цікавих висновків: у «об'ємі» *st*-кванта порушуються причинно-наслідкові зв'язки. Події, які відбуваються в *st*-кванті, можуть бути розтягнуті в часі, але стиснуті в просторі і навпаки. На рівні *st*-кванта простір-час постійно «творить» сам себе із змінюваними в кожному акті творення топологією, фізичними властивостями і законами з причини невизначеності самого простору-часу. Такі спонтанні флуктуації простору-часу можуть призводити до порушення закону збереження енергії. Висловлюються думки, що в ці особливі моменти, мабуть, і відбувся Великий вибух, і що може існувати безліч віртуальних Всесвітів (Горбачев, 2003).

Гіпотеза про квантування простору-часу призвела до наступного припущення про існування «комірок» простору-часу з мінімально можливою довжиною, що дорівнює *відстані ери Планка*. Згідно з цією гіпотезою ступінь впливу квантування простору на поширення крізь нього світла, залежить від розмірів комірки. Спостереження за надпотужним спалахом одного з пульсарів (розташованого на відстані 300 мільйонів світлових років від Землі) за допомогою європейського космічного телескопу «Integral» показали, що якщо «зернистість» (дискретність) простору взагалі існує, то вона повинна бути на рівні 10^{-48} м , або й менше (Уилер, 1962).

Сучасна наука розробила новий погляд на природу фізичних об'єктів, який можна характеризувати як *цілісно-синергетичний*. Основним об'єктом вивчення науки стає єдиний неподільний самоорганізовуваний Всесвіт, що й визначає необхідність інтегративного підходу до з'ясування явищ і процесів, які в ньому відбуваються. На даний час фізики та астрофізики все більше схилиються до думки, що конкретно-всезагальною частиною Всесвіту є *вакуум*, який забезпечує Всесвіту самоорганізовані процеси його еволюції. Це, зокрема, відображається у визначальній ролі вакууму у сучасних фізичних та астрофізичних теоріях. Виділеність вакууму, його особлива роль у космологічних процесах виникнення і розвитку фізичного світу дозволяє розглядати його в якості вихідної абстракції у теоретичній астрофізиці. Саме фізичний вакуум бере безпосередню участь у формуванні як якісних, так і кількісних властивостей фізичних об'єктів.

Останнім часом вакууму приписують особливий вид коливань (частинок) – «*інстантонів*», які призводять до спонтанного збудження і загасання сильного глюонного поля. Для математичного опису інстантонів використовують формальний прийом, який призводить до важливої фізичної аналогії. Доведено, що поширення інстантонних флуктуацій, яке є квантовим явищем, можна описувати як класичний рух, якщо час вважати *уявним* параметром.

Виявилось, що такі «псевдочастинки» можуть бути різних типів; не всі з них детально вивчені, проте, вже урахування відомих псевдочастинок-інстантонів призводить до важливих фізичних явищ.

Наприклад, за поміщення кварків у середину газу (або рідини) з таких псевдочастинок (іншими словами, при розгляді кварків у вакуумі) ці псевдочастинки «стискають» глюонне поле кварків і зосереджують його у струноподібній області, що може призводити до так званого «плетення» кварків і відігравати суттєву роль у сильній взаємодії.

Інше застосування ідея інстантонів знаходить у теорії гравітації. Завдяки зародженню гравітаційних інстантонів простір набуває складної топологічної структури – він виявляється зритим «*кратовими норами*» та іншими топологічними утвореннями. Така просторово-часова «піна» призводить до незвичних наслідків і повинна відігравати важливу роль у майбутніх спробах об'єднання всіх фундаментальних взаємодій (Раджараман, 1985).

Таким чином, наука стоїть на порозі створення єдиної теорії матерії, тобто всіх фундаментальних взаємодій (поля) і структури речовини. Правда, на цьому шляху належить вирішити, крім названих вище, ще багато складних проблем (на які ми звертаємо особливу увагу студентів).

Насамперед, має бути створена квантова теорія гравітації, без якої реалізація програми супергравітації неможлива. Лише зі створенням квантової теорії гравітації можливо вдасться знайти відповіді на питання: чому наш простір має три виміри, а час лише один вимір? чому нам даний саме такий набір елементарних частинок та чим визначається їх маса? чому в природі існує елементарний електричний заряд і від чого залежить його величина? чи має властивість розпадатися протон, час життя якого оцінюється у 10^{31} с ? чи існує магнітний монополь? чи існує квант гравітаційного поля – гравітон? чому існує лише чотири типи (а може й п'ять) фундаментальних взаємодій, і саме ті, які нам відомі? чому світові константи мають саме такі, а не інші значення? що являє собою фізичний вакуум? що таке темна матерія? що являє собою прихована енергія Всесвіту? де межа дроблення матерії і чи існує вона? та ін.

У сучасному природознавстві передбачається, що світові константи набули стабільних значень, починаючи з часу 10^{-35} с від моменту зародження Всесвіту і що, таким чином, у нашому Всесвіті неначе існує надто тонке «налаштування» числових значень світових констант, яке й обумовлює необхідні їх значення для існування ядер, атомів, зірок і галактик.

Як виникла і реалізувалася така ситуація – наука пояснити не може. Таке «налаштування» (константи саме такі, якими вони є!) створює умови для існування не лише неорганічних речовин, але й живих організмів, у тому числі й людини (Сасскінд, 2016).

Особливу увагу цій проблемі приділяв відомий вчений П.Дірак (Нобелівська премія з фізики 1933 року) (Dirak, 1963). Він першим висунув гіпотезу про те, що розвиток Всесвіту супроводжується зменшенням значення гравітаційної сталої з часом. Дірак помітив, що відношення $\alpha_e/\alpha_g=10^{40}$. Таке ж число він отримав для відношення розміру нуклона до швидкості світла. Збіг цих відношень у вигляді безрозмірної величини 10^{40} з врахуванням віку Всесвіту (10^{17} с) й дозволив йому вважати, що коли вік Всесвіту збільшується, то, щоб збереглося значення константи 10^{40} , гравітаційна взаємодія має зменшуватися.

Дірак не вважав такий збіг і наявність константи 10^{40} випадковим. Адже такий збіг виявляється й в інших варіаціях фізичних параметрів, що описують Всесвіт. Наприклад, відношення розміру Метагалактики (10^{26} м) до розміру нуклона (10^{-14} м) теж дорівнює 10^{40} . Інший приклад – число важких частинок у Всесвіті

$$N = \frac{\pi c}{G m_p^2} \approx 10^{80}, \text{ тобто теж } (10^{40})^2 \text{ (Горбачев, 2003).}$$

Тому П. Дірак висловив ідею про синхронну зміну з часом всіх фундаментальних констант. Висунута П. Діраком гіпотеза про можливу змінюваність світових констант стала поштовхом до багаточисельних експериментальних досліджень, які показали з великою точністю, що ознаки зміни будь якої з констант протягом циклу розширення Всесвіту відсутні. Сумніви викликало лише відношення між масами електрона і протона через відсутність достовірних даних щодо їх стабільності. Проте, спостереження спектральних ліній поглинання у спектрі галактики, яка знаходиться на відстані 7 мільярдів світлових років від Землі, показали, що відношення мас електрона і протона 7 мільярдів років тому відрізнялося від теперішнього значення не більше, ніж на 0,00001% (Розенталь, 1980).

Загалом же можна вважати, що різноманіття і цілісність фізичного світу, його порядок і гармонія, передбачуваність і повторюваність формуються і управляються системою невеликого числа фундаментальних констант.

Отже, багато незвичного і несподіваного містить для пізнання фізичного світу та область, де Мікросвіт виявляється пов'язаний з Мегасвітом, ультрамале з ультравеликим, елементарна частинка з Всесвітом в цілому, фізика з астрономією тощо.

У фізиці, та й в інших науках, виявилось багато дивних збігів, які не можуть бути зрозумілі ні як чисто випадкові, ні як чисто закономірні. Можна прослідкувати взаємні перетворення порядку в хаос, народження законів і упорядкованості хаосу, але чи можна керувати цими процесами?

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Підсумовуючи інтегративний зміст матеріалу фундаментальних взаємодій у природі, звертаємо увагу студентів на фундаментальне значення різниці між далекодіючими і близькодійними силами природи: з одного боку – взаємодії необмеженого радіуса дії (гравітація і електромагнетизм), а з іншого – малого радіуса (сильна і слабка). Цим демонструємо, що світ природних процесів розгортається в межах цих двох полярностей і разом з тим втілює єдність гранично малого і безмежно великого – мікросвіту і мегасвіту, елементарної частинки і всього Всесвіту. Іншими словами – опис природи пролягає між двома протилежними картинами. У цьому «серединному» описі фізичні закони призводять до нової форми пізнання, яка виражається ймовірнісними уявленнями. Тобто, будучи пов'язаними з динамічною нестійкістю природних систем (як мікро- так і макроскопічних), закони природи оперують лише з можливістю подій, а не роблять окремі події наперед передбачуваними.

Досвід авторів у викладанні перерахованих вище дисциплін показує, що такий спосіб формування змісту навчального матеріалу підвищує інтерес студентів до його освоєння, формує їх творче мислення, ініціює вибір ними таких тем курсових і кваліфікаційних робіт, підготовка яких супроводжується пошуком відповідей на ще не вирішені проблеми сучасної науки. Тому доцільно, на нашу думку, подальші дослідження спрямовувати на розробку методики інтегрованого вивчення й інших тем фундаментальних наук.

Список використаних джерел

1. Аверьянов А.Н. Системное познание мира. Москва, 1985. 263 с.
2. Арцишевська М.Р. Методологічні засади інтеграції змісту освіти. *Науковий вісник ВДУ: Філософські науки*. 1988. №10. С. 175-179.
3. Арцишевська М.Р. Суспільствознавча картина світу як теоретична основа інтеграції змісту шкільної освіти. *Шлях освіти*. 2000. №3. С. 16-20.
4. Арцишевський Р.А., Шоломицька Т.Я. Необхідність і можливість вироблення сучасної картини світу: зб.наук.праць. Суми, 2004. Вип. 3. С. 7-10.
5. Бекетов Ю.О. Інтеграція профільної, фундаментальної і гуманітарної підготовки у структурі факультету транспортних систем. *Проблеми модернізації змісту і організації освіти на засадах компетентнісного підходу*: матер.Міжнар.наук.-метод.конф. Харків: ХНАДУ, 2014. С. 3-6.
6. Бронников К.А., Рубин С.Г. Лекции по гравитации и космологии. Москва: МГУ, 2010. 460 с.
7. Горбачев В.В. Концепции современного естествознания. Москва, 2003, 598 с.
8. Григорьев В.И. Квантование пространства-времени. Москва: БСЭ. 1987. С. 604-605.
9. Гусейнов М.К., Раджабов О.Р. Концепции современного естествознания. Москва, 2007. 540 с.
10. Засекіна Т.М. Концепція інтегрованого підручника з фізики й астрономії. *Проблеми сучасного підручника: зб.наук.праць*. Вип. 6 Київ: Педагогічна думка. 2017. С. 112-118.
11. Ільченко В.Р., Гуз К.Ж. Інтегрований курс як умова підвищення ефективності природничо-наукової освіти в старшій школі. *Український педагогічний журнал*. 2015. №3. С. 116-125.

12. Ильченко В.Р., Гуз К.Ж. Концептуальні основи інтеграції змісту природничо-наукової освіти. Київ-Полтава, 2002. Вип.1. С. 7-56.
13. Інтегративний функціонально-галузевий підхід як чинник прогнозування і побудови моделей педагогічної природничо-наукової освіти: монографія / за ред. М.Т. Мартинюка, М.В.Декарчук. Умань: ФОП Жовтий О.О., 2013. 174 с.
14. Каплан С.А., Дибай Э.А. Размерности и подобие астрофизических величин. (§8.4. Космологическое начало мира. Изменяются ли мировые постоянные?). Москва: Наука, 1976. 398 с.
15. Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания: учеб. для вузов. Москва, 2003. 488 с.
16. Краснобокий Ю.М., Ткаченко І.А. Методологічні засади формування змісту підручника інтегрованого характеру: зб.наук. праць Кам'янець-Подільського нац. ун-ту. Серія педагогічна. Вип. 24, 2018. С. 11-14.
17. Краснобокий Ю.М., Ткаченко І.А., Ільницька К.С. Підготовка вчителя освітньої галузі «Природознавство» (інтегрований підхід). *Фізика та астрономія в рідній школі*, 2018. №6(141). С. 17-22.
18. Краснобокий Ю.М., Ткаченко І.А. Проблемні питання викладання навчальної дисципліни «Наукова картина світу та її еволюція». *Publishing House "ACCENT"*. Sofia, Bulgaria, 2019. Pp. 249-261.
19. Краснобокий Ю.М., Ткаченко І.А. Інтеграція наукового знання і формування сучасної синергетико-інформаційної картини світу. *Розвиток сучасної освіти і науки: результати, проблеми, перспективи: колект. моногр. Т.ІІІ / за ред. Я. Гжесян та ін. Конін-Ужгород-Київ-Херсон: Посвіт, 2020. С. 188-197.*
20. Краснобокий Ю.М., Ткаченко І.А. Інформаційне середовище як матриця наукової картини світу. *Фізико-математична освіта*. Суми, 2019. Вип. 1 (19). С. 80-87.
21. Краснобокий Ю.М., Ткаченко І.А. Інтеграція наукового знання і наукова картина світу. *Cognum Publishing House*. Liverpool, 2020. Pp. 249-261.
22. Краснобокий Ю.М., Ткаченко І.А., Декарчук С.О. Сучасні наукові уявлення про природничо-наукову картину світу. *Фізико-математична освіта*. Суми, 2020. Вип. 1 (23). С. 52-56.
23. Литавар В.С. Системный подход как интегративный в образовательном процессе. *Проблемы и перспективы развития образования*. Пермь: Меркурий, 2012. С. 142-149.
24. Мартинюк М.Т. Вивчення фізики і астрономії в основній школі. Теоретичні і методичні засади: монографія. Київ, 1988. 274 с.
25. Мизнер Р., Торн К., Уилер Дж. Гравитация / пер.с англ. В.Б.Брагинского, Н.Д.Новикова. Москва: Мир, 1977. Т.1. 480 с.
26. Мороз О.П. Жажда истины (книга об Эренфесте). Москва: Знание, 1984. 192 с.
27. Найдыш В.М. Концепции современного естествознания: учебник. Москва, 2004. 630 с.
28. Паули В. К старой и новой теории нейтрино: сб. Теоретическая физика 20 века. Москва, 1962. 386 с.
29. Раджараман Р. Солитоны и инстантоны в квантовой теории поля / пер.с англ. А.М.Полякова. Москва, 1985.416 с.
30. Розенталь И.Л. Физические закономерности и численные значения фундаментальных постоянных. *Успехи физических наук*. 1980. Т. 131. Вып. 2. С. 239-256.
31. Рузавин Г.И. Системный подход и единство научного знания. *Единство научного знания*. Москва, 1988. С. 237-252.
32. Сасскинд Л. Космический ландшафт: Теория струн и иллюзия разумного замысла Вселенной. Питер, 2016. 448 с.
33. Суханов А.Д., Голубева О.Н. Концепция междисциплинарного естественнонаучного образования. *Физика в системе современного образования (ФССО-11): матер XI Междунар. Конф. Т.1. Волгоград: Перемена, 2011. С. 18-21.*
34. Типовец Т.Е. Трудности составления междисциплинарных учебников и пути их преодоления в высшей школе. *Учебники естественнонаучного цикла в системе среднего и высшего образования: матер. Междунар. наук.-практ.конф. Могилев: УО МГУ, 2012. С. 337-339.*
35. Томилин К.А. Планковские величины. *100 лет квантовой теории. История. Физика. Философия: Тр. междунар. конф. Москва: НИА – Природа, 2002. С. 105-113.*
36. Ткаченко І.А., Краснобокий Ю.М. Інтеграція знань з циклу природничо-наукових дисциплін у процесі підготовки майбутніх учителів фізики (теоретичний аспект). *Фізико-математична освіта*. Суми, 2017. Вип. 3 (13). С. 155-159.
37. Ткаченко І.А., Краснобокий Ю.М. Критерії та принципи конструювання змістової складової інтегративних підручників освітньої галузі «Природознавство». *Гуманітарний вісник Полтавського НТУ*. Полтава, 2019. Вип. 5-6. С. 18-27.
38. Ткаченко І.А., Краснобокий Ю.М., Підгорний О.В. Умови та засоби впровадження системи інтегративної природничо-наукової освіти. *Сучасні тенденції розвитку освіти і науки в інтердисциплінарному контексті: матер. IV Міжнародної наук.-практ.конф. Варшава-Ужгород, Херсон: Посвіт, 2019. С. 277-279.*
39. Ткаченко І.А., Краснобокий Ю.М. Роль і місце астрофізичних знань в ОПП підготовки магістрів освітньої галузі «Природознавство». *Perspectives of world science and education : the 4th international scientific and practical conference (December 25-27, 2019) CPN Publishing Group, Osaka, Japan, 2019. 1021 p. Pp. 860-868.*
40. Ткаченко І.А., Краснобокий Ю.М. Системний підхід у вивченні природничих наук. *Розвиток сучасної освіти і науки: результати, проблеми, перспективи: матер. IX Міжнар. наук.-практ. конф. Т. IX. Конін-Херсон-Київ: Посвіт, 2020. С. 244-246.*
41. Ткаченко І.А., Краснобокий Ю.М. Системно-синергетичний підхід у фаховій підготовці майбутнього вчителя природничих наук. *Фізико-математична освіта*. Суми, 2020. Вип.4 (26). С. 112-118.
42. Ткаченко І.А., Краснобокий Ю.М. Інтеграція знань з природничо-наукових дисциплін у світлі компетентнісної парадигми освіти. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Кропивницький, 2020. Вип. 13. С. 100-107.
43. Уилер Дж.А. Гравитация, нейтрино и Вселенная / пер. с англ. Москва, 1962. 404 с. <https://uk.wikipedia.org/wiki>
44. Dirak P.A. The Evolution of Physicist's Picture of Nature. *Scientific American*. 1963. V. 208. Pp. 45-53.

References

1. Aver'janov, A.N. (1985). Sistemnoe poznanie mira [Systemic knowledge of the world]. Moskva [in Russian].
2. Artsyshevska, M.R. (1988) Metodolohichni zasady intehtatsii zmistu osvity [Methodological principles of integration of educational content]. Lutsk [in Ukrainian].
3. Artsyshevska, M.R. (2000) Suspilstvoznavcha kartyna svitu yak teoretychna osnova intehtatsii zmistu shkilnoi osvity [Sociological picture of the world as a theoretical basis for the integration of the content of school education]. [in Ukrainian].
4. Artsyshevskiy, R.A. & Sholomytska, T.Ia. (2004). Neobkhdnist i mozhlyvist vyroblennia suchasnoi kartyny svitu [The need and possibility of developing a modern picture of the world]. Sumy [in Ukrainian].
5. Beketov, Yu.O. (2014). Intehtatsiia profilnoi, fundamentalnoi i humanitarnoi pidhotovok u strukturi fakultetu transportnykh system [Integration of profile, fundamental and humanitarian training in the structure of the faculty of transport systems]. Kharkiv [in Ukrainian].
6. Bronnikov, K.A. & Rubin, S.G. (2010). Lekcii po gravitacii i kosmologii [Lectures on gravitation and cosmology]. Moskva [in Russian].
7. Gorbachev, V.V. (2003). Konceptii sovremennogo estestvoznaniia [Concepts of modern natural science]. Moskva [in Russian].
8. Grigor'ev, V.I. (1987). Kvantovanie prostranstva-vremeni [Quantizing space-time]. Moskva [in Russian].
9. Guseynov, M.K. & Radzhabov, O.R. (2007). Konceptii sovremennogo estestvoznaniia [Concepts of modern natural science]. Moskva [in Russian].
10. Zasiakina, T.M. (2017). Kontseptsiiia intehtovanoho pidruchnyka z fizyky y astronomii [The concept of an integrated textbook on physics and astronomy]. Kyiv [in Ukrainian].
11. Ilchenko, V.R. & Huz, K.Zh. (2015). Intehtovanyi kurs yak umova pidvyshchennia efektyvnosti pryrodnycho-naukovoï osvity v starshii shkoli [Integrated course as a condition for improving the effectiveness of science education in high school]. [in Ukrainian].
12. Ilchenko, V.R. & Huz, K.Zh. (2002). Kontseptualni osnovy intehtatsii zmistu pryrodnycho-naukovoï osvity [Conceptual bases of integration of the content of natural science education]. Kyiv-Poltava [in Ukrainian].
13. Martyniuk, M.T. (Ed.). (2013). Intehtatyvnyi funktsionalno-haluzevyi pidkhid yak chynnyk prohnouzuvannia i pobudovy modelei pedahohichnoi pryrodnycho-naukovoï osvity [Integrative functional-sectoral approach as a factor in forecasting and building models of pedagogical science education]. Uman [in Ukrainian].
14. Kaplan, S.A. & Dibaj, Je.A. (1976). Razmernosti i podobie astrofizicheskikh velichin [Dimensions and similarity of astrophysical quantities]. Moskva [in Russian].
15. Karpenkov, S.H. (2003). Konceptii sovremennogo estestvoznaniia [Concepts of modern natural science]. Moskva [in Russian].
16. Krasnobokiy, Yu.M., & Tkachenko, I.A. (2018). Metodolohichni zasady formuvannia zmistu pidruchnyka intehtovanoho kharakteru [Methodological principles of forming the content of the textbook of an integrated nature]. Kamianets-Podilsk. [in Ukrainian].
17. Krasnobokiy, Yu.M., Tkachenko, I.A. & Il'nitska, K.S. (2018). Pidhotovka vchytelia osvitnoi haluzi «Pryrodnoznavstvo» (intehtovanyi pidkhid) [Training of a teacher of the educational field "Natural Science" (integrated approach)]. [in Ukrainian].
18. Krasnobokiy, Yu.M. & Tkachenko, I.A. (2019). Problemni pytannia vykladannia navchalnoi dystsypliny "Naukova kartyna svitu ta yoi evoliutsiia" [Problematic issues of teaching the discipline "Scientific picture of the world and its evolution"]. Sofia [in Ukrainian].
19. Krasnobokiy, Yu.M. & Tkachenko, I.A. (2020). Intehtatsiia naukovoï znannia i formuvannia suchasnoi synerhetyko-informatsiinoi kartyny svitu [Integration of scientific knowledge and formation of a modern synergetic-information picture of the world]. Konin-Uzhhorod-Kyiv-Kherson [in Ukrainian].
20. Krasnobokiy, Yu.M. & Tkachenko, I.A. (2019). Informatsiine seredovyshche yak matrytsia naukovoï kartyny svitu [Information environment as a matrix of the scientific picture of the world]. Sumy [in Ukrainian].
21. Krasnobokiy, Yu.M. & Tkachenko, I.A. (2020). Intehtatsiia naukovoï znannia i naukova kartyna svitu [Integration of scientific knowledge and scientific picture of the world]. Liverpool [in Ukrainian].
22. Krasnobokiy, Yu.M., Tkachenko, I.A. & Dekarchuk, S.O. (2020). Suchasni naukovy uiavlennia pro pryrodnycho-naukovu kartynu svitu [Modern scientific ideas about the natural-scientific picture of the world]. Sumy [in Ukrainian].
23. Litavar, V.S. (2012). Sistemnyj podhod kak integrativnyj v obrazovatel'nom processe [Systematic approach as integrative in the educational process]. Perm' [in Russian].
24. Martyniuk, M.T. (1988). Vychennia fizyky i astronomii v osnovnii shkoli. Teoretychni i metodychni zasady [Study of physics and astronomy in primary school. Theoretical and methodological principles]. Kyiv [in Ukrainian].
25. Mizner, R., Torn, K. & Uiler, Dzh. (1977). Gravitacija. Moskva: Mir [in Russian].
26. Moroz, O.P. (1984). Zhazhda istiny (kniga ob Jerenfeste) [Thirst for Truth (a book about Ehrenfest)]. Moskva: Znanie [in Russian].
27. Najdysh, V.M. Konceptii sovremennogo estestvoznaniia [Concepts of modern natural science]. Moskva [in Russian].
28. Pauli, V. K. (1962). staroj i novoj teorii nejtrino [old and new neutrino theory: collection of articles]. Moskva [in Russian].
29. Radzharaman, R. (1985). Solitony i instantony v kvantovoj teorii polja [Solitons and instantons in quantum field theory]. Moskva [in Russian].
30. Rozental', I.L. (1980). Fizicheskie zakonomernosti i chislennye znachenija fundamental'nyh postojannyh. Uspehi fizicheskikh nauk. [Physical laws and numerical values of fundamental constants. Advances in physical sciences]. [in Russian].
31. Ruzavin, G.I. (1988). Sistemnyj podhod i edinstvo nauchnogo znaniia. [A systematic approach and the unity of scientific knowledge]. Moskva [in Russian].
32. Sasskind, L. (2016). Kosmicheskij landshaft: Teorija strun i illjuzija razumnogo zamysla Vselennoj [Space Landscape: String Theory and the Design Illusion of the Universe]. Piter [in Russian].

33. Suhanov, A.D. & Golubeva, O.N. (2011). *Koncepcija mezhdisciplinarnogo estestvennonauchnogo obrazovanija* [The concept of interdisciplinary science education]. Volgograd: Peremena [in Russian].
34. Tipovec, T.E. (2012). *Trudnosti sostavlenija mezhdisciplinarnyh uchebnikov i puti ih preodolenija v vysšej shkole* [Difficulties in compiling interdisciplinary textbooks and ways to overcome them in higher education]. Mogilev: UO MGU [in Russian].
35. Tomilin, K.A. (2002). *Plankovskie velichiny* [Planck quantities]. Moskva: NIA – Priroda [in Russian].
36. Tkachenko, I.A. & Krasnobokiy, Yu.M. (2017). *Intehratsiia znan z tsyklu pryrodnycho-naukovykh dystsyplin u protsesi pidhotovky maibutnikh uchyteliv fizyky (teoretychnyi aspekt)* [Integration of knowledge from the cycle of natural sciences in the process of training future teachers of physics (theoretical aspect)]. Sumy [in Ukrainian].
37. Tkachenko, I.A. & Krasnobokiy, Yu.M. (2019). *Kryterii ta pryntsyipy konstruiuvannia zmistovoi skladovoi intehratyvnykh pidruchnykhiv osvitoi haluzi «Pryrodoznavstvo»* [Criteria and principles of constructing the content component of integrative textbooks in the field of education "Science"]. Poltava [in Ukrainian].
38. Tkachenko, I.A., Krasnobokiy, Yu.M. & Pidhornyi, O.V. (2019). *Umovy ta zasoby vprovadzhennia systemy intehratyvnoi pryrodnycho-naukovoi osvity* [Conditions and means of implementation of the system of integrative natural science education]. Varshava-Uzhhorod, Kherson: Posvit [in Ukrainian].
39. Tkachenko, I.A. & Krasnobokiy, Yu.M. (2019). *Rol i mistse astrofizychnykh znan v OPP pidhotovky mahistriv osvitoi haluzi «Pryrodoznavstvo»* [The role and place of astrophysical knowledge in the OPP of training masters of the educational field "Natural Science"]. Osaka [in Ukrainian].
40. Tkachenko, I.A. & Krasnobokiy, Yu.M. (2020). *Systemnyi pidkhid u vyvchenni pryrodnychok nauk* [System approach in the study of natural sciences]. Konin-Kherson-Kyiv: Posvit [in Ukrainian].
41. Tkachenko, I.A. & Krasnobokiy, Yu.M. (2020). *Systemno-synerhetychnyi pidkhid u fakhovii pidhotovtsi maibutnoho vchytelia pryrodnychok nauk* [System-synergetic approach in professional training of future teachers of natural sciences]. Sumy [in Ukrainian].
42. Tkachenko, I.A. & Krasnobokiy, Yu.M. (2020). *Intehratsiia znan z pryrodnycho-naukovykh dystsyplin u svitli kompetentnisnoi paradyhmy osvity*. Kropyvnytskyi [in Ukrainian].
43. Uiler, Dzh.A. (1962) *Gravitacija, nejtrino i Vselennaja* [Gravity, neutrinos and the universe]. Moskva [in Russian].
44. Dirak, P.A. (1963) *The Evolution of Physicist's Picture of Nature*. [in English]

METHODOLOGICAL FEATURES OF USING A SYSTEM-INTEGRATIVE APPROACH TO TEACHING CERTAIN TOPICS OF THE FUNDAMENTAL SCIENCES

Yuri Krasnobokiy, Igor Tkachenko, Katya Ilnitskaja

Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University, Ukraine

Abstract. *In the article analysis the possibilities of introducing a system-integrative approach to the training of master teachers in the process of mastering the cycle of basic sciences (physics, astronomy, astrophysics, cosmology, cosmogony, chemistry) is analyzed.*

Formulation of the problem. *The possibility has been substantiated of one of the variants of the system-integrative approach to the structuring and study of educational material about the fundamental interactions in nature and the current state of the process of combining the theories that describe them.*

Materials and methods. *The research methods used were a comprehensive analysis of scientific and methodological sources, which represent a system-integrative approach to solving pedagogical problems, and a synthesis of relevant research results published in scientific and pedagogical publications, with the results of the author's work on their experimental implementation in educational practice. It consisted in the analysis and generalization of the results of relevant publications in scientific and pedagogical publications and author's developments on their experimental implementation in educational practice. The integrative content of the material on fundamental interactions in nature is proposed to be presented sequentially in the form of three subtopics (questions). First, the nature of all fundamental interactions, their general characteristics, comparative data on the value of numerical values, formulas of dimensionless world constants describing these interactions, the manifestation of fundamental interactions (forces) in physics, astronomy, chemistry, etc. are considered. The next step is to determine the effect of changes in the numerical values of world constants on the evolution of the universe. After that, modern theories are considered on a qualitative level, which try to unite all fundamental interactions into a single system (scientific picture of the world).*

Results. *As a result of the research, it was found that the possibilities of integrative study of material on fundamental interactions in nature, emphasize their fundamental opposite properties (long-range nature of gravitational and electromagnetic interactions and short-range - weak and strong), which in combination determine the structural unity and evolution of our universe. the possibility of the existence of a plurality of other universes, the property of the inexhaustible "fragmentation" of matter into smaller and smaller particles, thus confirming the dialectic of unity and the struggle of opposites.*

Conclusions. *System-integrative approach to the study of fundamental interactions in nature makes it possible to determine the fundamental significance of the difference between long-range and short-range forces of nature: on the one hand - interactions of unlimited range (gravity and electromagnetism), and on the other - small radius (strong and weak). This demonstrates that the world of natural processes unfolds within these two polarities and at the same time embodies the unity of the extremely small and infinitely large - the microworld and the mega world, the elementary particle and the whole universe. In other words, the description of nature lies between two opposite pictures. In this "middle" description, physical laws lead to a new form of cognition, which is expressed by probabilistic representations. That is, being associated with the dynamic instability of natural systems (both micro- and macroscopic), the laws of nature operate only with the possibility of events, and do not make individual events predictable.*

Keywords: *integration, scientific picture of the world, fundamental interactions, world constants, unification theories.*



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



Кудін А.П., Кудіна Т.М., Кархут В.Я. Технологія комп'ютерного тестування при змішаному навчанні в університеті. *Фізико-математична освіта*. 2021. Випуск 3(29). С. 93-98.

Kudin A., Kudina T., Karhut W. Technology of computer testing in physics for blended learning in university. *Physical and Mathematical Education*. 2021. Issue 3(29). P. 93-98.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-029-3-014

УДК 378.146

А.П. Кудін

Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, Україна
 kudin@npu.edu.ua

ORCID: 0000-0001-6907-644X

Т.М. Кудіна

Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, Україна
 tamarakudin@gmail.com

ORCID: 0000-0002-8873-8178

В.Я. Кархут

Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, Україна
 v.y.karhut@npu.edu.ua

ORCID: 0000-0002-4632-4479

ТЕХНОЛОГІЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ТЕСТУВАННЯ ПРИ ЗМІШАНОМУ НАВЧАННІ В УНІВЕРСИТЕТІ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Робота присвячена вирішенню проблеми підвищення дискримінативності тестів з фізики шляхом введення нових форм завдань у тести та процедур проведення комп'ютерного тестування. Гіпотеза дослідження: підвищення ефективності контролю за самостійною роботою студентів при переході українських університетів на змішану форму навчання потребує удосконалення методів і засобів комп'ютерного тестування.

Матеріали і методи. Розробка нових форм завдань у тестах проводилась на основі сучасної теорії дистракторів. Оцінка ефективності завдань нового змісту і форми проводилась в рамках педагогічного експерименту протягом року системи в автоматичному режимі. Аналізувались результати оцінювання навчальних досягнень 91 студента спеціальності 122 «Інженерія програмного забезпечення».

Результати. Проведено аналіз поширених в Україні платформ для організації комп'ютерного тестування (Google Форми, Quizlet, Propofo, Kahoot!, ClassMarker, MyTestX, Test_2W, Testing, Plickers, Easy Test Maker і MOODLE). Констатується, що оптимальним рішенням при змішаному навчанні - є модуль для тестування у відкритій LMS MOODLE. Наведені приклади вирішення навчальних завдань при вивченні фізики (перевірка системи знань з фізики, формулювання законів, схеми протікання фізичного процесу, алгоритм розв'язку фізичних задач, доведення теорем) за допомоги нових форм тестів. Наведено психолого-педагогічне обґрунтування формулювання дистракторів та введення нових форм тестів. Показана доцільність використання при змішаній формі навчання в університеті двох видів організації комп'ютерного контролю, які мають відмінні процедури проведення: систематична оперативна офлайн-перевірка роботи студента над матеріалом, що виносить для самостійної роботи, та епізодичний модульний онлайн-зріз знань.

Висновок: використання розроблених технологій комп'ютерного тестування дозволяють значно покращити навчальні досягнення студентів з фізики при змішаному навчанні в університеті.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: тести, фізика, дистрактори, онлайн, офлайн, дискримінативність.

ВСТУП

Перехід у 2019 році на змішану форму навчання (використання дистанційних технологій в очному навчанні) закладів вищої освіти України актуалізував процес удосконалення навчальних технологій організації самостійної роботи студентів у віртуальному навчальному середовищі. Але без контролю за самостійною роботою будь-який навчальний процес не можна вважати повноцінним. Єдиною формою контролю за самостійною роботою студентів за таких умов є віддалене (інтернет) комп'ютерне тестування з автоматизованою перевіркою. Як показала практика (Федосеева, 2019, Кудін&Кудіна, 2016), ефективність комп'ютерного тестування як форми проведення об'єктивних зрізів знань зростає, якщо

вони проводяться часто, тести мають великі бази завдань і вони різні за формою. Форми завдань у тестах, як правило, задаються можливостями інформаційних систем тестування.

Аналіз літературних джерел. За даними сайту NAUROK.COM.UA (5, 2021), до найбільш поширених у 2019 році в Україні систем комп'ютерного тестування, орієнтованих на проходження тестування через Вебінтерфейс, належать: Google Форми, Quizlet, Proprofs, Kahoot!, ClassMarker, MyTestX, Test_2W, Testing, Plickers, Easy Test Maker і MOODLE.

Якщо порівняти кількість і якість вирішених навчальних завдань вищої школи у розглянутих платформах і модулі для тестування системи MOODLE (4, 2021), то вони не відрізняються. Окрім того, у LMS MOODLE є можливість розмістити мультимедійний контент, є власні сервіси комунікацій. LMS MOODLE є абсолютно безкоштовною і відкритою. Таким чином, на нашу думку, використання модуля для тестування у LMS MOODLE є оптимальним рішенням для вишів і з погляду дидактики, і з погляду економічної вигоди.

Серед складових організації комп'ютерного тестування (робота над змістом і формою тестів, вибір оболонки для тестування, введення тестів в оболонку, процедура проведення тестування, аналіз результатів тестування) найвагоміший вплив на якість тестування має перша складова. Тобто, робота над змістом і формою питань тестів є визначальною. Враховуючи проведені за останні роки достатньо глибокі дослідження питань статистичного аналізу результатів тестування, наприклад (Кухар&Сергієнко, 2010), **метою** нашого дослідження стало удосконалення таких складових організації комп'ютерного тестування як робота над змістом і формою питань тестів та процедур проведення тестувань.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Шаблони форм тестів створювались сервісами LMS MOODLE. Мережеве тестування проводилось протягом року в автоматичному режимі: отримувались результати оцінювання навчальних досягнень 91 студента спеціальності 122 «Інженерія програмного забезпечення». Для побудови варіаційних кривих використовувались дані з модуля для тестування системи MOODLE. При аналізі індивідуальних результатів зрізів знань додатково використовувалося анкетування студентів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБГОВОРЕННЯ

При складанні тестів певних форм робота зводиться до формулювання дистракторів. Деякі методисти (Кухар&Сергієнко, 2010) вважають, що дистрактори – це неточні відповіді, які мають допомогти учневі оволодіти навчальним матеріалом, а не вносити хаос в осмислення ним такого матеріалу. Якщо спиратись на точність перекладу, то англійське слово «distractor» утворене від дієслова «distract» (відволікати). На нашу думку, дистрактори – це точні відповіді, але вони не відповідають тому, про що йдеться у запитанні.

Тепер перейдемо до апробованих в дослідженні форм тестів. Будуть запропоновані різні форми тестових завдань залежно від того, що перевірялося у фізиці: закон, означення, процес, явище, алгоритм, доведення теореми, формули.

Перша форма: на перевірку визначення фізичного закону або означення (Таблиця 1).

Таблиця 1

Під якими числами у визначенні, що передає зміст аксіоми інерції, вжиті неправильні слова:

1	Абсолютно тверде тіло
2	буде перебувати
3	в спокої
4	при дії двох сил
5	тоді, коли вони
6	однакові за величиною
7*	однакові за напрямком
8	мають одну точку прикладання

Щоб створити таку форму тесту, формулювання фізичного закону чи означення, яке перевіряється, розбивається на логічно пов'язані між собою слова. Їм присвоюються порядкові номери. Але серед них (у Таблиці 1 – це фраза під номером 7) вносяться слова, які не належать цьому формулюванню. Але відносяться до іншого відомого означення чи закону. Тобто, це дистрактор, який «відволікає». Таким чином створюється психологічна ситуація, коли дистрактори не вносять хаос в осмислення навчального матеріалу.

Позначення окремих дистракторів числами пов'язане з тим, що це найбільш надійна форма передачі відповіді, де не може бути технічної помилки в результаті набору. На відміну, наприклад, від форми відповіді як «введення слова з клавіатури».

Вказаний підхід може бути використаний і для перевірки *схеми фізичного процесу, явища або алгоритму розв'язання певної фізичної задачі*. У прикладі тестового питання (Таблиця 2) перевіряється точне розуміння послідовності кроків в алгоритмі розв'язання однієї задачі в статистиці:

Таблиця 2

Що можна не робити при розв'язуванні задач в статистиці з використанням умови рівноваги:

1	зобразити всі сили на рисунку
2*	знайти і показати рівнодійну силу
3	ввести тіло відліку
4	і зв'язану з ним систему координат
5	осі на рисунку розмістити у зручному вигляді
6	обрахувати проекції усіх сил на осі координат
7	записати рівняння, у ліву частину яких входять суми проекцій усіх сил на відповідну вісь
8	розв'язати рівняння

Друга форма: перевірка доведення теорем або законів.

Більшість практиків вважає, що автоматизована комп'ютерна перевірка доведення теореми чи виведення формули практично неможлива, бо важко передбачити усі можливі варіанти слів (або їх послідовність) у тексті доведення, які може вжити студент. Наприклад, фрази «Візьмемо силу...», «Нехай маємо силу...», «Якщо ми маємо силу...» мають однаковий зміст, але при автоматизованій перевірці комп'ютером може бути оцінено не однаково.

Нижче наведено приклад тестового завдання (рис.1), яке перевіряє правильність доведення однієї теореми механіки: теорема про миттєвий центр швидкостей при плоскопаралельному русі.

Приклад.

Прочитайте уважно доведення теореми. Чи все там викладено правильно. Виберіть варіант правки.

Нехай маємо деяке тіло, що рухається плоско паралельно, і точка A – полюс, що має швидкість $\vec{v}_A$, як показано на рисунку. Проведемо через $m.F$ лінію перпендикулярну до вектору швидкості $\vec{v}_A$. За означення плоско-паралельного руху, по-перше, всі точки цієї лінії, як і точка A , будуть рухатись поступально з швидкістю $\vec{v}_A$. По-друге, всі точки, що знаходяться на цій лінії, будуть обертатися навколо $m.A$.

Покажемо вектори лінійних швидкостей точок обертального руху. Згідно формули Ейлера – чим далі точка від осі обертання, тим лінійна швидкість буде більшою. Знайдемо результуючі швидкості точок M_1, M_2, M' . Можна передбачити, що існує така точка M' , в якій лінійна швидкість обертального руху і швидкість поступального руху будуть однакові. Тоді результуюча швидкість точки M' дорівнюватиме нулю. Отже, при плоско паралельному русі тіла існує точка тіла, миттєва швидкість якої дорівнює нулю.

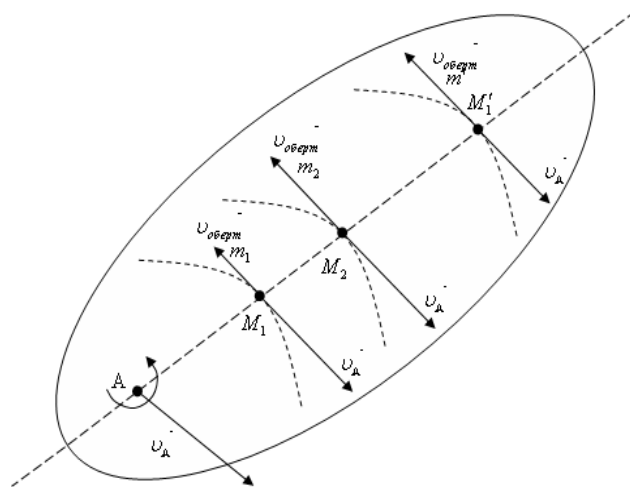


Рис. 1. Доведення теореми про існування миттєвого центру швидкостей

Варіанти правок.

1.Виправлення виділено – «Нехай маємо абсолютно тверде тіло, що рухається плоско паралельно...»

2.Виправлення виділено – «За формулою Ейлера для швидкостей точок при плоско-паралельному русі, по-перше, всі точки цієї лінії, як і точка A , будуть рухатись поступально з швидкістю $\vec{v}_A$...»

3.Виправлення виділено – «Згідно формули Ейлера – чим далі точка від осі обертання, тим куткова швидкість буде більшою».

4.Виправлення виділено - «Можна передбачити, що існує декілька точок M' , в яких лінійна швидкість обертального руху...».

5.Виправлення виділено – «Отже, при плоско паралельному русі тіла існує точка тіла, відносна швидкість якої дорівнює нулю».

6.Все правильно.

Усі правки – це дистрактори, які відповідають вимогам, що зазначені вище. У тексті, який бачить студент, виділених місць знаходження правок немає. Тобто студенту потрібно уважно (!) перечитати не один раз текст, щоб відшукати місце правки, яка пропонується; прийняти рішення про заміну чи не заміну правки. Це теж важливий навчальний момент: багаторазове повторення (перечитування) фрагментів того, що раніше було прочитане, може викликати відновлення в пам'яті всього тексту. Ця особливість пам'яті у психологів називається фрагментарністю (Зефіров & Зиятдинова, 2015).

Але в наведеному прикладі використовується ще один прийом психологічного впливу на студента: це наявність дистрактора під №6. Студент після перегляду усіх смислових дистракторів попадає у таку ситуацію, коли натрапляє на найпростіше рішення – дистрактор «все правильно». Практика показала, що більшість студентів чомусь не обирають цей дистрактор. Анкетування студентів показало, що вони «не вірять в те, що викладач придумував п'ять неправильних дистракторів».

Третя форма: перевірка формул.

Переважає більшість формул у фізиці має знак рівності.

Практика показала, що складнішими на вигляд є питання на перевірку формул у випадку, коли у питанні відсутня одна з частин цього рівняння (Таблиця 3).

Таблиця 3

Встановити відповідність, що виражають формули:

1	$\sqrt{\frac{k}{m}}$	А	Проекція «поновлюючої» сили
2	$(k_0 t + \alpha)$	Б	Період
3	$-kx$	В	Фаза
4	$\frac{2\pi}{k_0}$	Г	Частота
5	$\frac{x}{\sin(kt + \varphi)}$	Д	Амплітуда

Процедури проведення комп'ютерного тестування.

У Навчальній програмі дисципліни «Фізика (вибрані питання). Фізичні основи роботи елементів комп'ютера», є теми, які виносяться на самостійне опрацювання, і студентові необхідно вивчити цей матеріал до наступного аудиторного заняття. Отже, розгляд цих питань не можна відкласти на кінець навчального року. Крім того, у студента має бути впевненість, що він зрозумів ці питання правильно і готовий перейти до вивчення нової теми на наступному аудиторному занятті. А після вивчення окремих модулів (розділів) студент має достатні знання, щоб пройти атестацію навчальних досягнень за 100-бальною системою. Практика показала доцільність використання при змішаній формі навчання в університеті таких видів комп'ютерного контролю, які мають відмінну процедуру проведення: *систематична оперативна офлайн-перевірка роботи студента* над матеріалом, що виноситься для самостійної роботи та *епізодичний модульний онлайн-зріз знань*.

1. Оперативна офлайн-перевірка самостійної роботи студента.

Місце проведення. Віддалене тестування організовано в модулі для тестування в інтернет-доступному курсі «Фізика» у MOODLE для авторизованих студентів.

Процедура тестування. Відповідно до зазначеної вище навчальної мети умови реалізації даного виду віддаленого комп'ютерного тестування мають такий вигляд: частота проведення тестування визначається кількістю вивчених тем (після кожної теми); форма нескладна (наприклад, «одна правильна відповідь і 3-4 «неправильні»); спроба одна; термін здачі – до наступного заняття протягом тижня; тривалість тестування визначається експериментально (До часу прочитання тексту запитання і усіх його дистракторів додається 15 секунд. Такі «жорсткі» часові рамки цього виду тестування обумовлені тим, що, як показують результати практичних робіт з комп'ютерної текстології (Федосєєва&Нечепоренко, 2019), обмеження часу на обдумування, як правило, виключає можливість користуватися додатковими джерелами під час тестування.); тест на невелику кількість балів (2-3 бали при тому, що модульний 30 балів! Це зроблено з метою, щоб не було бажання у студента звернутись до іншої особи з проханням виконати за нього); питання в тесті обирає генератор випадкових чисел – стандартна функція формування варіантів білетів при комп'ютерному тестуванні; оцінка за тест стає відомою студентові одразу після його здачі, але повний протокол відповіді оприлюднюється після закінчення термінів здачі всіх робіт студентів, що встановлюється в системі MOODLE викладачем. Це зроблено для неотримання інформації про правильні відповіді студентами, які будуть здавати тест останніми.

2. Онлайн модульний зріз.

Місцем проведення цього виду тестування є модуль для тестування в інтернет-доступному курсі «Фізика» у MOODLE для авторизованих студентів, але з іншими налаштуваннями і проводиться в мережевому класі під наглядом через Web-камери.

Головним завданням другого виду комп'ютерного тестування є об'єктивний зріз знань великого обсягу навчального матеріалу. Тому умови процедури тестування більш «жорсткі»: ідентифікація осіб у мережевому класі перед початком тестування; завдання розрізняються за рівнем складності; вибір відповіді – з клавіатури; відсутні часові обмеження на обдумування питання; 1 раз на місяць; проводиться у заздалегідь визначений час (до 1 години); присутність викладача обов'язкова; основний внесок у рейтинг студента (наприклад, три тестування по 30 балів).

Оцінка ефективності запропонованих форм тестів.

Нами був проведений аналіз тесту в цілому на його дискримінативність. Це – найголовніший критерій ефективності будь-якого тесту, особливо педагогічного (Кухар&Сергієнко, 2010). Дискримінативність – це здатність тесту в цілому диференціювати обстежуваних студентів відносно максимального і мінімального результатів тесту. У нашому випадку – перевірити, наскільки ефективно запропоновані форми тестів виконали навчальне завдання з перевірки рівня залишкових знань.

Дискримінативність точно вимірюється показником дельта Фергюсона, але може бути оцінена із характеру розподілу кількості обстежуваних по інтервалах балів від мінімального до максимального значення. У даному дослідженні дискримінативність тесту перевірялась з допомогою варіаційних кривих (в 10 послідовних інтервалах балів, на які розбивається шкала від 0 до 100 балів), побудованих на основі результатів зрізів знань, проведених протягом семестру (рис. 2). Дані отримували з модуля для тестування системи MOODLE в автоматизованому режимі.

З погляду загальної теорії тестів (Федосєєва&Нечепоренко, 2019) яскраво виражений максимум варіаційної кривої в певній області балів свідчить про низьку дискримінативність тестів. Наприклад, якщо це область малих балів, *тест в цілому важкий* для студентів конкретної групи і потребує докорінної переробки. Як видно із рис. 2, дискримінативність даного тесту є високою: крива має широкий максимум, який охоплює значну частину інтервалів позитивних балів. Це означає, що даний тест в цілому виконав своє навчальне завдання – «розподілити» студентів на осіб з низьким, середнім і високим рівнем знань.

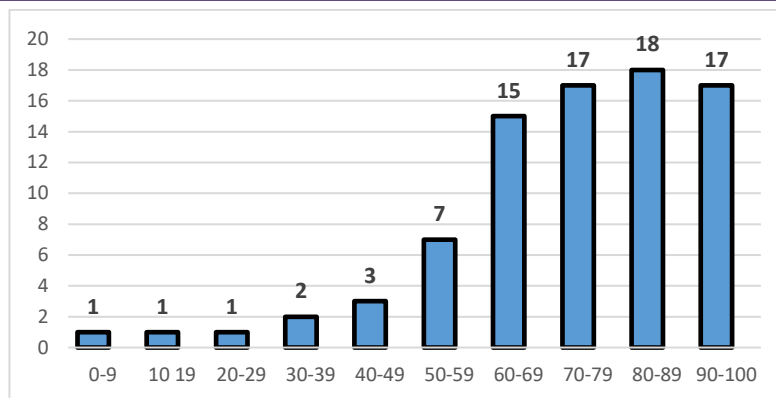


Рис.2. Розподіл кількості студентів за балами (0-100) при використанні запропонованих форм тестів і процедури комп'ютерного тестування

ВИСНОВКИ

Запропоновані форми питань комп'ютерних тестів з фізики, які базуються на теорії дистракторів, розв'язують низку важливих навчальних завдань вищої школи (систематизацію знань з фізики, перевірку формулювань законів, схем протікання фізичного процесу, знання алгоритму розв'язку фізичних задач і доведення теорем). Визначено, що оптимальними у закладах вищої освіти при змішаній формі навчання є два види комп'ютерного тестування: систематична офлайн-перевірка знань матеріалу, що виноситься на самостійне опрацювання і модульний онлайн-зріз знань у мережевому класі. Результати педагогічного експерименту показали, що удосконалена форма тестів і запропонована процедура проведення комп'ютерного тестування дозволяють досягнути високої дискримінативності тестів. Подальшого дослідження потребують адитивні технології тестування з елементами штучного інтелекту, виготовлені у формі мобільних застосунків для проведення оперативного онлайн-опитування студентів.

Список використаних джерел

1. Зефіров Т.Л., Зиятдинова Н.И., Купцова А.М. *Физиологические основы памяти. Развитие памяти у детей и подростков*. Казань, КФУ, 2015. 40 с.
2. Кудін А.П., Кудіна Т.М., Кархут В.Я. Програмне забезпечення та інтерактивні інформаційні системи. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*/ ред.: П.С. Атаманчук (голова, наук. ред) та ін./ [Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2016.- Випуск 22: Дидактичні механізми дієвого формування компетентнісних якостей майбутніх фахівців фізики і техніки. С. 194-197.
3. Кухар Л.О., Сергієнко В.П. *Конструювання тестів. Курс лекцій*: навч. посіб. Луцьк, 2010. 182 с.
4. Сайт LMS MOODLE URL: <https://moodle.com/lms/> (дата звернення 08.05.2021).
5. Сайт «Онлайн-тести «На Урок». URL: <https://naurok.com.ua/test> (дата звернення 08.05.2021).
6. Федосієва О. В., Нечепоренко А.Г. Ефективність комп'ютерного тестування у навчальному процесі в медичних ВНЗ. *Науковий огляд*. 2019. № 5.С. 1-10.

References

1. Zefirov T.L., Zijatdinova N.I., Kupcova A.M. (2015) *Fiziologicheskie osnovy pamjati. Razvitie pamjati u detej i podrostkov*. Kazan', KFU, [in Russian].
2. Kudin A.P., Kudina T.M., Karkhut V.Ia. (2016) *Prohramne zabezpechennia ta interaktyvni informatsiini systemy Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriiia pedahohichna.*/ red.: P.S.Atamanchuk (holova, nauk. red) ta in./ [Kamianets-Podilskyi natsionalnyi universytet imeni Ivana Ohienka, - Vypusk 22: Dydaktychni mekhanizmy diievoho formuvannia kompetentnistnykh yakosteï maibutnykh fakhivtsiv fizyky i tekhniky. S. 194-197. [in Ukrainian]
3. Kukhar L.O., Serhiienko V.P. (2010) *Konstruiuvannia testiv. Kurs leksiï: navch. posib*. Luts'k, [in Ukrainian]
4. Sait LMS MOODLE Retrieved from <https://moodle.com/lms/> (data zvernennia 08.05.2021). [in Ukrainian].
5. Sait «Onlain-testy «Na Urok». Retrieved from <https://naurok.com.ua/test> (data zvernennia 08.05.2021). [in Ukrainian]
6. Fedosieieva O. V., Nechiporenko A.H. (2019) *Efektivnist kompiuternoho testuvannia u navchalnomu protsesi v medychnykh VNZ. Naukovyi ohliad*. № 5.S. 1-10. [in Ukrainian]

TECHNOLOGY OF COMPUTER TESTING IN PHYSICS FOR BLENDED LEARNING IN UNIVERSITY

A.P. Kudin, T.M. Kudina, W.Y. Karhut

Drahomanov National Pedagogical University, Ukraine

Abstract.

Formulation of the problem. The article is devoted to solving the problem of increasing discriminant parameter of tests in physics by introducing new forms of tasks in the test and procedures for computer testing. Research hypothesis: the improvement of methods and tools of computer testing is necessary to increase the effectiveness of control over the independent work of students in the transition of Ukrainian universities to a blended form of education.

Materials and methods. The development of new forms of tasks in the tests was carried out on the basis of modern distractor theory. Evaluation of new tasks effectiveness was carried out as part of a pedagogical experiment during the year in automatic mode. The assessment results of academic achievements of 91 students specialty 122 "Software Engineering" were analyzed.

Results. The author analyzes the most common in Ukraine platforms for the organization of computer testing system (Google Forms, Quizlet, Proprofs, Kahoot, ClassMarker, MyTestX, Test_2W, Testing, Plickers, Easy Test Maker and MOODLE). For his opinion, the optimal module for testing is learning management system MOODLE. It can solve the existing problems in blended learning. The pre-work on the content and form of test requests is determining for organization of testing. The author gives examples of solving educational problems in physics studying (checking knowledge, formulation of laws definition, schemes for the physical process, an algorithm for the solution of physical problems, the introduction of the theorem) using new forms of tests based on modern research theory. There are two types of computer control, which have different procedures. The first one is the systematic operational offline verification of the student's work; the second one is episodic module online checking.

Conclusion: the developed computer testing technologies can significantly improve the students educational achievements in Physics educating for a blended form at the university.

Key words: tests, physics, distractors, online, offline, discriminar.



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



Мар'єнко М.В. Методика використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 3(29). С. 99-104.

Marienko M. Methods of using cloud-oriented open science systems in the process of teacher teaching and professional development. Physical and Mathematical Education. 2021. Issue 3(29). P. 99-104.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-029-3-015

УДК 378.046.4::373.58/.5.091.2.011.3-051:51]:004

М.В. Мар'єнко

Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, Україна

ropeltmaya@gmail.com

ORCID: 0000-0002-8087-962X

МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНИХ СИСТЕМ ВІДКРИТОЇ НАУКИ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ І ПРОФЕСІЙНОГО РОЗВИТКУ ВЧИТЕЛІВ

АНОТАЦІЯ

В статті описано методику використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів. Наведено складники методики використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів.

Формулювання проблеми. Незважаючи на активне використання освітянами хмаро орієнтованих систем існують певні проблеми в організації навчання та професійного розвитку вчителів. Однією з основних проблем постає відсутність методик використання хмарних сервісів, що не є локалізованими, але безкоштовними для використання в науковій та навчальній діяльності (хмарні сервіси та хмаро орієнтовані системи відкритої науки).

Матеріали і методи. Для досягнення поставленої мети застосовано комплекс методів: порівняльного та системного аналізу наукових праць, що охоплюють проблему дослідження, вивчення вітчизняного та зарубіжного досвіду використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки; синтез, узагальнення й концептуалізація для обґрунтування теоретичних засад використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки.

Результати. Описана методика є частиною хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Методика використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів містить наступні компоненти: цільовий, змістовий, технологічний та результативний. Визначено, що в якості основного засобу навчання виступає європейська хмара відкритої науки.

Висновки. Використання вчителями хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку може призвести до впровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки в шкільну практику, використання окремого інструментарію в рамках шкільних предметів, що урізноманітнить навчальний процес та призведе до підвищення його науковості.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: хмаро орієнтовані системи, відкрита наука, професійний розвиток вчителів, хмаро орієнтовані системи відкритої науки, методика використання хмаро орієнтованих систем.

ВСТУП

Постановка проблеми. У виступі Л. С. Мандзій (Мандзій, 2020), заступниці Міністра освіти і науки України, було розкрито основні можливості підвищення кваліфікації педагогічних працівників. До основних змін професійного розвитку педагога віднесено вільний вибір педагогічними працівниками семінарів, тренінгів, практикумів, вебінарів в межах програми підвищення кваліфікації. Відтак, серед напрямів підвищення кваліфікації було вказано: використання інформаційно-комунікаційних та цифрових технологій; формування та підвищення професійних компетентностей, опанування новітніх технологій. В зв'язку зі змінами підвищення кваліфікації освітян, зокрема вчителів, постає проблема в розробці нових методик, які б змогли охопити принаймні вказані два напрями підвищення кваліфікації. О. В. Коротун в своєму дослідженні (Коротун, 2018) зробила висновок, що використання хмаро орієнтованих систем має величезний потенціал у навчанні, зокрема у навчанні майбутніх вчителів інформатики. Однак, методик використання хмаро орієнтованих систем недостатньо. Якщо за 2018-2021 рр. ситуація з впровадження та використання хмаро орієнтованих систем покращилась (Волошина, 2018; Вакалюк, 2019; Кузьмінська, 2020), то використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки потребують подальшого розроблення, зокрема у процесі навчання і професійного розвитку вчителів.

В зв'язку із запровадженням карантинних заходів спричинених розповсюдженням COVID-19 в 2020-2021 рр. в більшості шкіл України було впроваджено дистанційну форму навчання. Організація дистанційної форми навчання можлива за рахунок використання інструментів хмаро орієнтованих систем відкритої науки. Незважаючи на активне використання освітянами хмаро орієнтованих систем існують певні проблеми в організації навчання та професійного розвитку вчителів. Однією з основних проблем постає відсутність методик використання хмарних сервісів, що не є локалізованими, але безкоштовними для використання в науковій та навчальній діяльності (хмарні сервіси та хмаро орієнтовані системи відкритої науки). Існує припущення, що використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки дозволить зробити навчальний процес більш науковим та академічним, призведе до вирішення окремих проблем академічної доброчесності серед вчителів та учнів.

Аналіз актуальних досліджень. О. Г. Кузьмінська в своєму дослідженні (Кузьмінська, 2020) аналізує зміст понять «методика використання ІКТ в освіті» та надає авторське визначення терміну «методика застосування цифрового освітнього середовища наукової комунікації магістрів-дослідників». Описана методика включає: суб'єкти, об'єкти, мету, умови, засоби, форми організації, методи освітньо-наукової комунікації та результат.

Т. А. Вакалюк визначила основні компоненти методичної системи використання хмаро орієнтованого навчального середовища підготовки бакалаврів інформатики включає такі методики (Вакалюк, 2019): методика використання хмаро орієнтованої системи підтримки навчання як складника ХОНС у підготовці бакалаврів інформатики, методика використання хмаро орієнтованих засобів навчання у підготовці бакалаврів інформатики, методика використання Web-орієнтованих засобів навчання бакалаврів інформатики.

В дослідженні С. Г. Литвинової (Литвинова, 2016) розроблена методична система проектування хмаро орієнтованого навчального середовища закладу загальної середньої освіти, тому основний акцент полягає в описі методики проектування хмаро орієнтованого навчального середовища закладу загальної середньої освіти. При цьому розглянуто проектування на рівні керівника, проектування на рівні адміністратора навчального середовища, проектування на рівні вчителя-предметника, проектування ХОНС на рівні учня. Хоча в роботі (Литвинова, 2016) відсутня методика використання хмаро орієнтованого навчального середовища закладу загальної середньої освіти, але для проведення поточного дослідження важливим був аналіз методичних основ використання спроектованого хмаро орієнтованого навчального середовища у закладі загальної середньої освіти.

Т. В. Волошина (Волошина, 2018) описала методику використання гібридного хмаро орієнтованого навчального середовища для формування самоосвітньої компетентності майбутніх фахівців з інформаційних технологій. Подано структуру методики. Додатково наведено опис методики інтеграції ресурсів і сервісів гібридного хмаро орієнтованого навчального середовища у електронні навчальні курси для підтримки самоосвітньої діяльності студентів ІТ-фаху.

Аналіз останніх досліджень та публікацій було в першу чергу спрямовано на вивчення наявних методик використання, оскільки методики навчання та методики використання мають суттєві відмінності. За своєю структурою методика використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів буде мати схожу, класичну структуру, подібну до наявних методик використання того чи іншого сервісу чи програмного продукту.

Мета статті – розробити методику використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення поставленої мети застосовано комплекс методів: порівняльного та системного аналізу наукових праць, що охоплюють проблему дослідження, вивчення вітчизняного та зарубіжного досвіду використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки; синтез, узагальнення й концептуалізація для обґрунтування теоретичних засад використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки.

В статті наведені результати виконання другого етапу (Дослідницький) проекту «Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів» (2020.02/0310) переможця конкурсу «Підтримка досліджень провідних та молодих вчених» за 2020 р, що фінансується Національним фондом досліджень України. Автор статті є відповідальним виконавцем проекту «Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів».

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Сфера вищої освіти є середовищем, де відкрита наука та відкрита освіта можуть мати взаємозв'язки в межах спільної концепції відкритості. Більш того, відкрита наука та відкрита освіта пов'язані між собою такими суб'єктами, як викладачі закладів вищої освіти, які задіяні в науково-дослідному процесі. Існують деякі ключові компоненти відкритості у відкритій науці, які мають зв'язки з відкритою освітою. Більше того, ці аспекти також можуть бути пов'язані з науково-дослідною та освітньою діяльністю. Одним із компонентів є інструменти, тобто системи та послуги – переважно цифрові – які підтримують спілкування та співпрацю в науковій спільноті. Відкритість у цьому сенсі може стосуватися доступності інструменту, його вартості або сумісності з іншими послугами. Багато дослідників називають інструменти та програмне забезпечення з відкритим кодом послугами, які є доступними, модифікуються та мають вільний (повторно) використаний код. Таким чином, відкриті джерела дослідницьких інструментів легко та доступно використовувати для навчання та викладання та можуть полегшити доступ до даних досліджень та джерел для студентів чи учнів. Другий компонент – це діяльність, така як особиста поведінка та взаємодія науковців, як спілкування та співпраця в наукових спільнотах. Діяльність може бути видимою для всіх, обмеженою для певних груп або закритою, як наприклад, процеси сліпого рецензування. Пристосовуючи їх до навчального процесу, наукова діяльність може стосуватися або поведінки вчителів, або поведінки учнів. Актуальними аспектами для учнів є варіанти створення та обміну власними матеріалами та обговорення їх з однолітками. Третім компонентом є такі ресурси, як дані, книги чи наукові статті (Heck et al, 2020).

Аналізуючи опис методики використання науково-навчальної хмари наукової (освітньої) установи та методики використання компонентів навчального призначення на базі гібридної хмари AWS наведені в дослідженні М. П. Шишкіної (Шишкіна, 2016) було виконано опис методики використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів.

Структура методики використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів.

Цільовий компонент.

Мета: підвищення рівня навчання і професійного розвитку вчителів за рахунок використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки, підвищення рівня компетентностей відкритої науки.

Цільова група: вчителі природничо-математичних предметів.

Змістовий компонент.

Елементи змісту перепідготовки, підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів.

Технологічний компонент.

Методи навчання: спостереження, демонстрація, ілюстрація, репродуктивний, пошуковий, дослідницький, навчальна дискусія; ситуація пізнавальної новизни; ситуація зацікавленості, проблемно-евристичний.

Форми навчання: тренінги, навчальні курси, дистанційні навчальні курси, семінари, вебінари, індивідуальні консультації, лекція (традиційна, проблемна) із застосуванням хмарних сервісів та систем відкритої науки.

Засоби навчання: хмаро орієнтовані системи відкритої науки (хмарні сервіси хмари відкритої науки EOSC, Google Classroom Skype).

Результативний компонент: підвищення рівня навчання і професійного розвитку вчителів за рахунок використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки, підвищення рівня компетентностей відкритої науки.

Мінімальні вимоги до апаратно-програмного забезпечення на пристрої користувача: наявність браузера та підключення до мережі Інтернет (дротове чи Wi-Fi).

Орієнтований план тренінгових занять.

Тема 1. Реєстрація в EOSC та створення проєкту (4 год.).

Тема 2. Добір та додавання окремих хмарних сервісів (4 год.).

Тема 3. Використання загальногалузових хмарних сервісів (2 год.).

Тема 4. Використання спеціалізованих хмарних сервісів (2 год.).

Всього: 12 год.

Запровадження даної методики рекомендується на вищому рівні хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Рекомендовано проведення окремого курсу (очного чи дистанційного) підвищення кваліфікації вчителів природничо-математичних предметів. При цьому його специфіка полягає у виключному використанні інструментарію EOSC. Курс підвищення кваліфікації з використання інструментарію EOSC вчителями бажано проводити тривалістю більше ніж тиждень, оскільки окремі хмарні сервіси, які користувач додає до свого проєкту потребують перевірки та ліцензійної згоди. Цей процес може тривати від одного дня до трьох.

Попередньо треба провести підготовчу роботу, пояснивши, що робота буде відбуватись в англомовному середовищі, тому можливо, знадобиться залучення сторонніх програмних засобів (автоматичних та напівавтоматичних перекладачів). Тому, основні моменти використання краще подати, як зразок покрокової роботи з EOSC у вигляді довідкових чи навчально-довідкових матеріалів. Як варіант розробити спеціальні зошити з нотатками де кожен слухач курсів зможе записати індивідуальні спостереження роботи з інструментарієм EOSC. Велику увагу слід приділити демонстраційному матеріалу, що буде використаний під час лекцій. Це може бути як презентація з аудіо супроводом, так і попередньо записане відео (короткий довідковий матеріал).

Також вчителі мають бути ознайомлені з подробицями створення проєкту та спланувати його наповнення. Ці моменти є більш організаційного характеру, однак потребують додаткових роз'яснень та консультацій. Слухачі курсу попередньо визначають структуру майбутнього проєкту, його цілі, задачі та проблеми які будуть вирішені після його створення.

Під час вивчення тем 3 та 4 ознайомити слухачів з категоріями сервісів, що наявні в структурі EOSC та пояснити, що в першу чергу вони орієнтовані на науковців. Однак більшість з них можуть бути використані для організації спільної роботи учнів на уроках, для налагодження комунікації. Окремою категорією постають сервіси, які скоріше нагадують репозитарії наукових досліджень. Дані сервіси відкритого доступу будуть також корисні педагогам, оскільки представляють собою останні новинки провідних досліджень Європи, вчителі зможуть ознайомитись з зарубіжними аналогами безкоштовних хмарних сервісів відкритої науки.

Як приклад можна навести короткий опис та використання одного з хмарних сервісів, що представлений в EOSC – 3DBionotes-WS. Веб-платформа 3DBionotes-WS інтерпує кілька веб-служб та інтерактивний веб-переглядач, щоб забезпечити єдине середовище, в якому біологічні анотації можна аналізувати в їх структурному контексті. Після спалаху COVID-19 нові структурні дані багатьох вірусних білків були включені в новий розділ 3DBionotes-COVID-19 (рис. 1).

Модель є динамічною. За допомогою кнопок навігації користувач може додавати окремі елементи, переглядати підписи. Наводячи мишкою на окремі елементи моделі з'являється підпис з поясненням. Хмарний сервіс надає можливість самостійно створювати структурні моделі, завантажувати вже готові чи переглядати наявні.

Слухачів слід орієнтувати на те, що всі сервіси Європейської хмари відкритої науки не можна опанувати в рамках курсів підвищення кваліфікації. Головне, щоб вчителі запам'ятали основи роботи з EOSC, етапи створення власного проєкту та додавання до нього хмаро орієнтованих сервісів, що представлені в переліку за категоріями.

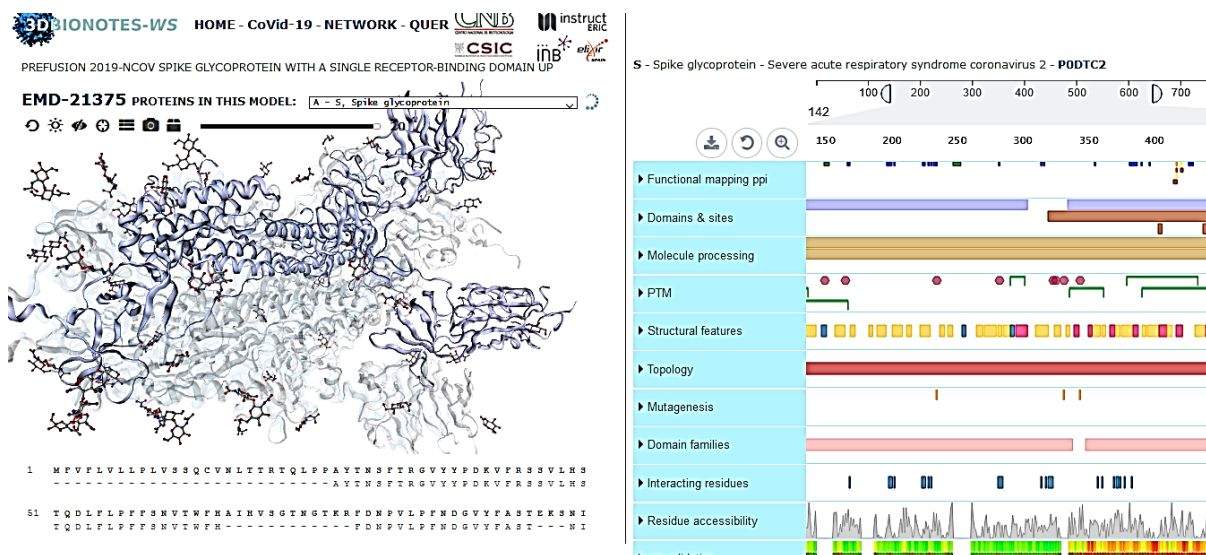


Рис. 1. Приклад структурної моделі

Під час проведення тренінгових занять можуть виникати певні труднощі:

1. Попередньо треба попереджати технічну підтримку того чи іншого хмарного сервісу, адже одночасне використання великої кількості користувачів з України (близько 1000), може бути розцінене як DoS-атака. Це призводить до тимчасового відключення акаунтів користувачів чи повного блокування послуг за локалізацією.
2. Якщо все ж хмарний сервіс тимчасово заблоковано йому має бути надана альтернатива (можливо гнучкий графік виконання завдань з використанням того чи іншого сервісу).
3. Можливий варіант, коли в окремій місцевості відсутнє повне чи часткове інтернет-з'єднання, а учасники тренінгових занять обмежені часовими рамками.
4. Треба бути готовими, що той чи інший акаунт користувача може бути заблоковано чи видалено. Ця проблема особливо актуальна під час організації групової роботи.
5. Слід врахувати той момент, що за певних технічних причин акаунт того чи іншого користувача не буде одразу доступним для роботи (підключення іншими учасниками тренінгових занять).
6. Учасникам тренінгових занять слід попередньо пояснити, чому обрано саме ті чи інші хмарні сервіси, чим вони відрізняються, в чому їх особливості та чому їх слід вважати відкритими. Хоча попередньо вчителі вивчають парадигму відкритої науки, але не одразу стає зрозумілим як це використати на практиці.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

В процесі дослідження було встановлено, що існує взаємозв'язок між відкритою наукою та відкритою освітою, що цілі та принципи відкритої науки можна впровадити в закладах вищої освіти. Хмаро орієнтовані системи відкритої науки майже не використовуються в закладах вищої освіти та на курсах підвищення кваліфікації вчителів. Тобто існують проблеми з використанням хмаро орієнтованих систем відкритої науки через недостатню розробленість методик їх використання. Методика використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів має включати такі засоби навчання, щоб охопити різні потреби вчителів залежно від форми та предметів викладання.

Описана методика є частиною хмаро орієнтованої методичної системи підготовки вчителів природничо-математичних предметів до роботи в науковому ліцеї. Методика використання хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку вчителів містить наступні компоненти: цільовий, змістовий, технологічний та результативний.

Використання вчителями хмаро орієнтованих систем відкритої науки у процесі навчання і професійного розвитку може призвести до впровадження хмаро орієнтованих систем відкритої науки в шкільну практику, використання окремого інструментарію в рамках шкільних предметів, що урізноманітнить навчальний процес та призведе до підвищення його науковості.

В якості перспективи подальших досліджень постає обґрунтування методичних рекомендацій щодо використання сервісів хмаро орієнтованої методичної системи у процесі діяльності вчителя наукового ліцею, що є одним із запланованих завдань Підсумкового етапу виконання проєкту «Хмаро орієнтовані системи відкритої науки у навчанні і професійному розвитку вчителів» (2020.02/0310).

Список використаних джерел

1. Вакалюк Т. А. Теоретико-методичні засади проектування і використання хмаро орієнтованого навчального середовища у підготовці бакалаврів інформатики : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2019. 614 с.
2. Волошина Т. В. Використання гібридного хмаро орієнтованого навчального середовища для формування самоосвітньої компетентності майбутніх фахівців з інформаційних технологій : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2018. 293 с.

3. Коротун О. В. Використання хмаро орієнтованого середовища у навчанні баз даних майбутніх учителів інформатики : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.10 / Житомирський державний університет імені Івана Франка, Інститут інформаційних технологій та засобів навчання НАПН України. Київ, 2018. 356 с.
4. Кузьмінська О. Г. Теоретико-методичні засади проектування і застосування цифрового освітнього середовища наукової комунікації магістрів-дослідників : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.10 / Національний університет біоресурсів і природокористування України, Державний заклад «Луганський національний університет імені Тараса Шевченка». Старобільськ, 2020. 684 с.
5. Литвинова С. Г. Теоретико-методичні основи проектування хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2016. 602 с.
6. Мандзій Л. С. Професійний розвиток педагога : нові можливості у 2020. URL :<https://nus.org.ua/wp-content/uploads/2020/03/Prezentatsiya-MON-Pidvyshhennya-kvalifikatsiyi-pedagogiv-ZZSO.pdf> (Дата звернення 31.05.2021).
7. Шишкіна М. П. Теоретико-методичні засади формування і розвитку хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища вищого навчального закладу : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.10 / Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Київ, 2016. 441 с.
8. Heck T., Peters I., Mazarakis A., Scherpc A., Blümel I. Open Science Practices in Higher Education : Discussion of Survey Results from Research and Teaching Staff in Germany. *Education for Information*. 2020. No. 36. P. 301-323. DOI: 10.3233/EFI-190272.

References

1. Vakaliuk, T. A. (2019). Teoretyko-metodychni zasady proektuvannia i vykorystannia khmaro oriientovanoho navchalnoho seredovyscha u pidhotovtsi bakalavriv informatyky [Theoretical and methodical principles of the cloud-based learning environment design and use in the training of bachelors in computer science]. *Doctor's thesis*. Kyiv: Institute of Information Technologies and Learning Tools of NAES of Ukraine [in Ukrainian].
2. Voloshyna T. V. (2018) Vykorystannia hibrvidnoho khmaro oriientovanoho navchalnoho seredovyscha dlia formuvannia samoosvitnoi kompetentnosti maibutnikh fakhivtsiv z informatsiinykh tekhnolohii [The use of a hybrid cloud-based learning environment for the formation of self-educational competence of future information technology professionals]. *Candidate's thesis*. Kyiv: Institute of Information Technologies and Learning Tools of NAES of Ukraine [in Ukrainian].
3. Korotun O. V. (2018). Vykorystannia khmaro oriientovanoho seredovyscha u navchanni baz danykh maibutnikh uchyteliv informatyky [Use of the cloud-oriented environment in training of databases of future teachers of computer science]. *Candidate's thesis*. Kyiv : Zhytomyr State University named after Ivan Franko, Institute of Information Technologies and Learning Tools of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine [in Ukraine].
4. Kuzminska O. G. (2020). Teoretyko-metodychni zasady proektuvannia i zastosuvannia tsyfrovoho osvithnoho seredovyscha naukovoї komunikatsii mahistriv-doslidnykiv [Theoretical and methodical principles of design and application of digital educational environment of scholarly communication of masters of research]. *Doctor's thesis*. Starobilsk: National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Institution «Taras Shevchenko National University of Luhansk» [in Ukraine].
5. Lytvynova S. H. (2016) Teoretyko-metodychni osnovy proektuvannia khmaro oriientovanoho navchalnoho seredovyscha zahalnoosvitnoho navchalnoho zakladu [Theoretical and methodological bases of designing a cloud-based educational environment of a secondary school]. *Doctor's thesis*. Kyiv: Institute of Information Technologies and Learning Tools of NAES of Ukraine [in Ukrainian].
6. Mandzii L. S. Profesiyni rozvytok pedahoha : novi mozhlyvosti u 2020 [Professional development of a teacher: new opportunities in 2020]. Retrieved from <https://nus.org.ua/wp-content/uploads/2020/03/Prezentatsiya-MON-Pidvyshhennya-kvalifikatsiyi-pedagogiv-ZZSO.pdf> [in Ukrainian].
7. Shyshkina M. P. (2016) Teoretyko-metodychni zasady formuvannia i rozvytku khmaro oriientovanoho osvithno-naukovoho seredovyscha vyshchoho navchalnoho zakladu [Theoretical and methodological principles of formation and development of cloud-oriented educational and scientific environment of higher education]. *Doctor's thesis*. Kyiv: Institute of Information Technologies and Learning Tools of NAES of Ukraine [in Ukrainian].
8. Heck, T., Peters, I., Mazarakis, A., Scherpc, A. & Blümel I. (2020). Open Science Practices in Higher Education : Discussion of Survey Results from Research and Teaching Staff in Germany. *Education for Information*, 36, 301-323. DOI: 10.3233/EFI-190272 [in English].

METHODS OF USING CLOUD-ORIENTED OPEN SCIENCE SYSTEMS IN THE PROCESS OF TEACHER TEACHING AND PROFESSIONAL DEVELOPMENT

Maiia Marienko

Institute of Information Technologies and Learning Tools of NAES of Ukraine, Ukraine

Abstract. The article describes the method of using cloud-based systems of open science in the process of teaching and professional development of teachers. The components of the methodology of using cloud-oriented systems of open science in the process of teaching and professional development of teachers are given.

Formulation of the problem. Despite the active use of cloud-based systems by educators, there are some problems in the organization of teaching and professional development of teachers. One of the main problems is the lack of methods for using cloud services, which are not localized, but free for use in research and educational activities (cloud services and cloud-based open science systems).

Materials and methods. To achieve this goal, a set of methods is used: comparative and systematic analysis of scientific papers, covering the problem of research, study of domestic and foreign experience in the use of cloud-based systems of open science; synthesis, generalization and conceptualization to substantiate the theoretical foundations of the use of cloud-based systems of open science.

Results. The described technique is a part of a cloud-oriented methodical system of preparation of teachers of natural and mathematical subjects

for work in a scientific lyceum. The method of using cloud-based systems of open science in the process of teaching and professional development of teachers contains the following components: target, content, technology and effectiveness. It is determined that the main cloud of learning is the European cloud of open science.

Conclusions. *Teachers' use of cloud-based open science systems in the process of teaching and professional development can lead to the introduction of cloud-based open science systems in school practice, the use of separate tools in school subjects, which will diversify the educational process and increase its scientificity.*

Key words: *cloud-oriented systems, open science, professional development of teachers, cloud-oriented systems of open science, methods of using cloud-oriented systems.*



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



Розуменко А.О., Розуменко А.М. Моніторинг знань як інструмент забезпечення якісної математичної підготовки студентів. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 3(29). С. 105-111.

Rozumenko A.O., Rozumenko A.M. Knowledge monitoring as a tool for providing quality mathematical training of students. Physical and Mathematical Education. 2021. Issue 3(29). P. 105-111.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-029-3-016
 УДК 373.5.016:519.2

А.О. Розуменко

Комунальний заклад Сумської обласної ради

«Сумська обласна гімназія-інтернат для талановитих та творчо обдарованих дітей», Україна

angelarozumenko@ukr.net

ORCID: 0000-0002-4759-3320

А.М. Розуменко

Сумський національний аграрний університет, Україна

a.rozumenko@snau.edu.ua

ORCID: 0000-0002-3069-9313

МОНІТОРИНГ ЗНАНЬ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКІСНОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. В статті розглянуто проблему зниження якості математичної підготовки студентів різних спеціальностей.

Матеріали і методи. У ході підготовки статті були використані такі методи дослідження: порівняльний аналіз теоретичних положень, розкритих у науковій та навчально-методичній літературі; спостереження за математичною підготовкою майбутніх фахівців різних напрямів; бесіди із студентами; узагальнення педагогічного досвіду з викладання математичних дисциплін, анкетування (239 респондентів) та статистичні методи обробки експериментальних даних (метод статистичних гіпотез).

Результати. На основі аналізу моніторингових досліджень різних рівнів зроблено висновок про те, що якість математичної підготовки майбутніх фахівців має тенденцію зниження незалежно від напрямку підготовки. Наведено результати експериментального регіонального дослідження, що підтверджують цей висновок.

Обґрунтовано необхідність проведення моніторингу математичних знань як одного із інструментів забезпечення більш якісної математичної підготовки студентів.

Запропоновано методичні рекомендації щодо підвищення якості математичної підготовки студентів першого року навчання різних напрямів підготовки.

Висновки. Підтверджено, що система моніторингу має бути комплексною та проводитися на всіх рівнях управління освітою як запорука валідності, надійності, економічності, інтегрованості та практичності. Моніторинг навчальних досягнень студентів є інструментом, який дозволяє забезпечити якісну математичну підготовку майбутніх фахівців. Здійснення експериментального дослідження дало змогу виявити відсутність узгодженості результату ЗНО, шкільного середнього балу з математики та результатів іспиту з математики, що складала студенти першого року різних університетів. Для уникнення прогалин та корекції знань першокурсників доцільно організувати протягом першого семестру повторювальний курс шкільної математики, завдання якого є узагальнення і систематизація основних фактів арифметики, геометрії, алгебри та початків аналізу. Це дозволить покращити якість математичної підготовки студентів закладів вищої освіти.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: математична підготовка, моніторинг, студент, якість освіти.

ВСТУП

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку українського суспільства потребує фахівців високого рівня підготовки. Україна, як і інші індустриальні держави, має технічну інфраструктуру, яку необхідно постійно підтримувати, розвивати та оновлювати. Недостатня підготовка кадрів може призвести до занепаду виробництва, руйнування інфраструктури і до зупинки цивілізаційного розвитку, що буде мати численні негативні наслідки для українського народу. У підготовці майбутніх фахівців, зокрема інженерно – технічних спеціальностей, які забезпечують життєздатність технічної

інфраструктури держави, особливе місце займає математична підготовка. Останнім часом спостерігається зниження якості математичної підготовки фахівців різних напрямків підготовки. Проблема важлива і багатоаспектна. Розуміння актуальності цієї проблеми на рівні держави призвело до того, що навчальний 2020-2021 рік в Україні було проголошено роком математичної освіти (Про оголошення, 2020).

Актуальність дослідження. Докорінним чином змінити негативну тенденцію, яка спостерігається в математичній освіті, може реалізація системних реформ, для успішного здійснення яких необхідні чіткі рекомендації вчених-методистів, психологів, педагогів. На нашу думку, однією з умов забезпечення якісної математичної підготовки студентів вищих закладів освіти є різнорівневий моніторинг їх навчальних досягнень.

Мета статті полягає в аналізі моніторингових досліджень різних рівнів щодо математичної підготовки майбутніх фахівців різних спеціальностей, обґрунтуванні необхідності проведення моніторингу математичних знань студентів і розробці методичних рекомендацій щодо підвищення якості їх математичної підготовки.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У ході підготовки статті були використані такі методи дослідження: порівняльний аналіз теоретичних положень, розкритих у науковій та навчально-методичній літературі; спостереження за математичною підготовкою майбутніх фахівців різних напрямів; бесіди із студентами; узагальнення педагогічного досвіду з викладання математичних дисциплін, анкетування (239 респондентів) та статистичні методи обробки експериментальних даних (метод статистичних гіпотез).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Реформи в освіті України спрямовані на підвищення її якості. У Законі України «Про освіту» (2017) поняття «якість освіти» визначено як відповідність результатів навчання вимогам, встановленим законодавством, відповідним стандартом освіти та/або договором про надання освітніх послуг» (Закон України «Про освіту», 2017).

Міністерство освіти і науки України трактує поняття якості освіти як:

- 1) комплекс характеристик освітнього процесу, що визначають послідовне та практично ефективне формування компетентності та професійної свідомості;
- 2) певний рівень знань і вмінь, розумового, фізичного і морального розвитку, якого досягли випускники освітнього закладу відповідно до запланованих цілей навчання та виховання (Якість освіти, 2021).

Відповідно до такого підходу, в Україні формами оцінювання якості освіти в повній загальній середній освіті є зовнішнє незалежне оцінювання (ЗНО), державна підсумкова атестація (ДПА) та Програма міжнародного оцінювання (PISA). Всі зазначені форми оцінювання є моніторинговими дослідженнями різного рівня.

Моніторинг в освіті України

Термін «monitoring» означає постійний контроль, цей термін утворений від латинського «monitor» – той, що контролює. Поняття «моніторинг» прийшло у педагогіку з екології та соціології. В екології моніторинг – це спостереження за довкіллям, оцінка й прогноз його стану у зв'язку з господарською діяльністю людини і з метою попередження небажаних відхилень за важливішими параметрами. У соціології моніторинг розглядається як збір інформації для вивчення громадської думки щодо якогось питання. Аналіз наукової літератури свідчить, що поняття «моніторинг» в освіті почали використовувати у 60-х роках XX століття. Одне з перших його трактувань, як технології постійного спостереження конкретного явища, його оцінки і прогнозування розвитку, було опубліковано в 1977 році у Міжнародній енциклопедії освіти.

Поняття «моніторинг» можна трактувати як систематичне спостереження за будь-яким процесом для встановлення відповідності (чи невідповідності) результатів цього процесу початковим припущенням; комплекс заходів, спрямований на отримання повної, орієнтованої на предметну галузь інформації про функціонування складної системи для управління нею.

Освітній моніторинг має свою специфіку. Моніторинг в освіті розглядається як система збору, обробки, збереження та розповсюдження інформації про освітню систему або окремі її компоненти. Це система інформаційного забезпечення управління, яка дає змогу зробити висновки про стан об'єкта у будь-який момент і дати прогноз його розвитку.

Науковці вважають, що об'єктами моніторингу в освіті можуть бути:

- система освіти (загальна середня, професійна, вища, національна або загальнодержавна, регіональна, муніципальна, інституціональна або локальна);
- результати навчальної діяльності;
- характеристики учасників освітнього процесу (стан здоров'я, соціальний захист, умови життя й навчання, готовність до здійснення певної діяльності, задоволеність освітніми послугами тощо);
- відносини споживачів освітніх послуг з освітнім середовищем (оточуючим соціумом);
- процеси функціонування і розвитку освітніх систем та управління ними;
- компоненти освітнього процесу:
- умови і засоби реалізації освітнього процесу (матеріально-технічні, санітарно-гігієнічні, нормативно-правові, кадрові, фінансові, навчально-методичні умови тощо);
- організація освітнього процесу (мережі освітніх установ, контингент та його диференціація за різними ознаками, режим роботи, розклад навчальних занять тощо);
- наслідки освітнього процесу (результати запровадження освітніх реформ, змін навчальних програм і освітніх стандартів тощо) (Ляшенко & Лукіна, 2011).

Системи моніторингу якості освіти можуть бути реалізовані на різних рівнях управління освітніми процесами, а саме локальному, регіональному, національному та міжнародному. Розглянемо кожний рівень більш докладно.

Локальний моніторинг – це моніторинг на рівні окремого навчального закладу (школи, коледжу, університету). Локальний моніторинг здійснюється суб'єктами самого освітнього закладу. Його метою є отримання інформації про реальний стан справ в освітній установі, виявлення причин недоліків роботи для виправлення ситуації, надання методичної і практичної допомоги вчителям та викладачам.

У результаті аналізу наукових джерел ми прийшли до висновку, що для ефективного моніторингу на локальному рівні необхідно створити інформаційну систему, яка повинна постійно поповнюватися завдяки безперервності відстеження певного об'єкта управління за виділеними параметрами та критеріями їх оцінювання, на підставі проведення поточного контролю, оцінки та корекції стану об'єкта, з метою прийняття оперативного управлінського рішення щодо прогнозування напрямків подальшого розвитку керованого об'єкта.

Регіональний моніторинг є важливим процесом, оскільки даний вид моніторингу є основою для створення інформаційно-аналітичної бази регіональної і національної політики в галузі модернізації освіти. Проведенням моніторингових досліджень у регіонах України займаються спеціальні установи, які називаються інститутами післядипломної педагогічної освіти.

Проведений аналіз дав підстави для висновку, що в Україні відсутній систематичний моніторинг освітніх результатів і соціальних ефектів освітньої системи на регіональному рівні. Окремі моніторингові заходи, що здійснюються, орієнтовані в основному на процеси, що відбуваються в системі, а не на оцінювання результатів її функціонування. Органи управління освітою регіонального рівня, які організовують і проводять дослідження, недостатньо підготовлені щодо оцінювання результатів і соціальних ефектів освітньої діяльності; щодо визначення сильних і слабких сторін роботи конкретних навчальних закладів у контексті забезпечення якості.

У різних регіонах України впродовж багатьох років здійснюються ініціативні моніторингові дослідження з різних проблем освітньої практики (у більшості випадків оцінюються навчальні досягнення учнів різних вікових груп з окремих предметів). Такі обстеження також можуть бути корисними для здійснення системного моніторингу якості освіти, якщо їх упорядкувати, виконувати за єдиною методологією і координувати їх проведення на загальнодержавному рівні.

Національні системи моніторингу якості освіти мають відповідне інституційне забезпечення. Як правило, воно складається з інституції, що здійснює збирання, збереження й аналіз даних про систему освіти та є утримувачем інформаційної системи управління освітою; інституцій, які проводять моніторингові дослідження якості освіти, зовнішні іспити тощо.

Одним із нововведень, що вкоренилося в українській системі освіти, стало проведення зовнішнього незалежного оцінювання.

Зовнішнє незалежне оцінювання (ЗНО) – це комплекс організаційних процедур (передусім – тестування), спрямований на визначення рівня навчальних досягнень випускників середніх навчальних закладів при їхньому вступі до вищих навчальних закладів. Мета зовнішнього незалежного оцінювання: підвищення рівня освіти населення України та забезпечення реалізації конституційних прав громадян на рівний доступ до якісної освіти, здійснення контролю за дотриманням Державного стандарту базової і повної середньої освіти й аналізу стану системи освіти, прогнозування її розвитку.

У контексті нашого дослідження було зроблено аналіз результатів ЗНО з математики. Одним з показників рівня математичної підготовки учнів випускних класів є відсоток учнів, що взагалі не склали тест. За останні три роки цей показник поступово погіршувався: у 2016 році він становив 12,7%, у 2017 збільшився до 14%, а в 2018 був зафіксований максимальний показник – 15% (Офіційні звіти, 2021). Ці факти підтверджують актуальність проблеми зниження якості математичної підготовки випускників шкіл.

Міжнародні дослідження в освіті націлені на порівняння результатів функціонування національних систем освіти, на виявлення стану грамотності і освіти в різних країнах. Піввіковий досвід проведення подібних досліджень показує, що міжнародні порівняльні дослідження вносять нові знання, нову методологію, нове розуміння дослідницької діяльності в сучасному світі, відкривають нові перспективи розвитку порівняльного освіти.

В міжнародній педагогіці використовують різні засоби вимірювання навчальних досягнень учнів (Байназарова, 2009) в межах проведення різних моніторингових програм (таблиця 1).

Зауважимо, що у 2007 р. та 2011 р. Україна брала участь у програмі TIMSS, однак із різних причин в подальшому ця практика припинилася. Серед міжнародних досліджень якості освіти наша країна бере участь лише в PISA (із 2016 р.). Одним із завдань даної моніторингової програми є дослідження рівня сформованості математичної грамотності 15-річних підлітків.

Велику дискусію в українському суспільстві викликали результати українських учнів, що брали участь в міжнародній програмі PISA в 2018 році. Як зазначено в національному звіті (Національний звіт, 2018), математична грамотність учня / студента визначається як його здатність формулювати, застосовувати й інтерпретувати математику в різноманітних контекстах. Це включає математичні міркування й застосування математичних понять, процедур, фактів та інструментів для опису, пояснення й прогнозування явищ. Грамотність у галузі математики допомагає зрозуміти роль математики у світі, робити аргументовані висновки й приймати рішення, необхідні людям як творчим, активним і свідомим громадянам. У PISA базовий рівень сформованості тієї чи тієї грамотності визначається як рівень мінімального оволодіння змістом тієї чи тієї предметної галузі й мінімальної сформованості умінь самостійно мислити. На жаль, навіть базового рівня сформованості математичної грамотності не досягли 36 % українських підлітків. Цей показник є гіршим за середнє значення по країнах ОЕСР, де базового рівня сформованості математичної грамотності не досягли 23,9 % (Байназарова, 2009).

Аналіз цих даних підтверджує висновок про недостатню математичну підготовку учнів українських шкіл.

Таблиця 1

Засоби вимірювання навчальних досягнень учнів за різними міжнародними програмами моніторингу

International monitoring program	Content
Programmer for International Student Assessment (PISA)	assessment of students' knowledge and skills in the areas of «reading literacy», «mathematical literacy», «natural science literacy»
Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)	international study of the quality of mathematics and science education
Progress in International Reading Literacy Study (PIRLS)	international project "Study of reading quality and text comprehension"
Civic Education Study (CIVIC)	comparative assessment of civic education of secondary and primary school graduates
Second Information Technology in Education Study (SITES)	comparative study of information and communication technologies in education
First International Mathematics Study (FIMS)	assessment of success in mathematics in primary and secondary school
Second International Mathematics Study (SIMS)	study of students' success in mastering mathematics, natural sciences, English and French as foreign languages, as well as the study of the learning environment within one class
Language Education Study (LES)	devoted to the study of the state of teaching foreign languages
Computers in Education Study (COMPED)	study of the use of computers in education
Monitoring in Eastern Europe	project, the purpose of which was to analyze the social living conditions of children, their families and public policy of post-socialist countries
International Comparative Study on Mathematics Teacher Training (ICSMTT)	international comparative study of mathematics teacher training

Результати експериментального дослідження

Викладачі вищих навчальних закладів також відмічають тенденції зниження рівня математичної підготовки студентів. Досвід роботи свідчить про те, що випускники шкіл, які за результатами зовнішнього незалежного оцінювання мають навіть «достатні» бали для вступу на спеціальності, де необхідним є сертифікат з математики, досить часто не можуть засвоїти навчальний матеріал математичних дисциплін, які починають вивчати в університеті. Виникає питання: у чому причини проблеми? Можливо, що прогалини в знаннях, невміння виділяти головне, міркувати, робити висновки і взагалі вчитися самостійно є наслідком того, що школа орієнтує учня на «результат ЗНО». Так, це важливо. Але ж відпрацювання певних тем, типів завдань, не забезпечує якісну математичну підготовку учня.

На нашу думку, існує певна невідповідність оцінювання математичних знань учня-випускника та студента-першокурсника. З метою підтвердження чи спростування даної тези нами було проведено експериментальне дослідження, теоретичною основою якого є система моніторингу якості освіти.

З метою дослідження питання відповідності рівня знань з математики учнів-випускників та студентів-першокурсників, що вивчають математичні дисципліни, нами було проведено анкетування. В анкетуванні брали участь 239 студентів першого курсу різних спеціальностей різних вищих навчальних закладів міста Суми (Україна). Кількісний склад учасників експерименту подано в таблиці 2.

Таблиця 2

Кількісний склад учасників експерименту

ВНЗ	Кількість студентів
Сумський національний аграрний університет (інженерні спеціальності)	139
Сумський державний університет (інженерні спеціальності)	45
Сумський державний педагогічний університет ім. А. С. Макаренка (фізико-математичний факультет)	55

Всі студенти, що брали участь в експериментальному дослідженні мали сертифікат зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО) з математики (не нижче 140 балів з 200 можливих) та продовжували вивчати математичні дисципліни у вищому навчальному закладі.

Результати анкетування ми опрацьовували в три етапи, з використанням відповідних методів статистичної обробки даних:

1. Порівнювали шкільний середній бал (за оцінками в атестаті про середню освіту) з математики та результат зовнішнього незалежного оцінювання кожного респондента.

2. Порівнювали результат ЗНО з результатами іспиту з математики, що студенти-першокурсники складали під час першої сесії у вищих навчальних закладах.

3. Порівнювали результат шкільного середнього балу з математики та результат іспиту з математики, що студенти-першокурсники складали під час першої сесії у вищих навчальних закладах.

При порівнянні результатів шкільного середнього балу з математики, балів зовнішнього незалежного оцінювання та результатів іспиту з математичних дисциплін, що студенти-першокурсники складали під час першої сесії у закладах вищої освіти, нами були виділені 3 рівні математичної підготовки студентів (таблиця 3).

Таблиця 3

Рівні математичної підготовки за результатами моніторингу

Рівень (ранг)	Кількість балів за шкільним атестатом (максимально – 12)	Кількість балів за результатом ЗНО (максимальна кількість – 200)	Іспит з математичної дисципліни (максимальна кількість – 100)
Середній	4 – 6	140 – 150	60 – 74
Достатній	7 – 9	151 – 183	75 – 89
Високий	10 – 12	183,5 – 200	90 – 100

Розподіл учасників експерименту по рівнях математичної підготовки подано в таблиці 4.

Таблиця 4

Розподіл учасників експерименту за виділеними рівнями математичної підготовки

Рівні \ Вид контролю	Шкільний бал		ЗНО		Іспит	
Середній	15,9%	38	27,6%	66	54,4%	130
Достатній	67,8%	162	59,8%	143	39,7%	95
Високий	16,3%	39	12,6%	30	5,9%	14

З метою встановлення однорідності результатів оцінювання математичних знань учнів і студентів ми використовували метод статистичних гіпотез, а саме метод перевірки статистичних гіпотез за критерієм χ^2 .

Нульова гіпотеза полягала в тому, що характеристики двох вибірок за виділеними критеріями співпадають на рівні значущості $\alpha = 0,05$.

Альтернативна гіпотеза полягала в тому, що характеристики цих вибірок за виділеними критеріями суттєво відрізняються на вибраному рівні значущості.

Гіпотези перевірялися за критерієм χ^2 . За результатами експерименту нами були обчислені емпіричні значення критерію за формулою:

$$\chi^2_{\text{експ.}} = N \cdot M \cdot \sum_{i=1}^L \left(\frac{\frac{n_i}{N} - \frac{m_i}{M}}{n_i + m_i} \right)^2, \text{ де}$$

L – кількість рангів (кількість виділених рівнів),

N – кількість респондентів (осіб) експериментальної групи,

M – кількість респондентів (осіб) контрольної групи,

n_i – кількість респондентів експериментальної групи, що відповідають i -му рангу,

m_i – кількість респондентів контрольної групи, що відповідають i -му рангу (Новиков, 2004).

Результати обчислень емпіричних значень критерію подано в таблиці 5.

Таблиця 5

Емпіричні значення критерію за вибірками

Вибірки, що порівнювались	Емпіричне значення критерію $\chi^2_{\text{експ.}}$
Шкільний бал і ЗНО	9,9
ЗНО і результати іспиту	36,4
Шкільний бал і результати іспиту	79,6

В нашому дослідженні $L = 3$ (виділено три рівні математичних знань респондентів: середній, достатній і високий), тому критичне значення критерію $\chi^2_{\text{кр.}} = 5,99$ (для рівня значущості $\alpha = 0,05$).

Всі емпіричні значення критерію за значенням більше критичного $\chi^2_{\text{кр.}}$. Отже, відповідно до правила перевірки статистичних гіпотез можна зробити висновок про те, що характеристики вибірок за виділеними критеріями суттєво відрізняються.

Наочно результати опрацювання першого етапу дослідження представлені на рисунку 1.

Наочно результати опрацювання другого етапу дослідження представлені на рисунку 2.

Наочно результати опрацювання третього етапу дослідження представлені на рисунку 3.

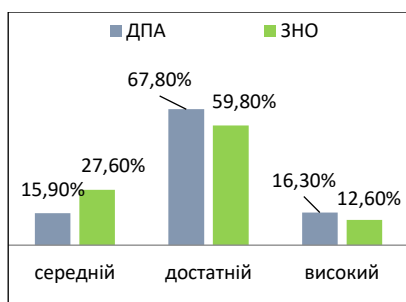


Рис. 1. Результати першого етапу дослідження

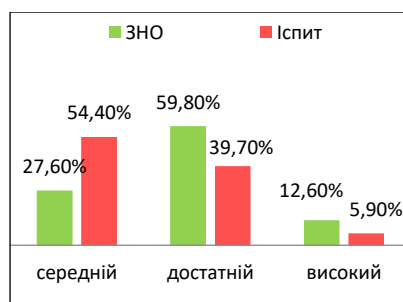


Рис. 2. Результати другого етапу дослідження

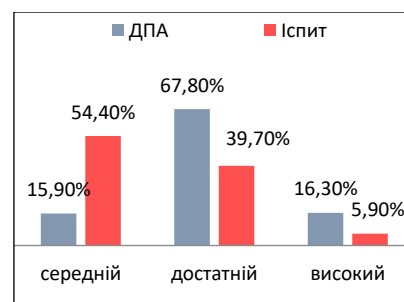


Рис. 3. Результати третього етапу дослідження

З відповідних діаграм бачимо, що кількість респондентів достатнього і високого рівня зменшується за рахунок збільшення кількості респондентів середнього рівня (що «відчувають на собі» викладачі вищих навчальних закладів). Ці негативні зміни є статистично значущими.

Факторами впливу на результати ЗНО, на нашу думку, є якість навчально-виховного процесу, а саме:

- мають місце ознаки необ'єктивного оцінювання навчальних досягнень учнів;
- тестові технології застосовуються вчителями переважно лише на уроках контролю знань та вмінь учнів;
- у більшості учнів відсутня система знань з окремих навчальних тем.

Щодо результатів іспиту з вищої математики студентів першого року навчання, можна зробити висновок, що студенти перших курсів погано адаптуються до нової системи навчання. Підґрунтям цьому є те, що останній рік навчання в школі учні «спрямовані» на підготовку до зовнішнього незалежного оцінювання, а не на отримання системних знань чи підготовку до навчання у вищому навчальному закладі. Як результат більшість студентів перших курсів неспроможні якісно навчатися. На нашу думку, для уникнення такої ситуації, доцільно перший семестр присвятити шкільній математиці, узагальненню і систематизації основних фактів арифметики, геометрії, алгебри та початків аналізу. Необхідно переорієнтувати першокурсника з «відмітки» на «знання», на вміння вчитися.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1. Проведений аналіз наукової, психолого-педагогічної, навчально-методичної літератури дозволяє трактувати моніторинг у широкому розумінні як систему збору, обробки, зберігання і розповсюдження інформації про стан освіти так і у вузькому – як супровідний контроль із поточним корегуванням педагогічної взаємодії суб'єкта та об'єкта у освітніх процесах.

2. Підтверджено, що система моніторингу має бути комплексною та проводитися на всіх рівнях управління освітою як запорука валідності, надійності, економічності, інтегрованості та практичності. Моніторинг навчальних досягнень студентів є інструментом, який дозволяє забезпечити якісну математичну підготовку майбутніх фахівців.

3. Проведення експериментального дослідження дало змогу виявити відсутність узгодженості результату ЗНО, шкільного середнього балу з математики та результатів іспиту з математики, що складали студенти першого року різних університетів.

4. Для уникнення прогалин та корекції знань першокурсників доцільно організувати протягом першого семестру повторювальний курс шкільної математики, завдання якого є узагальнення і систематизація основних фактів арифметики, геометрії, алгебри та початків аналізу. Це дозволить покращити якість математичної підготовки студентів закладів вищої освіти.

Список використаних джерел

1. Байназарова О.О., Ракчєєва В.В. Моніторинг та оцінювання якості освіти : [Методичний посібник]. Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2009. 58 с.
2. Про освіту: Закон України від 05.09.2017 № 2145-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (дата звернення: 12.04.2021).
3. Національний звіт за результатами міжнародного дослідження якості освіти PISA-2018 / кол. авт. : М. Мазорчук (осн. автор), Т. Вакуленко, В. Терещенко, Г. Бичко, К. Шумова, С. Раков, В. Горох та ін. ; Український центр оцінювання якості освіти. Київ : УЦОЯО, 2019. 439 с. URL: https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2019/12/PISA_2018_Report_UKR.pdf
4. Новиков Д. А. Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи). М. : МЗ-Пресс, 2004. 67с.
5. Організаційно-методичне забезпечення моніторингових досліджень якості загальної середньої освіти: монографія / О. І. Ляшенко, Т. О. Лукіна, Л. С. Ващенко, П. Б. Полянський, Ю. О. Жук ; за ред. О. І. Ляшенка. К. : Пед. думка, 2011. 160 с.
6. Офіційні звіти про проведення зовнішнього незалежного оцінювання результатів навчання, здобутих на основі повної загальної середньої освіти. URL: <http://testportal.gov.ua/ofzviti/> (дата звернення: 17.03.2021).
7. Про оголошення 2020/2021 навчального року Роком математичної освіти в Україні: Указ президента України №31/2020. URL: <https://www.president.gov.ua/documents/312020-32165> (дата звернення: 05.02.2021).
8. Якість освіти. URL : <https://mon.gov.ua/ua/tag/yakist-osviti> (дата звернення: 06.04.2021).

References

1. Bainazarova, O. O. & Rakchieva V. V. (2009) *Monitorynh ta otsiniuvannia yakosti osvity [Monitoring and evaluation of education quality]*. Kharkiv : KhNU imeni V. N. Karazina [in Ukraine].
2. Pro osvitu: Zakon Ukrainy [About education: Law of Ukraine] (n.d.). *zakon.rada.gov.ua*. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> [in Ukraine].
3. Mazorchuk, M. et al (2019). *Natsionalnyi zvit za rezultatamy mizhnarodnoho doslidzhennia yakosti osvity PISA-2018 [National report on the results of the international survey on the quality of education PISA-2018]*. Kyiv: UTISOYAO. Retrieved from https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2019/12/PISA_2018_Report_UKR.pdf [in Ukraine].
4. Novikov, D.A. (2004). *Statysticheskiye metody v pedahohycheskykh yssledovaniyakh (typovyye sluchay) [Statistical Methods in Pedagogical Research (Typical Cases)]*. M. : MZ-Press [in Russian].
5. Liashenko, O. I. (Ed.). (2011). *Orhanizatsiino-metodychne zabezpechennia monitorynhovykh doslidzhen yakosti zahalnoi serednoi osvity [Organizational and methodological support of monitoring studies of the quality of general secondary education]*. Kyiv : Ped. dumka [in Ukraine].
6. Ofitsiini zvyty pro provedennia zovnishnoho nezalezhnogo otsiniuvannia rezultativ navchannia, zdobutykh na osnovi povnoi zahalnoi serednoi osvity [Official reports on conducting external independent evaluation of learning outcomes obtained on

- the basis of complete general secondary education] (n.d.). *testportal.gov.ua*. Retrieved from <http://testportal.gov.ua/ofzvit/> [in Ukraine].
7. Pro oholoshennia 2020/2021 navchalnoho roku Rokom matematychnoi osvity v Ukraini: Ukaz prezidenta Ukrainy [On declaring the 2020/2021 academic year the Year of Mathematical Education in Ukraine: Decree of the President of Ukraine] (n.d.). *president.gov.ua*. Retrieved from <https://www.president.gov.ua/documents/312020-32165> [in Ukraine].
 8. Yakist osvity [Quality of education] (n.d.). *mon.gov.ua*. Retrieved from : <https://mon.gov.ua/ua/tag/yakist-osviti> [in Ukraine].

KNOWLEDGE MONITORING AS A TOOL FOR PROVIDING QUALITY MATHEMATICAL TRAINING OF STUDENTS

Anzhela Rozumenko

Communal institution of Sumy regional council

"Sumy Regional Gymnasium-Boarding School for Talented and Creatively Gifted Children", Ukraine

Anatolii Rozumenko

Sumy National Agrarian University, Ukraine

Abstract.

Problem formulation. *The article describes the problem of reducing the quality of mathematical training of students of different specialties.*

Materials and methods. *During the preparation of the article the following research methods were used: comparative analysis of the theoretical provisions described in the scientific and educational literature; observation of mathematical training of future specialists in various fields; conversations with students; generalization of pedagogical experience in teaching mathematical disciplines, questionnaires (239 respondents) and statistical methods of experimental data processing (method of statistical hypotheses).*

Results. *Based on the analysis of monitoring research at different levels, it is concluded that the quality of mathematical training of future professionals has a tendency to decrease not depending on the training direction. The results of the experimental regional study, which confirm this conclusion, are presented.*

The necessity of mathematical knowledge monitoring, as one of the tools to ensure higher level of mathematical training of students, is justified.

Methodical recommendations on improving the quality of mathematical preparation for the first-year students of different directions are offered.

Conclusions. *It was confirmed that the monitoring system should be comprehensive and conducted at all levels of educational management as a guarantee of validity, reliability, economy, integration and practicality. Monitoring of students' academical achievements is a tool that allows to provide high quality mathematical training for future professionals. The implementation of the experimental study made possible to identify the lack of consistency between the results of the external evaluation, school average score in mathematics and results of the mathematics exam of first-year students of different universities. To avoid gaps and correct the knowledge of freshmen, it is advised to organize during the first semester a repetitive course of school mathematics, which task is to generalize and systematize the basic facts of arithmetic, geometry, algebra and the beginnings of analysis. This will improve the quality of mathematical training of students of higher education institutions.*

Key words: *mathematical training, monitoring, student, quality of education.*



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



Страх О.П., Лукашова Т.Д. Міждисциплінарні зв'язки при вивченні деяких тем дискретної математики та диференціальних рівнянь. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 3(29). С. 112-118.

Strakh O., Lukashova T. Interdisciplinary connections in the study of some topics of discrete mathematics and differential equations. Physical and Mathematical Education. 2021. Issue 3(29). P. 112-118.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-029-3-017

УДК [519.1+517.9](378)

О.П. Страх

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

ORCID: 0000-0002-7680-5716

Т.Д. Лукашова

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

ORCID: 0000-0002-1465-9530

МІЖДИСЦИПЛІНАРНІ ЗВ'ЯЗКИ ПРИ ВИВЧЕННІ ДЕЯКИХ ТЕМ ДИСКРЕТНОЇ МАТЕМАТИКИ ТА ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ

АНОТАЦІЯ

Найважливішим завданням підготовки майбутніх фахівців у галузі математики є розширення й поглиблення математичних знань з метою їх комплексного застосування на практиці, в майбутній науковій та професійній діяльності. Одним зі шляхів реалізації такого завдання є використання міждисциплінарних зв'язків, які передбачають перенесення методів дослідження і моделей з однієї наукової дисципліни в іншу.

Формулювання проблеми. У даній статті розглядається можливість реалізації міждисциплінарних зв'язків дискретної математики та диференціальних рівнянь на прикладі вивчення тем «Лінійні рекурентні співвідношення зі сталими коефіцієнтами» та «Лінійні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами».

Матеріали і методи. Авторами використовувались наступні методи досліджень: системний аналіз наукової, навчальної та методичної літератури; порівняння та синтез теоретичних положень, розкритих в науковій та навчальній літературі; узагальнення власного педагогічного досвіду та досвіду колег з інших закладів вищої освіти. Окрім того, були використані деякі загально математичні та спеціальні методи теорії диференціальних рівнянь, дискретної математики та різницевого числення.

Результати. Одним зі способів розв'язування лінійних однорідних рекурентних співвідношень зі сталими коефіцієнтами є складання характеристичного рівняння і запис загального розв'язку вихідного співвідношення залежно від значень знайдених характеристичних коренів. Аналогічний алгоритм використовується й для знаходження загального розв'язку лінійних неоднорідних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами. У статті встановлено зв'язок між розв'язками рекурентних співвідношень та диференціальних рівнянь, які відповідають одному різницево му рівнянню.

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

КЛЮЧОВІ СЛОВА: міждисциплінарні зв'язки, дискретна математика, диференціальні рівняння, рекурентні співвідношення, різничеве числення.

ВСТУП

Постановка проблеми. У наш час одним із завдань вищої освіти є формування у студентів вміння вирішувати складні завдання із використанням системного підходу. Дієвим засобом реалізації такого завдання є використання міждисциплінарних (або міжпредметних) зв'язків, які передбачають перенесення методів дослідження і моделей з однієї наукової дисципліни в іншу (Батченко&Титаренко, 2016). Такі зв'язки між різними дисциплінами професійної підготовки студентів у ЗВО є конкретним виразом інтеграційних процесів, що відбуваються сьогодні в науці та суспільстві. Вони

сприяють розв'язанню існуючих суперечностей між розрізненими знаннями студентів з різних дисциплін та необхідністю їх подальшого синтезу та комплексного застосування на практиці, в майбутній науковій та професійній діяльності. За допомогою міждисциплінарних зв'язків не лише вирішуються завдання навчання, розвитку і виховання студентів, але й закладається фундамент для комплексного бачення й оволодіння прийомами вирішення складних проблем реальної дійсності (Козлов & Томашевська & Кузнецов, 2018).

Слід зазначити, що встановлення міждисциплінарних зв'язків є досить складною задачею навіть у межах однієї спеціальності, оскільки передбачає не лише перегляд змісту програм відповідних навчальних дисциплін, а й узгодження методики роботи різних викладачів. При цьому необхідність встановлення зв'язків між різними математичними дисциплінами у вищій школі диктується як дидактичними цілями навчання, так і необхідністю підготувати студентів до професійної та наукової діяльності, де одним з умінь є здатність вирішувати завдання комплексно.

У даній статті розглядається можливість реалізації міждисциплінарних зв'язків дискретної математики та теорії диференціальних рівнянь, що входять у цикл професійної підготовки майбутніх вчителів математики.

Аналіз актуальних досліджень. Проблемі реалізації міждисциплінарних зв'язків у вищій школі присвячена ціла низка як вітчизняних, так і закордонних робіт (Ананченко & Вороніна & Скороходова, 2020; Бевз, 2003; Васильківська, 2017; Волобуєва, 2015; Козлов & Томашевська & Кузнецов, 2018; Колот, 2014; Коржова 2017; Філіпенко, 2017; Шкура, 2020; Styron Ronald, 2013), що підтверджує актуальність та значущість означеної проблеми в системі освіти.

Незважаючи на значну кількість подібних досліджень, проблема реалізації міждисциплінарних зв'язків між різними математичними дисциплінами фактично залишається не вивченою, за виключенням перенесення окремих методів і моделей з математичного аналізу у методи обчислень, з лінійної алгебри у математичне програмування, з теорії ймовірностей у математичну статистику. В той же час такі зв'язки можна встановити між змістом окремих тем цілого ряду інших, на перший погляд, далеких одна від одної дисциплін, зокрема, між дискретною математикою та теорією диференціальних рівнянь.

Дискретна математика (у західних джерелах дискретний аналіз) – це розділ математики, пов'язаний із дослідженнями різних об'єктів та структур, заданих на скінченних множинах. Специфіка дискретної математики полягає у відмові від основних понять класичної («неперервної») математики – границі та неперервності. Тому для задач дискретної математики звичайні засоби класичного аналізу є допоміжними. Але дискретна та класична («неперервна») математики взаємно доповнюють одна одну, а в окремих випадках мають схожий апарат дослідження, що робить можливим побудову зв'язків між відповідними теоріями.

Традиційно до дискретної математики відносять різницеве числення, що є дискретним аналогом диференціального та інтегрального числення, і яке відіграє важливу роль в теорії числових послідовностей, комбінаторному аналізі та теорії графів. Одним зі способів розв'язування окремих видів різницевого рівняння є складання характеристичного рівняння і запис загального розв'язку вихідного рівняння залежно від значень знайдених характеристичних коренів. Аналогічний алгоритм використовується й для знаходження загального розв'язку лінійних однорідних рекурентних співвідношень та лінійних неоднорідних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами. Різною є лише форма запису відповіді, що пояснюється різними множинами визначення шуканих функцій (у першому випадку ця множина є дискретною, у другому – неперервною). Таким чином, виникає задача знаходження зв'язків між характеристичними рівняннями і коренями цих рівнянь в дискретному і неперервному випадках.

Метою статті є встановлення міждисциплінарних зв'язків дискретної математики та диференціальних рівнянь на прикладі вивчення тем «Лінійні рекурентні співвідношення зі сталими коефіцієнтами» та «Лінійні диференціальні рівняння зі сталими коефіцієнтами».

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У статті використано наступні теоретичні та емпіричні методи досліджень: системний аналіз наукової, навчальної та методичної літератури; порівняння та синтез теоретичних положень, розкритих в науковій та навчальній літературі; узагальнення власного педагогічного досвіду та досвіду колег з інших закладів вищої освіти. Окрім того, були використані деякі загально математичні та спеціальні методи теорії диференціальних рівнянь, дискретної математики та різницевого числення.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Тема «Рекурентні співвідношення» є самостійною темою дискретної математики і не потребує знань інших тем цієї дисципліни (окрім, можливо, теми «Твірні функції», де розглядається один з методів розв'язування рекурентних співвідношень із застосуванням генератрис). Виявляється, що для відшукування розв'язків лінійного рекурентного співвідношення (рівняння) зі сталими коефіцієнтами може бути використаний той же алгоритм, що і для знаходження розв'язків лінійного диференціального рівняння зі сталими коефіцієнтами.

Розглянемо лінійне однорідне рекурентне співвідношення степеня k зі сталими коефіцієнтами:

$$\alpha_k a_{n+k} + \alpha_{k-1} a_{n+k-1} + \dots + \alpha_1 a_{n+1} + \alpha_0 a_n = 0, \quad (1)$$

де $(a_n)_{n \in \mathbb{N}}$ – деяка послідовність, а $\alpha_i \in \mathbb{R}$ – задані коефіцієнти ($i = \overline{1, k}$). Для того, щоб розв'язати рекурентне співвідношення (1), необхідно скласти і розв'язати відповідне характеристичне рівняння:

$$\alpha_k \lambda^k + \alpha_{k-1} \lambda^{k-1} + \dots + \alpha_1 \lambda + \alpha_0 = 0, \quad (2)$$

що має ті ж коефіцієнти (Гельфонд, 1959).

Зрозуміло, що розв'язками цілого алгебраїчного рівняння (2) з дійсними коефіцієнтами можуть бути як різні так і однакові дійсні чи комплексні числа. Нехай $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_s$ – корені характеристичного рівняння (2) з відповідною кратністю $k_1, k_2, \dots, k_s$. Тоді загальний розв'язок рівняння (1) матиме вигляд:

$$a_n = \lambda_1^n \left(C_1^{(1)} + C_1^{(2)} n + \dots + C_1^{(k_1)} n^{k_1-1} \right) + \lambda_2^n \left(C_2^{(1)} + C_2^{(2)} n + \dots + C_2^{(k_2)} n^{k_2-1} \right) + \dots + \lambda_s^n \left(C_s^{(1)} + C_s^{(2)} n + \dots + C_s^{(k_s)} n^{k_s-1} \right), \quad (3)$$

де $C_i^{(j)}$ – довільні дійсні (або комплексні) сталі.

Якщо проаналізувати структуру розв'язку (3), то всі доданки, що до нього входять є лінійно незалежними функціями.

Розглянемо тепер лінійне однорідне диференціальне рівняння порядку k зі сталими коефіцієнтами

$$\alpha_k y^{(k)} + \alpha_{k-1} y^{(k-1)} + \dots + \alpha_1 y' + \alpha_0 y = 0, \quad (4)$$

де $y = y(x)$ – шукана функція, а $\alpha_i \in \mathbb{R}$ – задані коефіцієнти ($i = \overline{1, k}$).

Як відомо (Шкіль & Лейфура & Самусенко, 2003), розв'язок такого рівняння має вигляд

$$y(x) = e^{\lambda_1 x} \left(C_1^{(1)} + C_1^{(2)} x + \dots + C_1^{(k_1)} x^{k_1-1} \right) + e^{\lambda_2 x} \left(C_2^{(1)} + C_2^{(2)} x + \dots + C_2^{(k_2)} x^{k_2-1} \right) + \dots + e^{\lambda_s x} \left(C_s^{(1)} + C_s^{(2)} x + \dots + C_s^{(k_s)} x^{k_s-1} \right), \quad (5)$$

де $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_s$ – корені характеристичного рівняння (2), а $k_1, k_2, \dots, k_s$ – їх кратності відповідно.

Формули (3) та (5) і методи знаходження розв'язків рекурентного співвідношення (1) та диференціального рівняння (4) мають багато спільного. Відтак, виникає природне питання: чи не можна записати розв'язки (3) і (5) рекурентного співвідношення (2) і диференціального рівняння (4) відповідно якоюсь загальною формулою? Відповідь на це питання позитивна, проте потребує застосування поняття так званого різницевого рівняння.

Різницеві рівняння є аналогом рекурентних співвідношень в теорії диференціальних рівнянь. Їх можна отримати з відповідного лінійного диференціального рівняння шляхом заміни похідних функції $y(x)$

$$y'(x), y''(x), \dots, y^{(k-1)}(x), y^{(k)}(x)$$

на значення різницевого оператора $\Delta y(x)$ (Андерсон, 2004), а саме:

$$\begin{aligned} \Delta y(x) &:= y(x+1) - y(x), \\ \Delta^2 y(x) &:= \Delta(\Delta y(x)) = \Delta(y(x+1) - y(x)) = y(x+2) - 2y(x+1) + y(x), \dots, \\ \Delta^{(k)} y(x) &:= \sum_{i=0}^k (-1)^i C_k^i y(x+k-i) \end{aligned}$$

відповідного порядку (тут коефіцієнти C_k^i – це добре відомі у кожному з розділів математики біноміальні коефіцієнти, які визначаються як комбінації без повторень з k елементів по i).

Таким чином, різницеве рівняння, яке відповідає диференціальному рівнянню (4), матиме вигляд:

$$\alpha_k \sum_{i=0}^k (-1)^i C_k^i y(x+k-i) + \alpha_{k-1} \sum_{i=0}^{k-1} (-1)^i C_{k-1}^i y(x+k-1-i) + \dots + \alpha_1 (y(x+1) - y(x)) + \alpha_0 y = 0,$$

або

$$\begin{aligned} \alpha_k (-1)^0 C_k^0 y(x+k) + (\alpha_k (-1)^1 C_k^1 + \alpha_{k-1} (-1)^0 C_{k-1}^0) y(x+k-1) + \dots + \\ + \sum_{i=0}^{k-1} \alpha_{i+1} (-1)^i C_{i+1}^i y(x+1) + \sum_{i=0}^k \alpha_i (-1)^i C_i^i y(x) = 0. \end{aligned} \quad (6)$$

При цьому, якщо аргумент x шуканої функції $y(x)$ є натуральним числом, то рівність (6) є записом деякого лінійного рекурентного співвідношення.

Покажемо, що розв'язки характеристичного рівняння (2) рекурентного співвідношення (1) безпосередньо пов'язані з розв'язками характеристичного рівняння для різницевого рівняння (6), тобто розв'язками рівняння:

$$\begin{aligned} \alpha_k (-1)^0 C_k^0 \lambda^k + (\alpha_k (-1)^1 C_k^1 + \alpha_{k-1} (-1)^0 C_{k-1}^0) \lambda^{k-1} + \dots + \\ + \sum_{i=0}^{k-1} \alpha_{i+1} (-1)^i C_{i+1}^i \lambda + \sum_{i=0}^k \alpha_i (-1)^i C_i^i = 0. \end{aligned} \quad (7)$$

Покажемо, якщо деяке число $\tilde{\lambda}$ є розв'язком рівняння (7), то число $(\tilde{\lambda} - 1)$ є розв'язком рівняння (2). Дійсно, скориставшись розкладом бінома Ньютона, маємо:

$$\begin{aligned} \alpha_k (\tilde{\lambda} - 1)^k + \alpha_{k-1} (\tilde{\lambda} - 1)^{k-1} + \dots + \alpha_1 (\tilde{\lambda} - 1) + \alpha_0 &= \alpha_k \sum_{i=0}^k (-1)^i C_k^i \tilde{\lambda}^{k-i} + \\ + \alpha_{k-1} \sum_{i=0}^{k-1} (-1)^i C_{k-1}^i \tilde{\lambda}^{k-1-i} + \dots + \alpha_2 \sum_{i=0}^2 (-1)^i C_2^i \tilde{\lambda}^{2-i} + \alpha_1 (\tilde{\lambda} - 1) + \alpha_0 &= \\ = \alpha_k (-1)^0 C_k^0 \tilde{\lambda}^k + (\alpha_k (-1)^1 C_k^1 + \alpha_{k-1} (-1)^0 C_{k-1}^0) \tilde{\lambda}^{k-1} + \dots + \\ + \sum_{i=0}^{k-2} \alpha_{i+2} (-1)^i C_{i+2}^i \tilde{\lambda}^2 + \sum_{i=0}^{k-1} \alpha_{i+1} (-1)^i C_{i+1}^i \tilde{\lambda} + \sum_{i=0}^k \alpha_i (-1)^i C_i^i & \end{aligned}$$

тобто отримуємо ліву частину рівняння (7).

Отже, знаючи розв'язки рівняння (2), можна легко отримати розв'язки рівняння (6), яке у свою чергу можна записати через введення до розгляду різницевого оператора Δ , і навпаки.

Маючи отриманий вище результат, від розв'язку (5) диференціального рівняння (4) можна пов'язати з загальним виглядом розв'язку (7) рекурентного співвідношення (6) за допомогою функції:

$$\xi_h(z) = \begin{cases} z, & \text{якщо } h = 0, \\ \frac{1}{h} \ln(1 + zh), & \text{якщо } h > 0, \end{cases} \quad (8)$$

де $\omega = \ln(t)$ – натуральний логарифм комплексного числа t , який визначається з рівності $e^\omega = t$.

Якщо за h позначити відстань між елементами області визначення M шуканої функції $y(x)$, то для представлення загального розв'язку і диференціального рівняння (4) і рекурентного співвідношення (6) можна визначити функцію:

$$\xi(z, x) = \begin{cases} z, \text{ якщо } \inf\{s \in M, s > x\} = x, \\ \ln(1+z), \text{ якщо } \inf\{s \in M, s > x\} = x+1. \end{cases} \quad (9)$$

З формули (9) для $x \in \mathbb{N}$ одержимо $e^{x\xi(\lambda, x)} = e^{x \ln(1+\lambda)} = (1+\lambda)^x$ і тому спільний вигляд розв'язків рівнянь (4) і (6) буде наступним:

$$y(x) = e^{x\xi(\lambda_1, x)} \left(C_1^{(1)} + C_1^{(2)}x + \dots + C_1^{(k_1)}x^{k_1-1} \right) + e^{x\xi(\lambda_2, x)} \left(C_2^{(1)} + C_2^{(2)}x + \dots + C_2^{(k_2)}x^{k_2-1} \right) + \dots + e^{x\xi(\lambda_s, x)} \left(C_s^{(1)} + C_s^{(2)}x + \dots + C_s^{(k_s)}x^{k_s-1} \right), \quad (10)$$

де $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_s$ знову є коренями характеристичного рівняння (2), а $k_1, k_2, \dots, k_s$ – їх кратності відповідно.

Проілюструємо отриманий вище результат на прикладі.

Приклад 1. За даним диференціальним рівнянням

$$y^{(4)} + y''' - 15y'' + 23y' - 10y = 0 \quad (11)$$

побудувати відповідне рекурентне співвідношення та отримати розв'язки кожного з них.

Розв'язання

Для заданого рівняння (11) запишемо відповідне характеристичне рівняння та розв'яжемо його:

$$\lambda^4 + \lambda^3 - 15\lambda^2 + 23\lambda - 10 = 0. \quad (12)$$

Скориставшись схемою Горнера, знайдемо раціональні корені рівняння (12):

	1	1	-15	23	-10	
$\lambda = -1$	1	0	-15	38	-48 $\neq 0$	не є коренем
$\lambda = 1$	1	2	-13	10	0	є коренем
$\lambda = 1$	1	3	-10	0		є коренем

тобто $\lambda = 1$ є двократним коренем рівняння (12). Інші ж 2 корені знайдемо з отриманого за схемою Горнера квадратного рівняння $\lambda^2 + 3\lambda - 10 = 0$. За теоремою Вієта маємо $\lambda_3 = -5$ і $\lambda_4 = 2$.

За формулою (5) загальний розв'язок даного диференціального рівняння (11) має вигляд:

$$y(x) = e^x \left(C_1^{(1)} + C_1^{(2)}x \right) + C_2 e^{-5x} + C_3 e^{2x}.$$

Запишемо тепер різницеве рівняння, увівши замість похідних відповідний порядок різничевого оператора:

$$\Delta^4 y(x) + \Delta^3 y(x) - 15\Delta^2 y(x) + 23\Delta y(x) - 10y(x) = 0.$$

Скориставшись виразом у лівій частині рівняння (6), одержимо наступне рекурентне співвідношення

$$y(x+4) + (-C_4^1 + C_3^0)y(x+3) + (C_4^2 - C_3^1 - 15C_2^0)y(x+2) + (-C_4^3 + C_3^2 + 15C_2^1 + 23C_1^0)y(x+1) + (1 - 1 - 15 - 23 - 10)y(x) = 0,$$

або

$$y(x+4) - 3y(x+3) - 12y(x+2) + 52y(x+1) - 48y(x) = 0. \quad (13)$$

Його характеристичне рівняння має вигляд:

$$\lambda^4 - 3\lambda^3 - 12\lambda^2 + 52\lambda - 48 = 0,$$

а коренями є числа $\tilde{\lambda}_{1,2} = 2, \tilde{\lambda}_3 = -4, \tilde{\lambda}_4 = 3$. У відповідності з (3), загальний розв'язок рекурентного співвідношення (13) є наступним:

$$y(x) = 2^x \left(C_1^{(1)} + C_1^{(2)}x \right) + C_2 (-4)^x + C_3 3^x.$$

З іншого боку, за формулою (10) розв'язок рекурентного співвідношення (13) можна знайти, виходячи з коренів характеристичного рівняння (12) вихідного диференціального рівняння (11):

$$y(x) = (1+1)^x \left(C_1^{(1)} + C_1^{(2)}x \right) + C_2 (-5+1)^x + C_3 (2+1)^x = 2^x \left(C_1^{(1)} + C_1^{(2)}x \right) + C_2 (-4)^x + C_3 3^x.$$

Як бачимо, розв'язок отримано правильно.

Наведений вище підхід демонструє тісний зв'язок між коренями характеристичних рівнянь лінійних однорідних рекурентних співвідношень та лінійних однорідних диференціальних рівнянь зі сталими коефіцієнтами, що мають досить схожі алгоритми розв'язування і вивчаються в курсах дискретної математики та диференціальних рівнянь.

ОБГОВОРЕННЯ

Слід зазначити, що на сьогоднішній день існує теорія, яка дозволяє розглядати об'єкти у неперервно-дискретному за часом режимі. Це так звана теорія динамічних рівнянь на часовій шкалі. Вона була запропонована порівняно недавно (у 1988 році) німецьким математиком Стефаном Хільгером та ґрунтується на понятті часової шкали як довільної непорожньої та замкненої (з погляду теорії множин) підмножини множини дійсних чисел. Ця теорія детально описана в роботі (Bohner&Peterson, 2001). Тоді ж вибір функції $\xi_h(z)$, поданої у (8), не є випадковим.

Функція $\xi_h(z)$ визначає деяке циліндричне перетворення комплексної площини та визначає так звану експоненціальну функцію на довільній часовій шкалі:

$$e_{p(t)}(t, t_0) = e^{\int_{t_0}^t \xi_{\mu(\tau)}(p(\tau)) d\tau}, \quad (14)$$

де $\mu(t)$ – функція відстані між елементами часової шкали (називають також зернистістю часової шкали), а Δt – Δ -диференціал змінної, який визначає звичайний диференціал $d\tau$, коли часова шкала є неперервним відрізком, або дорівнює h , коли часова шкала є дискретним відрізком із кроком h (Bohner&Peterson, 2001). Диференціал Δ також пов'язаний зі знаходженням Δ -похідної функції $y^\Delta(x)$, яка є звичайною похідною $y'(x)$ у випадку дійсного відрізка, або визначає різницевий оператор $\Delta y(x) = y(x+1) - y(x)$ у випадку дискретного відрізка на множині цілих чисел.

Зазначена експоненціальна функція (14) узагальнює поняття розв'язку нелінійного однорідного диференціального чи різничевого рівняння першого порядку. Так, розглядаючи так зване динамічне рівняння першого порядку на часовій шкалі

$$y^4(x) = p(x)y(x),$$

отримуємо розв'язок виду:

$$y(x) = Ce_{p(t)}(t, t_0).$$

Тоді розв'язок відповідного диференціального рівняння $y'(x) = p(x)y(x)$ буде мати вигляд

$$y(x) = Ce^{\int p(x)dx},$$

тоді як розв'язком відповідного різницевого рівняння $\Delta y(x) = p(x)y(x)$ буде:

$$y(x) = Ce^{\sum_{t=x_0}^x \ln(1+p(t))} = Ce^{\ln \prod_{t=x_0}^x (1+p(t))} = C \prod_{t=x_0}^x (1+p(t)). \quad (15)$$

Розглянемо приклад застосування зазначеної теорії до розв'язування нелінійних рекурентних співвідношень.

Приклад 2. Розв'язати рекурентне співвідношення $a_{n+1} - (n+1)a_n = 0$.

Розв'язання

Запишемо спочатку задане рекурентне співвідношення у вигляді різницевого рівняння:

$$a_{n+1} - a_n - na_n = \Delta a(n) - na(n) = 0,$$

або

$$\Delta a(n) = na(n).$$

Тоді, скориставшись виглядом розв'язку (15), одержимо:

$$a(n) = C \prod_{k=1}^n (1+k) = Cn!.$$

Отже, розв'язками заданого рекурентного співвідношення є послідовності виду $a_n = Cn!$.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Підводячи підсумки, зазначимо, що встановлення зв'язків між різними математичними дисциплінами допомагає сформувати в студентів цілісне уявлення про математичні об'єкти, алгоритми і теорії, і як наслідок, робить знання системними і практично більш значущими. Виявлення таких зв'язків сприяє інтелектуальному розвитку студентів, формуванню в них системних математичних знань, підвищенню рівня математичної грамотності та інтересу до навчання.

Список використаних джерел

1. Ананченко Ю.М., Вороніна Н.К., Скороходова Л.І. Бінарне заняття як форма реалізації міждисциплінарних зв'язків у процесі підготовки студентів в умовах закладу фахової передвищої освіти: з досвіду машинобудівного коледжу Сумського державного університету. *Фізико-математична освіта*, 2020. Випуск 3(25). Частина 1. С. 19-24.
2. Андерсон Дж. А. Дискретная математика и комбинаторика. М.: Изд. дом «Вильямс», 2004. 960 с.
3. Батечко Н., Титаренко І. Розвиток магістратури в Україні на засадах міждисциплінарності. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика. Серія: педагогічні науки*, 2016. №3. С. 17-22.
4. Бевз В. Міжпредметні зв'язки як необхідний елемент предметної системи навчання. *Математика в школі*, 2003. №6. С. 6-11.
5. Васківська Г.О. Дидактичні аспекти реалізації міждисциплінарних зв'язків у процесі фахової підготовки студентів вищих педагогічних навчальних закладів. *Тенденції розвитку сучасної освіти*, 2017. №3-4. С. 137-149.
6. Волобуєва О.Ф. Міждисциплінарні (міжпредметні) зв'язки під час підготовки майбутнього фахівця: психологічний аспект. *Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія: Психологічні науки*, 2015. № 1. С. 26-42.
7. Гельфонд А. О. Исчисление конечных разностей. М.: Гос. изд-во физ.-мат. лит.-ры., 1959. 400 с.
8. Кобильник Т.П. Використання міжпредметних зв'язків при навчанні математичної інформатики у педагогічному університеті. Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання, 2010. Випуск 8(15). С.143-148.
9. Козлов В.В., Томашевська Т.В., Кузнецов М.І., Використання міждисциплінарних зв'язків при підготовці майбутніх фахівців зі статистики. *Статистика України*, 2018. № 1. С. 52-60.
10. Колот А.М. Міждисциплінарний підхід як домінанта розвитку економічної науки та освітньої діяльності. *Соціальна економіка*, 2014. № 1-2. С. 76-83.
11. Коржова О.В. Теоретичні аспекти міжпредметних зв'язків математичних дисциплін з дисциплінами циклу професійної підготовки майбутніх фахівців із організації інформаційної безпеки. *Фізико-математична освіта*, 2017. Випуск 2(12). С. 89-93.
12. Філіпенко А. С. Міждисциплінарна методологія: базові принципи. «Міждисциплінарні дискусії», 2017. URL: [http://www.iir.edu.ua/uploads/files/tezi%20seminar%20synthesis%205%2012%202017%20final%20\(1\).pdf](http://www.iir.edu.ua/uploads/files/tezi%20seminar%20synthesis%205%2012%202017%20final%20(1).pdf).
13. Шкіль М.І., Лейфура В.М., Самусенко Л.М. Диференціальні рівняння: навчальний посібник для студентів математичних спеціальностей вищих навч. закл. К.: Техніка, 2003. 386 с.
14. Шкура І. Зарубіжний досвід упровадження міждисциплінарних освітніх програм та можливості його застосування в Україні. *Наукові записки БДПУ. Серія: Педагогічні науки*, 2020. Випуск 2. С. 114-127.
15. Bohner M., Peterson A. Dynamic equations on time scales. An introduction with applications. Birkhäuser Boston Inc., Boston, MA, 2001. 360 p.
16. Styron Ronald A., Jr. (2013). Interdisciplinary Education: A Reflection of the Real World. *Systemics, cybernetics and informatics*, 2013. №9(11). P. 47-52.

References

1. Ananchenko, Yu., Voronina, N. & Skorokhodova, L. (2020). Binarne zaniattia yak forma realizatsii mizhdystsyplinarnykh zviyazkiv u protsesi pidhotovky studentiv v umovakh zakladu fakhovoi peredvyshchoi osvity: z dosvidu mashynobudivnoho koledzhu Sumskoho derzhavnoho universytetu [Binary lesson as a form of implementation of interdisciplinary relations in the

- training of students in the conditions of the institution of professional preliminary education: from the experience of mechanical engineering college]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 3(25), Part 1, 19-24 [in Ukrainian].
2. Anderson, J. A. (2004) Discrete Mathematics with Combinatorics [Diskretnaia matematika y kombinatorika]. Moscow: Ed. house "Williams". [in Russian]
 3. Batechko, N. & Tytarenko, I. (2016). Rozvytok reyestratsiyi v Ukrayini na zasadakh mizhdystsyplinarnosti [Development of registration in Ukraine on the basis of interdisciplinarity], *Neperevna profesiyna osvita: teoriya i praktyka (Seriya: pedahohichni nauky) – Continuing professional education: theory and practice. Series: pedagogical sciences*, 3, 17-22 [in Ukrainian].
 4. Bezv, V. (2003) Interdisciplinary links as a necessary element of the subject system of education [Mizhpredmetni zviazky yak neobkhdnyi element predmetnoi systemy navchannia. [terdisciplinary links as a necessary element of the subject system of education]. *Matematyka v shkoli - Mathematics at school*, 6, 6-11 [in Ukraine].
 5. Vas'kivs'ka, H. (2017). Dydaktychni aspekty realizatsiyi mizhdystsyplinarnykh zv'yazkiv u protsesi fakhovoyi pidhotovky studentiv vyshchyykh pedahohichnykh navchal'nykh zakladiv [Didactic aspects of realization of interdisciplinary connections in the process of professional training of students of higher pedagogical establishments], *Tendentsiyi rozvytku suchasnoyi osvity – Trends in the development of modern education*, 3-4, 137-149 [in Ukrainian].
 6. Volobuyeva, O. (2015). Mizhdystsyplinarni (mizhpredmetni) zv'yazky pid chas pidhotovky maybutn'oho fakhivtsya: psykholohichnyy aspekt [Interdisciplinary (interdisciplinary) connections during the preparation of the future specialist: psychological aspect], *Zbirnyk naukovykh prats' Natsional'noyi akademiyi Derzhavnoyi prykordonnoyi sluzhby Ukrainy. Seriya: Psykholohichni nauky – Proceedings of the National Academy of State Border Service of Ukraine. Series: Psychological Sciences*, 1, 26-42 [in Ukrainian].
 7. Gelfond, A.O. (1959). *Ischislenie konechnykh raznostej [Finite Difference Calculus]*. M.: State Publishing House of Phys.-Math. Literature [in Russian].
 8. Kobyl'nyk, T.P. (2010) Vykorystannia mizhpredmetnykh zviazkiv pry navchanni matematychnoi informatyky u pedahohichnomu universytet [The use of interdisciplinary links in the teaching of mathematical computer science at the Pedagogical University]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M.P. Drahomanova. Seriya 2. Kompiuterno-orientovani systemy navchannia – Scientific journal of NPU named after M.P. Dragomanov. Series 2. Computer-based learning systems*, 8 (15), 143–148 [in Ukrainian].
 9. Kozlov, V.V., Tomashevskaya, T.V. & Kuznetsov, M.I. (2018) Vykorystannia mizhdystsyplinarnykh zviazkiv pry pidhotovtsi maibutnykh fakhivtsiv zi statystyky [Use of Interdisciplinary Links in the Training of Future Specialists in Statistics]. *Statystyka Ukrainy – Statistics of Ukraine*, 1, 52-60 [in Ukrainian].
 10. Kolot, A.M. (2014). Mizhdystsyplinarnyi pidkhid yak dominanta rozvytku ekonomichnoi nauky ta osvitnoi diialnosti [Interdisciplinary approach as a dominant development of economic science and educational activities]. *Sotsialna ekonomika - Social economy*, № 1–2, 76-83 [in Ukrainian].
 11. Korzhova, O.V. (2017). Teoretychni aspekty mizhpredmetnykh zviazkiv matematychnykh dystsyplin z dystsyplinamy tsylu profesiinoi pidhotovky maibutnykh fakhivtsiv iz orhanizatsii informatsiinoi bezpeky [Theoretical Aspects Of Interdisciplinary Communications Between Mathematical Disciplines And Disciplines Of Professional Training Of Future Specialists In Organization Of Information Security]. *Fizyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 2(12), 89 - 93 [in Ukrainian].
 12. Filipenko A. (2017). Mizhdystsyplinarna metodolohiya: bazovi pryntsypy [Interdisciplinary methodology: basic principles], *Mizhdystsyplinarni dyskusiyi*, Retrieved from: [http://www.iir.edu.ua/uploads/files/tezi%20ceminar%20synthesis%205%2012%202017%20final%20\(1\).pdf](http://www.iir.edu.ua/uploads/files/tezi%20ceminar%20synthesis%205%2012%202017%20final%20(1).pdf) [in Ukrainian].
 13. Shkil, M.I., Leifura, V.M. & Samusenko, L.M. (2003). *Dyferentsialni rivniannia: navchalnyi posibnyk dlia studentiv matematychnykh spetsialnostei vyshchyykh navch. zakl. [Differential equations: a textbook for students of mathematical specialties of higher educational instit.]*. Kyiv: Tekhnolohiia. [in Ukrainian].
 14. Shkura, I.S. (2020). Zarubizhnyi dosvid uprovozhennia mizhdystsyplinarnykh osvitnykh prohram ta mozhlyvosti yoho zastosuvannia v Ukraini [Foreign experience in implementing interdisciplinary educational programs and opportunities for its application in Ukraine]. *Naukovi zapysky BDPU. Seriya: Pedahohichni nauky – Scientific notes of BSPU. Series: Pedagogical sciences*, 2, 114-127 [in Ukrainian].
 15. Bohner, M. & Peterson, A. (2001). *Dynamic equations on time scales. An introduction with applications*. Birkhäuser Boston Inc., Boston, MA.
 16. Styron Ronald A., Jr. (2013). *Interdisciplinary Education: A Reflection of the Real World*. Systemics, cybernetics and informatics, 9(11), 47–52.

INTERDISCIPLINARY CONNECTIONS IN THE STUDY OF SOME TOPICS OF DISCRETE MATHEMATICS AND DIFFERENTIAL EQUATIONS

O. P. Strakh, T D. Lukashova

Makarenko Sumy State Pedagogical University, Ukraine

Abstract. One of the important tasks in the training of future specialists in the branch of mathematics is the expansion and deepening of mathematical knowledge in order to apply them comprehensively in practice, in future scientific and professional activities. One way to implement this task is to use interdisciplinary connections that involve the transfer of research methods and research models from one scientific discipline to another.

Formulation of the problem. This article considers the possibility of implementing interdisciplinary connections of discrete mathematics with differential equations on the example of studying the topics «Linear recurrence relations with constant coefficients» and «Linear differential equations with constant coefficients».

Materials and methods. *The authors used the following research methods: systematic analysis of scientific, educational and methodological literature; comparison and synthesis of theoretical positions disclosed in scientific and educational literature; generalization of own pedagogical experience and experience of colleagues from other institutions of higher education. In addition, some general mathematical and special methods of the theory of differential equations, discrete mathematics and difference calculus were used.*

Results. *One of the ways to solve linear homogeneous recurrence relations with constant coefficients is to compile a characteristic equation and write the general solution of a given relation depending on the values of the found characteristic roots. A similar algorithm is used to find the general solution of linear homogeneous differential equations with constant coefficients. The article establishes a connection between the solutions of recurrence relations and differential equations, the characteristic equation of which has the same form.*

Conclusions. *Establishing connections between models and research methods used in the study of various mathematical disciplines included in the training program for future mathematicians, allows students to form a holistic view of mathematical objects, algorithms and theories, and as a consequence, makes their knowledge is systematic and practically more meaningful. This contributes to the intellectual development of students, the formation of their systematic mathematical knowledge; increase the level of mathematical literacy and interest in studying the discipline.*

Keywords: *interdisciplinary connections, discrete mathematics, differential equations, recurrence relations, difference calculus.*



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

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

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.

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



Шамшин О.П. Фізика 21 сторіччя в технічному ЗВО. Фізико-математична освіта. 2021. Випуск 3(29). С. 119-126.

Shamshin O. Physics of the 21st century in technical universities. Physical and Mathematical Education. 2021. Issue 3(29). P. 119-126.

DOI 10.31110/2413-1571-2021-029-3-018
 УДК 378.1

О.П. Шамшин
 Національна академія Національної гвардії України, Україна
 apshamshin@gmail.com
 ORCID: 0000-0002-7167-6476

ФІЗИКА 21 СТОРІЧЧЯ В ТЕХНІЧНОМУ ЗВО

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. Перехід до постіндустріального інформаційного суспільства означає переважання нематеріального виробництва, зростання значення інформації та знання, поширення творчої праці. Одними з характерних особливостей постіндустріального суспільства є впровадження в сфері виробництва новітніх технологій і процесів, створення нових матеріалів та продуктів, прискорений розвиток науки та освіти, який базується на зростанні міждисциплінарного взаємопроникнення різних розділів науки. Якісна сучасна освіта є базисом успішного наукового процесу, створення нових знань, що в, в свою чергу, є фактором та джерелом розвитку економіки. Сучасність освіти предметної області має на увазі освоєння знань, технологій, процесів, властивих сьогоднішньому стану науки, формуванню сучасної (в нашому випадку фізичної) картини світу.

Матеріали і методи. Для досягнення поставленої мети роботи використовувалися наступні методи: аналіз і систематизація – під час огляду наукових статей, навчально-методичних посібників, силабусів, у яких представлені ті чи інші дослідження, розробки, описи питань, що стосуються розділів сучасної фізики (СФ) та методів її вивчення; синтез, порівняння, систематизація, узагальнення – під час отримання та обговорення результатів і формулювання висновків роботи.

Результати. Необхідність формування природничої грамотності, уявлень про сучасну фізичну картину світу (ФКС) та інтересу до науки потребує пошуку відповідей на узагальнююче завдання методики фізики «Для чого, що і як вчити?», які стосовно сучасної фізики 21 сторіччя потребують вивчення, що й було зроблено в роботі. Проаналізовані причини скорочення як кількості тих, хто вивчає фізику в ЗВО, так і навчальних програм. Доведено які розділи СФ доцільно вивчати, підкреслюючи зв'язок цих розділів з майбутнім фахом студентів. Запропоновано метод включення розгляду СФ в навчальний процес та теми технічного використання СФ, які можуть бути розглянуті по деяких розділах, що вивчаються.

Висновки. Існує проблема зв'язку питань СФ та трохи застарілого, в більшості своїй класичного курсу загальної фізики ЗВО. Необхідно прискорювати роботу по переробці навчальних програм, бо потреби дня диктують вимоги відповідності того, що вивчають, тому, де воно буде застосовуватися.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: сучасна фізика, технічний ЗВО, методика навчання, проблеми вивчення сучасної фізики, постіндустріальне суспільство.

ВСТУП

Постановка проблеми. Теорія постіндустріального суспільства вважає, що знання стають матеріальною силою, зростає цінність кваліфікованих працівників, здатних постійно вчитися, підвищувати особистісні й професійні компетентності, використовуючи інформаційні технології, орієнтуватися в інформації й фільтрувати її (Белл, 2004). Ключовим для нашого подальшого розгляду є вміння вибрати необхідну наукову інформацію, пов'язати її з відповідним розділом навчальної програми, встановити зв'язок між нею та сучасними технологіями.

В 2012 р. на Youtube з'явився відкритий «лист» президентів США (Minute physics, 2011), про проблеми вивчення фізики в американських ЗВО, що має на сьогоднішній день 1,9 млн. переглядів. Автор звернення, Г. Рейч (Henry Reich), указує на те, що фізика, що викладається студентам американських ЗВО, не розглядає відкриття й закони, зроблені після 1865 г., коли Дж. Максвелл записав рівняння для електромагнітного поля. Навчальні плани сфокусовані практично повністю на класичній фізиці й виключають із розгляду такі розділи СФ як квантова механіка. Г. Рейч затверджує, що США

можуть втратити свої позиції нації, що лідирує в інноваціях, якщо основні принципи СФ, такі як фотон, будова атома, існування антиматерії, GPS, лазери, транзистори, діоди й світлодіоди, кварки, теорія хаосу, електронний мікроскоп, магнітно-резонансний томограф, теорія великого вибуху, чорні діри, утворення зірок, скривлення світла гравітацією, розширення всесвіту, бозон Хіггса, слабка й сильна взаємодія, і інші відкриття астрофізики й квантової фізики, не будуть включені в навчальні програми. Він також затверджує, що студенти упускають важливі зв'язки між сучасною технікою й сучасною фізикою, що робить вивчення фізики захоплюючим і актуальним.

Наведені вище міркування відносяться до багатьох країн, включаючи й Україну. Навчальні програми з фізики на півстоліття застигли в своєму змісті. З 2015 р. зміни почалися вбік суттєвого зменшення навчального навантаження, коли його аудиторна частина впала в 2-3 рази. З урахуванням слабких шкільних знань розраховувати на самостійну роботу студентів не уявляється можливим.

Завданням фізичної освіти є формування природничої грамотності та інтересу до науки в основній масі тих, які навчаються, та в подальшому будуть зайняті в різноманітних сферах діяльності. Наукова грамотна людина здатна до критичного аналізу інформації, самостійності суджень, розуміння ролі науки і технологічних інновацій у розвитку суспільства. Як відомо (Садовий, 2013), однією з проблем загальної методики навчання фізики є пошук ефективніших технологій та методів навчання й контролю та незалежного оцінювання навчальних досягнень, а завданням навчання фізики – це забезпечення системи знань з урахуванням сучасного розвитку фізики через певні форми і методи. Якщо узагальнююче завдання методики фізики звучить як питання: «Для чого, що і як вчити?» і стосовно класичної та нової фізики відповіді на нього вже добрі відомі, то відносно сучасної фізики 21 століття воно залишається відкритим.

Аналіз актуальних досліджень. Тлумачення слова «сучасний» має три значення (Словник, 1970): 1) який стосується одного часу, однієї епохи з ким-, чим-небудь; 2) який існує, відбувається, живе і т. ін. тепер, нині; який стосується теперішнього часу, нинішньої епохи; нинішній, теперішній; 3) який стоїть на рівні свого віку, відповідає вимогам свого часу, викликаний його потребами. Поняття «сучасна фізика» у підручниках для вищої й середньої школи включає розгляд експериментальних й теоретичних робіт з вузького кола питань у період з 1895 до 1960 р., тематично відповідаючи (Савельєв, 1987, 1982), розділи 13-18 (Чолпан, 2003), окремі розділи й параграфи (Бар'яхтар, 2019, 2018). «Сучасна фізика», висвітлена в підручниках, була такою для більшості авторів цих підручників і відповідає скоріше першому значенню змісту слова «сучасний». Аналогічна картина спостерігається і в англомовних підручниках: *Modern Physics for Engineers* (Singh, 2008), *Modern Physics for Scientists and Engineers* (Morrison, 2009), де коло питань, що освітлюються, збігається з (Савельєв, 1987), хоча і розглядаються вони більш детально.

Далі говорячи про сучасну фізику ми будемо мати на увазі наукові досягнення за останні шістьдесят років.

В роботі (Завражна, 2018) вказано на протиріччя, що існують в педагогічній та загальній вищій освіті при вивченні СФ. По-перше, це переважно академічний підхід, при якому втрачається зв'язок між теоретичною базою та практичним, прикладним застосуванням. Зауважимо, що академічність взагалі властива традиційному курсу фізики, коли однаковий матеріал викладається майбутнім радіофізиком, інженерам з інформаційно-вимірювальної техніки, управлінцям залізничного транспорту та військовим автомобілістам. По-друге, відставання освітніх програм ЗВО від сучасного стану науки. Тут також відзначимо, що таке відставання для загального курсу фізики історично притаманно. Так склалося, що останні наукові досягнення студенти опановують на старших курсах при вивченні спецкурсів. По-третє, відсутність або низький рівень методичних розробок, науково-методичних джерел популяризації та опанування сучасного стану фізичних досягнень. Автори визначають ключовим методичним питанням відбір матеріалу, що підлягає вивченню в залежності від спеціальності тих кого навчають. Пропонується включати окремі питання СФ в відповідні розділи та створювати спеціальні курси. Говориться про формування сучасного наукового світогляду завдяки вивченню СФ.

І. Сальник (Сальник, 2011) розглядає питання вивчення СФ в педагогічних ЗВО. Також підкреслюється відставання методичних напрацювань до постійно зростаючого обсягу інформації останніх наукових досягнень, які можливо вивчати на спецкурсах та спецпрактикумах. Пропонуються теми спецкурсів та розглядаються особливості спецпрактикумів. Деякі розділи та питання СФ стають змістом лабораторних робіт спецпрактикуму, причому такі роботи будуть комп'ютерними або модельними. Ми би їх назвали віртуальними. Авторка звертає увагу на необхідність ретельного відбору матеріалу, що підлягає вивченню, та виділяє двадцять проблем, відповідних до трьох напрямків СФ: мікро-, макро- та мегафізика. Відмітимо, що ці 20 проблем є частиною списку з 30 фізичних та астрофізичних проблем, які академік В.Л. Гінзбург запропонував наприкінці 20 століття (Гінзбург, 1999).

Навчальна література, в якій розглядається СФ і яка може використовуватися як основа для підготовки методичного матеріалу для аудиторних та самостійних занять на сьогоднішній день існує, але не в великій кількості і частіше не в тому вигляді, щоб задовольнити потреби викладача та «студента-технаря». Фундаментальний чотирьохтомник В.К. Воронова, А.В. Подоппелова та Р.З. Сагдеева (2012) охоплює найновіші напрямки та актуальні проблеми СФ. Автори анонсують видання, як підручник та як огляд усіх останніх досягнень у фізиці. Значний обсяг книг, а в сумі це 1640 сторінок, передбачає, що найвірогідніше, їх будуть вивчати студенти та аспіранти фізики. Фундаментальна праця потребує досить великого об'єму годин спецкурсу. Автори виділяють дві основні особливості сучасного природознавства: прискорене зростання обсягів інформації та швидко зростаюча інтеграція різних напрямків наукового природознавства, які приводять до методологічних проблем викладання навчального матеріалу з переносом акценту дидактики з методики навчання на об'єм і структуру змісту навчального курсу, вивчення матеріалу якого пропонується робити в рамках спецкурсу з аудиторним навантаженням до 104 годин.

Окремі питання, зокрема макрофізики, СФ та їх технічне застосування розглядають В.А. Ільїн і В.В. Кудрявцев (Ільїн, 2018). І хоча виклад матеріалу дається в більш доступній формі, без зайвих теоретичних міркувань і розрахунків, у науково-популярному стилі, але майже третину книги займає надпровідність, а деякі питання фізики конденсованого стану, нанотехніки та інші не розглядаються. Зауважимо, що цей авторський колектив розглядає питання пов'язані з викладанням СФ у середній школі в багатьох своїх роботах, наприклад (Кудрявцев, 2017, 2011).

Окремі розділи СФ розглядаються в підручниках, монографіях, навчально-методичних розробках з предмету «Сучасна фізична картина світу». Наприклад, (Опанасюк, 2005) приділяє увагу теоретичному опису таких розділів, як симетрія, нелінійна динаміка, теорія катастроф та інші. Зазначимо, що для всіх цих теорій характерна часова залежність по кривій хайпу.

Мета статті. Аналіз теоретико-методологічних основ вивчення фізики 21 сторіччя студентами технічних ЗВО, практико-орієнтованого компонентного наповнення елементами СФ загального курсу фізики, визначення можливостей і видів втілення окремих питань СФ в рамки існуючого педагогічного процесу.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для досягнення поставленої мети роботи використовувалися наступні методи: аналіз і систематизація – під час огляду наукових статей, навчально-методичних посібників, у яких представлені ті чи інші дослідження, розробки, описи питань, що стосуються СФ; узагальнення статистичних даних вступних кампаній до ЗВО, силабусів з фізики технічних вишів; аналіз, синтез, порівняння, систематизація, узагальнення – при розробці пакетів навчальних матеріалів за всіма розділами освітнього процесу.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Виділимо основні напрямки подальшого розгляду. Спочатку розглянемо питання хто і як зараз ще вивчає фізику та в якому обсязі. Потім запропонуємо методи вивчення розділів СФ.

Говорячи про НТР, перехід до постіндустріального суспільства, постійно підкреслюється (стало загальним місцем) зростання кількості наукових співробітників і, зокрема, вчених-фізиків, зростання тих кому необхідно вивчати фізику. Це зростання дійсно відбувалося в геометричній прогресії з середини 18 сторіччя і до 1970-х років. Потім спостерігається зупинка, а з 1990 років занепад кількості фізичних спеціальностей, студентів-фізиків, потреби в вивченні фізики. В США за останні 20 років кількість науковців подвоїлася, зросла до 5 % (приблизно 7 млн.) їх частка в загальній кількості робочої сили. Але, якщо в науковому сенсі 20 ст. безумовно визначали, як вік фізики, то в 21 ст., принаймні у його першій половині, судячи по статистичних даних середнього приросту кваліфікованих фахівців, переважаючими будуть біологи, айтішники, матеріалознавці та гуманітарії (рис. 1). І хоча можна було очікувати, що безперервний розвиток техніки, технологій, біофізики, матеріалознавства, приладобудування і таке інше буде потребувати вивчення фізики хоча б у тих об'ємах, що був раніше, але фахівці випускаючих інженерних кафедр вимагають включення в навчальні курси питань сучасної фізики за рахунок обмеження, а аноді й відмови від традиційних розділів (Redish, 2000).

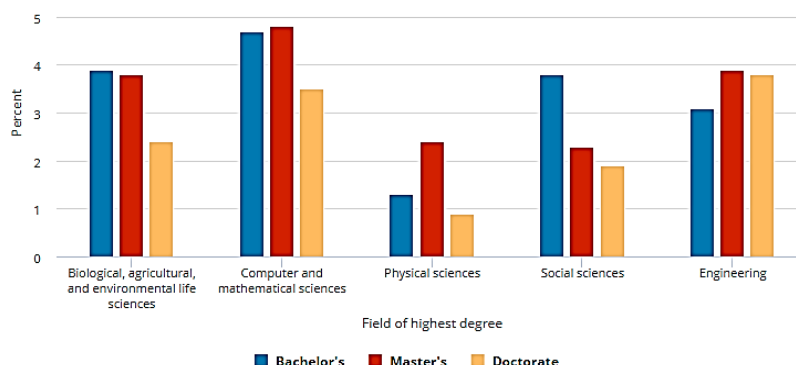


Рис. 1. Складений річний темп приросту загальної кількості зайнятих осіб з найвищим ступенем наукової та інженерної діяльності за сферами та рівнем вищого ступеня: 2003–17 (Since, 2021)

На відміну від США та ЄС протягом 1991–2014 рр. кількість працівників наукових установ в Україні зменшилась у 4,1 рази, а кількість безпосередньо зайнятих науковою діяльністю дослідників – у 4,5 рази. В останні роки тенденції погіршилися, зокрема протягом 2015 року в Україні закрилося 90 наукових установ (Наука, 2021). У загальній кількості зайнятого населення України в 2014 році науковці становили лише 0,49% (1990 року – 1,16%) (Попович, 2017). Зі значним скороченням промислового виробництва зменшується потреба в висококваліфікованих інженерних кадрах. Ось свіжий приклад: від 120 до 150 ІТР ДП «Харківське конструкторське бюро з машинобудування ім. А.А. Морозова», те що створювало багато танків, в тому числі Т-34, з 14 липня 2021 році повинні перейти на одноденний графік роботи. При цьому, «скорочення», в першу чергу, стосується інтелектуальної складової колективу, зокрема конструкторів. А ось виробничі працівники (зокрема, зварювальники) навпаки працюватимуть у три зміни – робити корпуси нових БТР.

Постає питання: кого вчити загальній фізиці, не кажучи вже про СФ, в технічному ЗВО, в котрому майже сто років фізика була однією з фундаментальних, базових дисциплін для низки спеціальних та випускаючих кафедр? Кількість тих, що здають ЗНО по фізиці за останні 9 років скоротилася більш ніж в 3 рази, і минулого року становила 6% (20521 абітурієнт) від загального числа тих, хто здавав ЗНО (Рис. 2). З тих, що здали ЗНО з фізики 63,71 % одержали трійку (Результати, 2020). Результати тесту ЗНО з фізики, як і в минулому році, не будуть обов'язковими для жодної спеціальності при вступі до вишів у 2021 році. Останній раз ЗНО з фізики було обов'язковим для вступу в 2018 році на спеціальності «Середня освіта (Фізика)», «Фізика і астрономія», а також «Прикладна фізика і наноматеріали». Починаючи з 2019 року, для вступу на ці спеціальності обов'язковою є математика, а фізика пропонується як один з предметів серед інших на вибір абітурієнта. Рейтинги спеціальностей за кількістю поданих заяв показують, що природничі та технічні спеціальності в 8 – 20 разів поступаються «Управлінню та адмініструванню», хоча більш коректно було б порівнювати по зарахованих студентах, але

все одно цифри вражають. Не дивно, що усе частіше студентські групи на технічних спеціальностях складаються з 1-3 чоловік.

Наступне питання: що вчити? Фізика, будучи фундаментальною дисципліною інженерно-технічних спеціальностей ЗВО, здобуває в останні десятиліття риси односеместрового факультативного курсу з мінімальним аудиторним навантаженням, вихолощеним світоглядним підтекстом. Віддана на відкуп самоосвіті фізика, як реальний навчальний предмет, переходить у віртуальний. В українських технічних ЗВО за останні кілька років курс фізики серйозно урізаний. Скорочення навчального навантаження викладачів в 2016 р. до 600 годин, акцент на самостійну роботу студентів і їх розвантаження, робилося шляхом скорочення фундаментальних дисциплін (рис. 2). На ряді спеціальностей фізика замінена курсом «Фізичні основи сучасних технологій» (ФОСТ) або йому подібним, який є безпосереднім продовженням предмета «Фізика» і розвитком розглянутих у ньому проблем на основі сучасних концепцій і технічних додатків – це офіційна точка зору на ФОСТ, а неофіційна – поверхнєве, описове, безформульне або малоформульне викладання окремих навіть не розділів, а тем. Найчастіше забрали з вивчення й фізику й ФОСТ.

Аналіз силабусів по фізиці п'яти харківських ЗВО показує (рис. 3), що є дві тенденції у викладанні курсу фізики: потроху про усе або більш докладно вивчаються три-чотири розділи й при цьому повністю не розглядаються інші. При скороченні програм, як правило, вилучаються розділи, пов'язані із новою фізикою 20 сторіччя. З рис. 3 видно, що, наприклад, квантова механіка та елементи ФТТ розглядаються на двохгодинних лекціях тільки у військових ЗВО та програмистами ХНАДУ. Причому програмисти розглядають усього чотири розділи з одинадцяти за 32 лекційних години, електронщики ХНУРЕ – 5 за 36 годин, управленці процесами перевезень (УПП) УкрДУЗТ – 6 за 15 годин, військові автомобілісти – 9 за 38 годин і механіки – 10 за 28 годин.

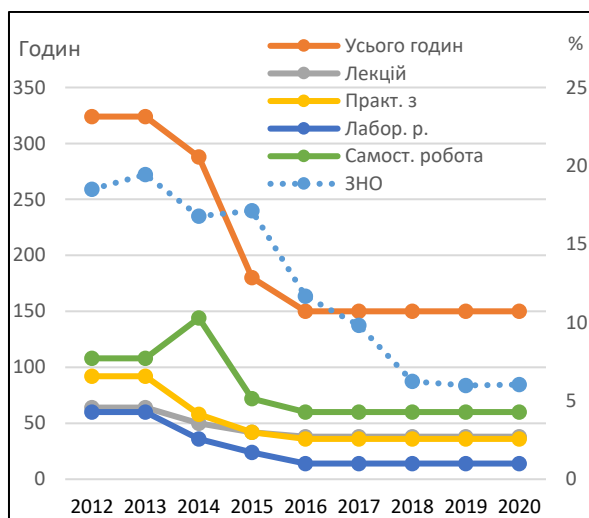


Рис. 2. Зміна навантаження з фізики. Для наочності пунктиром показано також падіння кількості абітурієнтів, що здають ЗНО з фізики у відсотках від загальної кількості абітурієнтів. За даними (Шамшин, 2017) та (Результати, 2020)

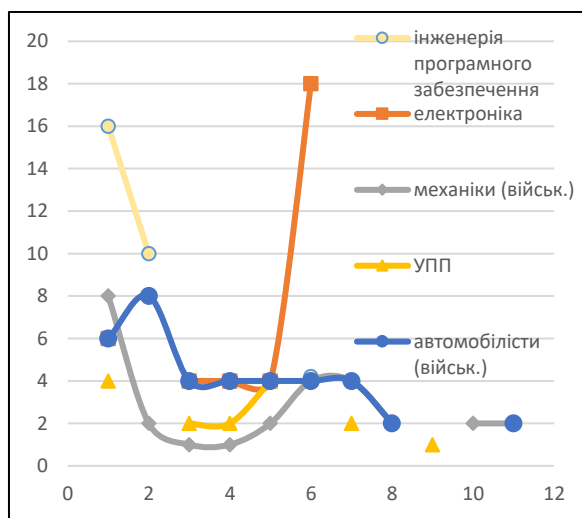


Рис. 3. Розподіл лекційного курсу по розділах фізики у п'яти ЗВО м. Харкова за даними силабусів 2020 – 2021 н.р.

Вздовж осі X: 1 – механіка; 2 – молекулярна фізика та термодинаміка; 3 – електрика; 4 – постійний струм; 5 – електромагнетизм; 6 – коливання та хвилі; 7 – хвильова та квантова оптика; 8 – атомна фізика; 9 – ядерна фізика; 10 – квантова механіка; 11 – елементи фізики твердого тіла

До основних функцій навчання відносять освітню, виховну та розвиваючу. Освітня функція веде до вироблення умінь і навичок використання знань на практиці. Задачою фізичної освіти є формування природничої грамотності, уявлень про фізичну картину світу та інтересу до науки. ФКС – уявлення про природу, що базується на загальних фізичних принципах, поняттях, законах і гіпотезах фізики. ФКС можна порівняти з пазлом, який студенти складають по мірі вивчення фізики. Та, на жаль, в нашому пазлі є тільки декілька фрагментів, а більшість деталей за 30 років загублена. Не важливо, чи будуть зібрані чотири великих фрагмента з 11, чи десять малих з великого пазлу, картину ми не побачимо ні в першому, ні в другому випадку.

Який матеріал з СФ можна було би розглянути на лекціях, практичних, лабораторних заняттях та студентських коференціях і гуртках? Так як ми розглядаємо фізику в технічному ЗВО, то більш случним є практичне втілення СФ в сьогоденне життя. Зброя на нових фізичних принципах, її різновиди – теми для доповідей на конференціях.

Криза теоретичної фізики по створенню теорії всього, експериментальні роботи в багатьох напрямках СФ, що продовжуються вже більше сорока років, алеї досе не дали практичних результатів (мається на увазі ВТНП), мають поки що дослідницький характер і можуть бути кратко згадані.

І наприкінці розглянемо питання «як навчати СФ»?

В постановці проблеми було вказано, посилаючись на (Садовий, 2013), що однією з проблем загальної методики навчання фізики є пошук ефективніших технологій та методів навчання й контролю та незалежного оцінювання навчальних досягнень студентів.

В літературному огляді ми з'ясували, що пропонуються дві схеми навчання СФ: перша, можлива в педагогічних ЗВО, це спецкурси та спецпрактикуми, елективні курси зі значним аудиторним навантаженням більшим 100 годин. Рис. 2 свідчить про те, що на сьогоднішній день ця схема не зможе існувати в технічному ЗВО.

Де знайти додатковий час на сучасну фізику, коли його не вистачає навіть на скорочений курс, традиційно викладається в вишах. Якщо раніше в окремих темах можна було розглянути їхнє сучасне застосування, то в останні п'ять років лекція по фізиці поверхнево охоплює дві - три теми, і у викладача просто бракує часу на розгляд питань, що стосуються стану СФ.

Тому друга схема передбачає переробку аудиторного заняття таким чином, щоб виділити 10–15 хвилин на розповідь про сучасний стан питання, що розглядається на занятті. Наприклад, при засвоєнні руху заряджених часток у магнітному полі, розповісти про прискорювачі, запуск БАК в 2008 р., відкриття бозону Хіггса в 2012 р., при вивченні електропровідності металів можна було б більш докладно розглянути ВТНП і навіть показати ефект Мейснера, розповісти про застосування ВТНП у поїздах на магнітній подушці, магнітній левітації Маглева в Шанхаї, прискорювачах БАК, гарматі Гаусса, рейкотроні, зброї на нових фізичних принципах і т. п. В загалі, можна запропонувати такі теми використання СФ в техніці, що відповідають розділам, які зазвичай вивчають в вишах Таблиця 1.

Таблиця 1

Можливі технічні використання деяких розділів СФ, які відповідають темам, які вивчаються в загальному курсі фізики технічного ЗВО

№	Розділ, закон, явище чи формула, що вивчається	Приклад застосування, технологія, матеріал і т. ін.
1	Швидкість, прискорення	Гіперзвукові пристрої
2	Енергія	Наномотор, білковий двигун, молекулярні пропелери
3	Енергія обертального руху	Супермаховик
4	Термодинаміка, теплові і холодильні машини	Тепловий насос
5	Діелектрична проникність	Речовини з гігантським значенням $\epsilon > 10^6$
6	Сила Ампера	Рейкотрон
7	Магнітне поле, електромагнітна індукція	гармата Гаусса
8	Тороїд	Токамак - тороїдальна установка для магнітного утримання плазми
9	Рух заряджених часток у магнітному полі, сила Лоренца	Прискорювачі: циклотрон, синхротрон, синхрофазотрон, колайдер, БАК.
10	Електромагнітні хвилі	2G – 5G зв'язок
11	Оптика	Волоконно-оптичні пристрої
12	Інтерференція	голографія
13	Поляризація	Анени телебачення метрового діапазону, H і V – поляризація транспондерів, конвертори супутникового телебачення: Hot Bird 13 E - 10°, Sirius 5E - 15°, Amos 4W - 15°.
14	Теплове випромінювання	Інфрачервоні пульти дистанційного управління, дистанційне вимірювання температури, пирометри, тепловізори; УФО обігрівачі
15	Температурна залежність опору провідника	ВТНП, ефект Мейснера, можливість застосування ВТНП у поїздах на магнітній подушці, магнітна левітація Маглева в Шанхаї, надпровідні соленоїди в БАК
16	Фазовий стан речовини	Рідкі кристали: LED та OLED LCD
17	Квантова фізика	QLED LCD – металевий нанопільтр на основі квантових точок
18	Тунельний ефект	Тунельний мікроскоп
19	Внутрішній фотоефект	Сонячні панелі, зелена енергетика
20	Напівпровідники	Мікро- та наноелектроніка

ОБГОВОРЕННЯ

Ми представили свою точку зору на виклад СФ, точніше двох її частин – мікро- і макрофізики в технічному вузі, виходячи з обмежених за годинами рамок від трьох до п'яти кредитів ECTS. Це ті частини фізики, які будуть затребувані при подальшому навчанні студентів і дають базові знання необхідні в майбутній професії. Ці розділи фізики найбільш бурхливо розвиваються і є рушійною силою четвертої науково-технічної революції. Спроби створення теорії всього об'єднанням опису сверхмалого й надвеликого, приводять до криз у науці. Необхідність приймати на віру складні теоретичні розрахунки скоріше математиків, ніж фізиків-теоретиків, ведуть до відторгнення, несприйняття фізики взагалі. 10-, 26- мірний простір описує мир елементарних часток і космологію. 10^{500} способів редукції 10-мірних суперструнних теорій до 4-мірної ефективної теорії поля породжує теорію ландшафтів. Якщо в «Маленькому принцові» у шістьох героїв були свої планети, то сьогодні кожний може вибрати свій всесвіт з гугл у п'ятому степені можливих. Для того щоб зрозуміти і працювати з СФ необхідно знати алгебраїчну й диференціальну геометрію, топологію.

Пройде ще кілька десятиліть і з'являться нові більш складні теорії, а про сьогоднішніх можуть і не згадати. 60-ті роки минулого століття називають «золотим часом» фізики, коли теорії виникали дуже часто. Просування їх у наукові маси визначалося, як би зараз сказали, хайпом. Розкрутили академіки теорію катастроф, вона досягла свого сплеску в 80-ті роки, а зараз одиничні роботи ветеранів-катастрофістів іноді зустрічаються в літературі. Молодий учений прагне

зрозуміти, описати те, що він вивчає, шукає допомоги в теоретиків. А виявляється, що теорія описує один якийсь факт, властивий явищу, не пояснюючи його появи, зв'язки, залежності. І виходить, наприклад, що феноменологічна теорія фазових переходів Ландау продовжується в теорії катастроф (ТК), із заміною термодинамічних параметрів відповідними змінними параметрами. І ми одержуємо ті ж результати, що й у теорії Ландау, але при цьому вивчили ТК.

І таких прикладів теор. опису фізичних явищ досить багато. Тому, на наш погляд, сьогодні варто більше говорити у фізичній аудиторії про експериментально перевірені області мікро- і макрофізики. Якщо є можливість (час), то можна привести й описати таблицю СФ у вигляді (Не только бозон Хиггса, 2021), щоб сформулювати хоча б початкові прозори уявлення про СФ. І зрозуміло, що маючи 15 – 38 лекційних годин на весь курс фізики, при всьому бажанні викладача, його досвіді й педагогічній майстерності неможливо сформулювати ФКС.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Бурхливий розвиток фізики в минулому столітті привів до суттєвого технологічного прориву промисловості, появи нових наукових дисциплін, що виникли на стику наук. Розвиток матеріалознавства, електроніки, нанотехнологій, роботехніки, всього, що визначає науково-технічне обличчя 21 ст., поступово витісняє класичну фізику з освітнього процесу, потребуючи включення в навчальні плани розділів СФ, на яких базується неонаука.

Показано, що скорочення тих, хто вивчає фізику є не тільки проблемою України, але має загальносвітові тенденції. Порівняння причин такого скорочення доводить, що в світі це пов'язано з переходом до індустрії 4.0. В Україні це викликано, по-перше, тотальною деіндустріалізацією, а по-друге, реформами вищої школи: якщо раніше фізику вчили лікарі, економісти, інженери і т. д., то зараз вона є третім предметом за вибором на ЗНО навіть на фізичні спеціальності.

Доведено, що з трьох складових СФ доцільно вивчати мікро- та макрофізику, зокрема ті їх розділи, які пов'язані з майбутнім фахом студентів.

З'ясовано, що в рамках обмеженої за часом програми з фізики технічного ЗВО найбільш доцільним є розгляд питань СФ на аудиторних заняттях шляхом висвітлення, обговорення, а можливо, і доповіді студентів протягом 10 – 15 хв. Запропоновані теми технічного використання СФ, які можуть бути розглянуті по деяких розділах, що вивчаються.

У подальшій роботі планується не обмежуватися двадцятьма пунктами застосування сучасної фізики в перспективних технологіях, а більш широко розглянути ці питання, обговорити можливу робочу програму навчальної дисципліни, в яку будуть внесені зв'язки з НТР.

Список використаних джерел

1. Бар'яхтар В.Г., Довгий С.О., Божинова Ф.Я. Кірюхіна О.О. Фізика: Підруч. для 11 кл./ за ред. В.Г. Бар'яхтара, С.О. Довгого. Харків.: Ранок, 2019. 272 с.
2. Бар'яхтар В.Г., Довгий С.О., Божинова Ф.Я., Кірюхіна О.О. Фізика: Підруч. для 10 кл./ за ред. В.Г. Бар'яхтара, С.О. Довгого. Харків: Ранок, 2018. 275 с.
3. Белл Д. *Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования*. М.: Academia, 2004. 944 с.
4. Воронов В.К., Подопелов А.В., Сагдеев Р.З. *Физика на переломе тысячелетий*: в 4 т.: учебн. пособ. М.: Изд-во ЛКИ, 2012. Т.1. 510 с., Т.2. 336 с., Т.3. 432 с., Т.4. 368 с.
5. Гинзбург В.Л. Какие проблемы физики и астрофизики представляются сейчас особенно важными и интересными (тридцать лет спустя, причем уже на пороге XXI века)? *УФН*, 1999. Выпуск 169. С. 419-441.
6. Завражна О.М., Однотворець Л.П., Пасько О.О., Салтикова А.І. Методика формування у студентів знань про стан сучасної фізики та нанотехнологій. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2018. №1(75). С. 196-208.
7. Ильин В.А., Кудрявцев В.В., *Магистральные направления физики XXI века: Физика технологий будущего для будущих физиков и инженеров: Современная макрофизика: Низкие температуры. Сверхпроводимость. Сверхтекучесть. Лазеры. Фуллерены, нанотрубки, графен. Информационные технологии*. М.: URSS, 2018. 448 с.
8. Кудрявцев В.В., Ильин В.А. Об изучении вопросов современной физике в школе. *Вестник МГОУ. Сер.: Педагогика*, 2017. №2. С. 117-124, DOI: 10.18384/2310-7219-2017-2-117-124.
9. Кудрявцев В.В., Ильин Г. Ф. В. А., Михайлишина Г.Ф. Изучение современной физики в профильной школе: методологический аспект. *Педагогическое образование и наука*, 2011. № 9. С. 40-47.
10. Minutephysics. Open Letter to the President: Physics Education. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=BGL22PTIOAM> (Дата звернення 25.05.2021).
11. Morrison J. *Modern Physics for Scientists and Engineers*. Academic Press, 2009. 488 p.
12. Наука в Україні. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Наука_в_Україні (Дата звернення 25.05.2021).
13. Не только бозон Хиггса: что еще нашли в Большом адронном коллайдере. URL: https://hightech.fm/2021/03/03/tally-hadrons?is_ajax=1 (Дата звернення 25.05.2021).
14. Опанасюк, А.С. *Сучасна фізична картина світу*: навч. посіб. Мікро-, макро- та мегафізика. Суми: СумДУ, 2005. 328 с.
15. Попович О. На яке майбутнє може сподіватися українська наука. *Українська правда*, 17.03.2017. URL: <https://life.pravda.com.ua/columns/2017/03/17/223188/> (Дата звернення 25.05.2020).
16. Redish E. F. Who needs to learn physics in the 21st century — and why? Plenary lecture, GIREP Conference Physics Teacher Education beyond 2000, Barcelona Spain, August 2000.
17. Результати ЗНО. URL: https://ru.osvita.ua/test/rez_zno/ (Дата звернення 25.05.2021).
18. Савельев И. В. *Курс общей физики*: Учеб. пособ.: в 3 т. Т. 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит. 1987. 320 с.,
19. Савельев И. В. *Курс общей физики*: Учеб. пособ.: в 3 т. Т. 1. Механика, молекулярная физика. М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит. 1982. С. 217-245.
20. Садовий М.І., Вовкотруб В.П., Трифонова О.М. *Вибрані питання загальної методики навчання фізики*: навч. посіб. Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013. С. 12.

21. Science & Engineering Indicators 2020, Science and Engineering Labor Force. URL: <https://nces.nsf.gov/pubs/nsb20198/u-s-e-workforce-definition-size-and-growth> (Дата звернення 25.05.2020).
22. Сальник І. Метод моделювання як невід'ємна компонента практикуму з фізики у педагогічному ВНЗ *Наукові записки КДПУ імені В. Винниченка*. Сер.: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти, 2011. Вип. 1. С. 90-95.
23. Singh J., *Modern Physics for Engineers*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2008. 400 p.
24. *Словник української мови*: в 11 т. /за ред.: І.К.Білодіда; АН УРСР. Ін-т мовознавства. К.:Наукова думка, 1970–1980. Т.9. С. 872.
25. Чолпан П.П. *Фізика*: Підр.. К.: Вища школа, 2003. 567 с.
26. Шамшин А.П. Современная физика в современном курсе физики вуза. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Методика навчання природничих дисциплін у середній та вищій школі» (XXIV Каришинські читання), (Полтава, 18 - 19 травня 2017 року). С. 315-317.

References

1. Bariakhtar V. H., Dovhyi S. O., Bozhynova F. Ya. Kiriukhina O.O. (2019). *Fizyka* [Physics]: Pidruch. dlia 11 kl. Kharkiv.: Ranok [in Ukraine].
2. Bariakhtar V. H., Dovhyi S. O., Bozhynova F. Ya. Kiriukhina O.O. (2018). *Fizyka* [Physics]: Pidruch. dlia 10 kl./ Kharkiv.: Ranok [in Ukraine].
3. Bell, D. (2004). *Gryadushchee postindustrial'noe obshchestvo. Opyt social'nogo prognozirovaniya* [The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting]. M.: Academia, 944 [in Russian].
4. Voronov V.K., Podoplelov A.V., Sahdeev R.Z. (2012). *Fyzyka na perelome tysyacheletei* [Physics at the turn of the millennium]: v 4 t.: tutorial. M.: Yzd-vo LKY [in Russian].
5. Hynzburch V L. (1999). *Kakye problemy fizyky y astrofizyky predstavliaiutsia seichas osobenno vazhnymy y ynteresnymy (trydtsat let spustia, prychem uzhe na porohe KhKhI veka)?* [What problems of physics and astrophysics seem to be especially important and interesting now (thirty years later, and already on the threshold of the 21st century)?]. UFN - Physics-Uspekhi (Advances in Physical Sciences), 169, 419-441 [in Russian].
6. Zavrazhna O.M., Odnodvoret L.P., Pasko O.O., Saltykova A.I. (2018). *Metodyka formuvannia u studentiv znan pro stan suchasnoi fizyky ta nanotekhnologii*[Methods of forming students' knowledge about the state of modern physics and nanotechnology]. Pedagogichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnologii – Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies, 1(75), 196-208 [in Ukraine].
7. Ylyn V.A., Kudriatsev V.V. (2018). *Mahystralnye napravleniya fizyky XXI veka: Fyzyka tekhnolohyi budushcheho dlia budushchykh fizykov y ynzhenarov: Sovremennaia makrofizyka: Nyknye temperatury. Sverkhprovodymost. Sverkhtekuchest. Lazery. Fullereny, nanotrubky, hrafen. Ynformatsionnye tekhnolohyy* [The main directions of physics of the XXI century: Physics of technologies of the future for future physicists and engineers: Modern macrophysics: Low temperatures. Superconductivity. Superfluidity. Lasers. Fullerenes, nanotubes, graphene. Information technologies], URSS [in Russian].
8. Kudriatsev V.V., Ylyn V.A. (2017). *Ob yzuchenyy voprosov sovremennoi fizyke v shkole*[About studying questions of modern physics at school], Vestnyk MHOU. Ser.: Pedagogika – Bulletin of the MSUR. Ser. : Pedagogy, 2, 117-124, DOI: 10.18384/2310-7219-2017-2-117-124 [in Russian].
9. Kudriatsev V.V., Ylyn H. F. V. A., Mykhailishyna H.F. (2011). *Yzuchenye sovremennoi fizyky v profylnoi shkole: metodologicheskiy aspekt* [Study of modern physics in a specialized school: methodological aspect]. Pedagogicheskoe obrazovanye y nauka – Pedagogical education and science. 9, 40-47 [in Russian].
10. minutephysics. Open Letter to the President: Physics Education. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=BGL22PTIOAM>.
11. Morrison J. (2009). *Modern Physics for Scientists and Engineers*. Academic Press.
12. *Nauka v Ukraini* [Science in Ukraine]. (n.d.). [uk.wikipedia.org](http://uk.wikipedia.org/wiki/Nauka_v_Ukraini). Retrieved from https://uk.wikipedia.org/wiki/Nauka_v_Ukraini [in Ukraine].
13. *Ne tolko bozon Higgsa: chto esche nashli v Bolshom adronnom kollaydere*. (n.d.). hightech.fm. Retrieved from https://hightech.fm/2021/03/03/tally-hadrons?is_ajax=1 [in Russian].
14. Opanasiuk, A.S. (2005). *Suchasna fizychna kartyna svitu: navch. posib. Mikro-, makro- ta megafizyka* [Modern physical picture of the world: textbook. Micro-, macro- and megaphysics]. Sumy: SumDU [in Ukraine].
15. Popovych O. (2017) *Na yake maibutnie mozhe spodivatysia ukrainska nauka* [What future can Ukrainian science hope for?]. Ukrainska Pravda - Ukrainian Pravda, 17.03.2017. Retrieved from <https://life.pravda.com.ua/columns/2017/03/17/223188/> [in Ukraine].
16. Redish E. F. (2000). *Who needs to learn physics in the 21st century — and why?* Plenary lecture, GIREP Conference Physics Teacher Education beyond 2000, Barcelona Spain.
17. Rezul'taty ZNO [ZNO results] (2020). (n.d.). ru.osvita.ua. Retrieved from https://ru.osvita.ua/test/rez_zno/ [in Russian].
18. Savelev Y. V. (1987). *Kurs obshchei fizyky: Ucheb. posob.: v 3 t. T. 3. Kvantovaia optyka. Atomnaia fizyka. Fyzyka tverdogo tela. Fyzyka atomnogo yadra y elementarnykh chastyt* [General Physics Course: Textbook. manual: in 3 volumes. V. 3. Quantum optics. Atomic physics. Solid state physics. Physics of the atomic nucleus and elementary particles.]. M.: Nauka [in Russian].
19. Savelev Y. V.(1982). *Kurs obshchei fizyky: Ucheb. posob.: v 3 t. T. 1. Mekhanyka, molekuliarnaia fizyka* [General Physics Course: Textbook. manual: in 3 volumes. V. 1. Mechanics, molecular physics]. M.: Nauka [in Russian].
20. Sadovyi M.I., Vovkotrub V.P., Tryfonova O.M. (2013). *Vybrani pytannia zahalnoi metodyky navchannia fizyky: navch. Posib [Selected issues of general methods of teaching physics: textbook]. Kirovohrad: PP «Tsentr operativnoi polihrafii «Avanhard» - Kirovograd: PE "Center of operative polygraphy" Avangard* " [in Ukraine].

21. Science & Engineering Indicators 2020, Science and Engineering Labor Force. (n.d.). <https://nces.nsf.gov/pubs/nsb20198/u-s-s-e-workforce-definition-size-and-growth>.
22. Salnyk I. (2011). Metod modeliuвання yak nevidiemna komponenta praktykumu z fizyky u pedahohichnomu VNZ [Modeling method as an integral component of a workshop on physics in a pedagogical university], Naukovi zapysky KDPU imeni V. Vynnychenka. Ser.: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity - Scientific notes of V. Vynnychenko Kirovograd State Pedagogical University. Ser.: Problems of methods of physical-mathematical and technological education, 1. 90-95 [in Ukraine].
23. Singh J. (2008). Modern Physics for Engineers. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
24. Slovnyk ukrainskoi movy (1970): v 11 t. [Dictionary of the Ukrainian language: in 11 volumes] /za red.: I.K.Bilodida; AN URSR. In-t movoznavstva. K.:Naukova dumka [in Ukraine].
25. Cholpan P.P. (2003). Fizyka: Pidr [Physics: Textbook]. K.: Vyshcha shkola [in Ukraine].
26. Shamshin A.P. (2017). Sovremennaia fizyka v sovremennom kurse fizyky vuza [Modern physics in the modern physics course of the university]. Proceedings from Materialy Mizhnarodnoi naukovy-praktychnoi konferentsii «Metodyka navchannia pryrodnychkh dystsyplin u serednii ta vyshchii shkoli» (XXIV Karyshynski chytannia)» - Materials of the International Scientific and Practical Conference "Methods of nurturing natural disciplines at middle and high schools" (XXIV Karishinsky reading). (pp. 315 – 317) , Poltava [in Russian].

PHYSICS OF THE 21ST CENTURY IN TECHNICAL UNIVERSITIES

Olexandr Shamshin

National Academy of the National Guard of Ukraine, Ukraine

Abstract.

Problem formulation. *The transition to a post-industrial information society means the predominance of intangible production, the growing importance of information and knowledge, the spread of creative work. One of the characteristic features of post-industrial society is the introduction of the latest technologies and processes, the creation of new materials and products, the accelerated development of science and education, which is based on the growth of interdisciplinary interpenetration of different branches of science. Quality modern education is the basis of a successful scientific process, the creation of new knowledge, which, in turn, is a factor and source of economic development. Modern education of the subject area implies the development of knowledge, technologies, processes inherent in the current state of science, the formation of a modern (in our case, physical) picture of the world.*

Materials and methods. *To achieve this goal the following methods were used: analysis and systematization - during the review of scientific articles, textbooks, syllabuses, which present certain studies, developments, descriptions of issues related to the sections of modern physics (MP) and methods of its study ;, synthesis, comparison, systematization, generalization - during the receipt and discussion of results and formulation of conclusions..*

Results. *The need for the formation of natural literacy, ideas about the modern physical picture of the world and interest in science requires finding answers to the generalizing problem of physics "Why, what and how to teach?", Which in relation to modern 21st century physics done at work. The reasons for the reduction of both the number of those who study physics in the universities and educational programs are analyzed. It is proved which sections of the MP should be studied, the connection of these sections with the future specialty of students is emphasized.*

Conclusions. *There is a problem between MP and the somewhat outdated, mostly classical course in general physics. It is necessary to accelerate the work on the processing of curricula, because the needs of the day dictate the requirements of compliance with what is being studied, so where it will be applied.*

Keywords: *modern physics, technical universities, teaching methods, problems of studying modern physics, post-industrial society.*



АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

К		К	
Kozlov D.	18	Ішутіна О.Є.	44
Kozlova O.	18	Іщенко Р.М.	63
Kuz'mich V.	6	К	
Kuzmich L.	6	Кархут В.Я.	93
М		Ковальов Л.Є.	68
Mylenkova R.	13	Корж-Усенко Л.В.	74
С		Краснобокий Ю.М.	81
Savchenko A.	6	Кудін А.П.	93
Semenikhina O.	18	Кудіна Т.М.	93
Soroko N.	24	Л	
А		Лукашова Т.Д.	112
Асмыкович И.К.	31	М	
Б		Мар'єнко М.В.	99
Бабкін В.В.	37	Медведєва М.О.	68
Бескорса О.С.	44	П	
Борковская И.М.	31	Побережець І.І.	68
Г		Прошкін В.В.	37
Гаврілова Л.Г.	44	Пыжкова О.Н.	31
Горбунович І.В.	63	Р	
Д		Рибалко П.Ф.	74
Друшляк М.Г.	51	Розуменко А.М.	105
Ж		Розуменко А.О.	105
Жигайло О.О.	58	С	
І		Страх О.П.	112
Ільницька К.С.	81	Т	
		Ткаченко І.А.	81
		Ш	
		Шамшин О.П.	119

Наукове видання

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА

Науковий журнал

Key title: Fiziko-matematična osvita

Abbreviated key title: Fiz.-mat. osv.

ВИПУСК 3(29)

2021

Друкується в авторській редакції
Матеріали подані мовою оригіналу

Відповідальний за випуск

О.В. Семеніхіна

Комп'ютерна верстка

О.М. Удовиченко

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

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

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