

ISSN 1998-6939  
EISSN 2306-1707  
DOI 10.14308/ite

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ОСВІТИ

# *Information Technologies in Education*

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Головний редактор: професор Співаковський О.В.

Збірник наукових праць засновано в травні 2007 року

Випуск 1 (55)

Херсон – 2024

УДК 004:37

Друкується за ухвалою вченої ради  
Херсонського державного університету  
(протокол від 21.05.2007 № 9)

Затверджено відповідно до рішення вченої ради  
Херсонського державного університету  
(протокол від 29.01.2024 р. № 11)

**Внесено до Переліку наукових фахових видань України  
(Наказ Міністерства освіти і науки України від 17.03.2020 № 409)**

**Головний редактор**

Співаковський Олександр  
Володимирович

– Херсонський державний університет, Україна

**Заступники головного редактора**

Гуржій Андрій Миколайович  
Єрмолаєв Вадим Анатолійович  
Вінник Максим Олександрович

– НАПН України, Україна  
– Запорізький національний університет, Україна  
– Херсонський державний університет, Україна

**Відповідальні секретарі**

Кравцов Геннадій Михайлович  
Тарасіч Юлія Геннадіївна

– Херсонський державний університет, Україна  
– Херсонський державний університет, Україна

**Літературний редактор**

Гнедкова Ольга Олександрівна

– Херсонський державний університет, Україна

**Редакційна колегія**

Андрієвський Борис Макійович  
Биков Валерій Юхимович  
Богомолів Сергій  
Ваган Терзіян  
Валько Наталія Валеріївна  
Вангула Алагар  
Гері Л. Пратт  
Генріх Майр  
Девід Камачо  
Думітру Ден Бурдеску  
Колгатін Олександр Геннадійович

– Херсонський державний університет, Україна  
– Інститут цифровізації освіти, Україна  
– Австралійський національний університет, Австралія  
– Університет Юваскюля, Фінляндія  
– Херсонський державний університет, Україна  
– Університет Конкордія, Канада  
– Східний університет Вашингтона, США  
– Альпен-Адрія-університет, Клагенфурт, Австрія  
– Мадридський автономний університет, Іспанія  
– Університет Крайови, Румунія  
– Харківський національний педагогічний університет ім. Г.С. Сковороди, Україна  
– Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Б. Хмельницького, Україна  
– Херсонський державний університет, Україна  
– Утрехтський університет прикладних наук, Нідерланди  
– Херсонський державний університет, Україна  
– Київський університет ім. Бориса Грінченка, Україна  
– Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Україна  
– Мелітопольський державний педагогічний університет ім. Б. Хмельницького, Україна  
– Херсонський державний університет, Україна  
– Херсонський державний університет, Україна  
– Херсонський державний університет, Україна  
– Національний педагогічний університет ім. М.П. Драгоманова, Україна  
– Херсонський державний університет, Україна  
– Криворізький державний педагогічний університет, Україна  
– Інститут цифровізації освіти, Україна  
– Університет Аристотеля в Салоніках, Греція  
– Черкаський державний технологічний університет, Україна  
– Університет Ніцци-Софії Антиполіс, Франція  
– Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Україна

Круглик Владислав Сергійович

Кушнір Наталія Олександрівна  
Лео Ван Моєргестел  
Львов Михайло Сергійович  
Морзе Наталія Вікторівна  
Нікітченко Микола Степанович  
Осадча Катерина Петрівна

Песчаненко Володимир Сергійович  
Петухова Любов Євгенівна  
Полторацький Максим Юрійович  
Раков Сергій Анатолійович  
Саган Олена Валеріївна  
Семеріков Сергій Олексійович  
Спірін Олег Михайлович  
Ставрок Деметріадіс  
Триус Юрій Васильович  
Філіпп Лаір  
Шишацька Олена Володимирівна

Information Technologies in Education: збірник наукових праць. Випуск 1 (55). Херсон: ХДУ, 2024. 94 с.

Редакція зберігає за собою право на редагування та скорочення статей. Думки авторів не завжди збігаються з думкою редакції. За достовірність фактів, цитат, імен, назв та інших відомостей відповідають автори.

Засновник (співзасновник): Херсонський державний університет, Інститут інформаційних технологій і засобів навчання Національної академії педагогічних наук України.

Свідцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації Серія КВ № 24162-14002 ПП.

Електронна адреса збірника <http://ite.kspu.edu>

Збірник зареєстровано та представлено у наукометричних та бібліометричних системах і БД: DOAJ, Ulrich's Periodicals Directory, WorldCat, CrossRef, Index Copernicus International S.A., Реферативна база даних «Україніка наукова», Google Scholar.

Адреса редакційної колегії: Херсонський державний університет,  
ул. Університетська, 27, м. Херсон, Україна, 73000.

ISSN 1998-6939  
EISSN 2306-1707  
DOI 10.14308/ite

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE  
KHERSON STATE UNIVERSITY

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE  
INSTITUTE FOR DIGITALISATION OF EDUCATION

# *Information Technologies in Education*

SCIENTIFIC JOURNAL

Editor-in-Chief: Professor Spivakovsky O.

Scientific journal was founded in May 2007

1 (55) Issue

Kherson – 2024

Printed by decision of Academic Council  
of Kherson State University  
(protocol № 9 from 21.05.07)

Ratified by decision of Academic Council  
of Kherson State University  
(protocol from 29.01.2024 № 11)

**Included in List of Scientific Professional Issues of Ukraine  
(By order of Ministry of Education and Science of Ukraine №409 from 17.03.2020)**

**Editor-in-Chief**

Aleksander Spivakovsky – Kherson State University, Ukraine

**Co-Editors-in-Chief**

Andrey Gurzhij – National Academy of Pedagogical Sciences, Ukraine

Vadim Ermolayev – Zaporozhye National University, Ukraine

Maksym Vinnyk – Kherson State University, Ukraine

**Editorial Assistants**

Hennadiy Kravtsov – Kherson State University, Ukraine

Yuliia Tarasich – Kherson State University, Ukraine

**Copyeditor**

Olha Hniedkova – Kherson State University, Ukraine

**Editorial Board**

**Members:**

Boris Andrievskiy – Kherson State University, Ukraine

Valeriy Bykov – Institute for Digitalisation of Educations, Ukraine

Sergiy Bogomolov – Australian National University, Australia

Vagan Terziyan – University of Jyväskylä, Finland

Natalia Valko – Kherson State University, Ukraine

Vangalur Alagar – Concordia University, Canada

Gary L. Pratt – Eastern Washington University, United States A.

Heinrich C. Mayr – Alpen-Adria-Universität Klagenfurt, Austria

David Camacho – Universidad Autónoma de Madrid, Spain

Dumitru Dan Burdescu – University of Craiova, Romania

Oleksandr Kolhatin – H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Ukraine

Vladyslav Kruhlyk – Bogdan Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University, Ukraine

Nataliya Kushnir – Kherson State University, Ukraine

Leo Van Moergestel – Utrecht University of Applied Sciences, Netherlands

Michael Lvov – Kherson State University, Ukraine

Natalia Morze – Borys Grinchenko Kiev University, Ukraine

Mykola Nikitchenko – Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

Kateryna Osadcha – Bogdan Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University, Ukraine

Vladimir Peschanenko – Kherson State University, Ukraine

Liubov Petukhova – Kherson State University, Ukraine

Maksym Poltorackiy – Kherson State University, Ukraine

Sergey Rakov – National Pedagogical Dragomanov University, Ukraine

Yelena Sagan – Kherson State University, Ukraine

Serhiy Semerikov – Kryvyi Rih State Pedagogical University, Ukraine

Oleg Spirin – Institute for Digitalisation of Educations, Ukraine

Stavros Demetriadis – Aristotle University of Thessaloniki, Greece

Yuriy Trius – Cherkasy State Technological University, Ukraine

Philipp Lahire – University of Nice Sophia-Antipolis, France

Olena Shyshatska – Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

Information Technologies in Education : Scientific journal. Issue 1 (55). Kherson: KSU, 2024. 94 p.

Editorial board reserved the right to edit and reduce articles. Authors opinions cannot always agreed with editorial board's point of view. Authors are responsible for authenticity of facts, quotations, names, places, and other information.

Founders: Kherson State University, Institute of Informational Technologies and Learning Tools of National Academy of Educational Sciences of Ukraine.

The certificate of state registration of printed mass media Serial number KB № 24162-14002 III.

<http://ite.kspu.edu>

The scientific journal is registered and submitted in bibliometric databases and systems: DOAJ, Ulrich's Periodicals Directory, WorldCat, CrossRef, Index Copernicus International S.A., Abstract database "Україніка наукова", Google Scholar.

**Address of editorial stuff:** Kherson State University  
Universytets'ka, 27, Kherson, Ukraine, 73000



## ЗМІСТ

*Буйницька О., Варченко-Троценко Л., Смірнова В., Тютюнник А., Грицеляк Б., Матасар Є.*

Реалізація індивідуальної освітньої траєкторії у закладі вищої освіти шляхом упровадження каталогу вибіркових дисциплін..... 7

*Дягилева О., Леценко А., Пазяк А., Юрженко А.*

Kahoot! Як інструмент гейміфікації освітнього процесу в морській вищій освіті..... 25

*Кротенко В., Афузова Г., Найдьонова Г.*

Кейс-метод як технологія забезпечення якості вищої освіти під час дистанційного навчання з використанням засобів ІКТ: досвід роботи..... 35

*Вербовецький Д., Олексюк В.*

Емпірична оцінка ігрового програмного забезпечення гейміфікаційного середовища для підготовки майбутніх бакалаврів інформатики..... 47

*Бабічев С., Гончаренко Т.*

Застосування бікластерного аналізу для формування підмножин коерентних даних..... 54

*Пермінова Л.*

Засоби впливу на мотиваційну сферу здобувачів вищої освіти в умовах синхронного навчання..... 64

*Хоменко Є.*

Сучасні методи, моделі та програмні засоби реалізації та оптимізації систем IoT (Internet of Things)..... 72

*Відомості про авторів* ..... 85

*Анотації*..... 87

## **CONTENTS**

*Oksana Buinytska, Liliia Varchenko-Trotsenko, Valeriia Smirnova, Anastasiia Tiutiunnyk, Bohdan Hrytseliak, Yevhen Matasar*

Introduction of an Individual Educational Trajectory in a Higher Education Institution Through The Implementation of a Catalog of Elective Disciplines..... 7

*Olena Diahyleva, Alona Leshchenko, Alla Paziak, Alona Yurzhenko*

Kahoot! As a Tool to Gamify Learning Process at Maritime Higher Education..... 25

*Valentyna Krotenko, Hanna Afuzova, Ganna Naydonova*

The Case Method as a Technology for Ensuring the Quality of Higher Education During Distance Learning Using Ict Tools: Work Experience..... 35

*Dmytro Verbovetskyi, Vasyl Oleksiuk*

Empirical Evaluation of Gaming Software of the Gamification Environment for the Preparation of Future Bachelors of Informatics..... 47

*Sergii Babichev, Tetiana Goncharenko*

Application of Biclustering Analysis for Forming Coherent Data Subsets..... 54

*Liudmyla Perminova*

Means of Influence on the Motivation Sphere of Higher Education Acquisitions in Conditions of Synchronous Education..... 64

*Yevheniy Khomenko*

Modern Methods, Models and Software Tools for Implementation and Optimization of Iot Systems (Internet of Things)..... 72

*Information about Authors*..... 85

*Summary*..... 87

.

UDC 378.147.091.31-059.1:378.016-048.58

Oksana Buinytska, Liliia Varchenko-Trotsenko, Valeriia Smirnova, Anastasiia Tiutiunnyk,  
Bohdan Hrytseliak, Yevhen Matasar

Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv, Ukraine

ORCID 0000-0002-3611-2114

ORCID 0000-0003-0723-4195

ORCID 0000-0001-9965-6373

ORCID 0000-0003-2909-7697

ORCID 0000-0003-2953-8560

ORCID 0009-0007-3968-1295

**INTRODUCTION OF AN INDIVIDUAL EDUCATIONAL TRAJECTORY IN A HIGHER  
EDUCATION INSTITUTION THROUGH THE IMPLEMENTATION OF A CATALOG  
OF ELECTIVE DISCIPLINES**

DOI 10.14308/ite000776

*Institutions of higher education are increasingly faced with the diversity of needs and expectations of students, which calls into question traditional educational curricula. In this context, there is a need to introduce new approaches that provide students with greater flexibility in learning and the opportunity to independently shape their educational path. One of these approaches is an individual educational trajectory, which allows students to actively participate in the formation of their individual learning paths, increasing their motivation and interest in the learning process. The urgency of introducing an individual educational trajectory in universities reflects the need to adapt the educational system to modern realities and individual needs of students. It is also a response to the challenge of ensuring flexibility, differentiation and personalization of training, which is becoming increasingly important in light of the rapidly changing labor market and the requirements for the competencies of future professionals. The article examines the possibility of introducing an individual educational trajectory for students of higher education institutions through the implementation of the "catalog of elective disciplines" module in the e-learning system, evaluation and planning of the educational process, determination of success criteria and support of students in the process of selection and advancement along an individual trajectory. The relevance of this issue is due to changes in the modern educational environment, which requires a more flexible approach to learning to take into account the individual needs and interests of students. An analysis of research related to the implementation of an individual educational trajectory and the implementation of the catalog of selective disciplines was carried out.*

**Keywords:** student-centered learning, individual educational trajectory, elective subjects, e-learning system, catalog of elective subjects

## 1. Introduction

Higher education is a key element of social progress and development, and also has a significant impact on the formation of the country's intellectual, social and economic potential. In recent decades, there have been a number of general trends affecting higher education, namely: globalization, technological progress, societal change, and demographic transition. In particular, an important aspect of the organization of the educational process is the importance of introducing student-centered learning as the basis for effective learning and development of higher education students.

Globalization has significantly changed the paradigm of higher education [1]. Students have access to a huge amount of knowledge at any time and place, communication and cooperation with



Oksana Buinytska, Liliia Varchenko-Trotsenko, Valeriia Smirnova, Anastasiia Tiutiunnyk,  
Bohdan Hrytseliak, Yevhen Matasar

like-minded people acquires an intercultural character. This requires universities to ensure international competitiveness and develop students' intercultural competence.

Technological progress, in particular digital technologies, is changing the format of learning and access to knowledge. The digital transformation of education promotes the development of educational platforms and online resources that provide students with access to a variety of educational content, helps to adapt and personalize educational resources and access relevant information at any time. Digital resources provide greater opportunities for interaction and collaboration between participants in the educational process, regardless of location, feedback to provide personalized support for further learning of students. Higher education institutions (HEIs) are increasingly using digital educational environments, electronic libraries, video conferencing, virtual and remote laboratories. artificial intelligence, virtual, augmented reality and other tools to improve the quality of education.

Society also demands changes in higher education. The need for flexibility and quick response to the needs of the labor market is growing. Universities should ensure the development of practical skills, entrepreneurial thinking and interpersonal competencies so that graduates can successfully integrate into modern society. Thus, digital transformation stimulates universities to introduce individual educational trajectories.

## **2. Theoretical aspects of the introduction of an individual educational trajectory in HEIs**

Student-centered learning is considered one of the most important concepts in higher education today. The concept of student-centered learning is one of the key paradigms defining the relationship between a teacher and a student in the educational process. This concept is based on the principle of the student's active participation in his own education and ensuring his personal development and self-realization, the implementation of which contributes to building an individual educational trajectory.

A student-centered approach to learning provides students with wider opportunities for self-development and solving real problems, which provides them with preparation for professional activity and self-realization in the future. The main advantage of the student-centered approach is to increase students' motivation and interest in learning, which ensures deeper and more effective learning of the educational material.

An important element of the student-centered approach is the free choice by the students of the topics of individual educational tasks, master's projects and practice bases, and the formation of an individual educational trajectory. The individual educational trajectory is one of the modern learning technologies, which gives students the opportunity to determine their own path in learning and development. This technology allows you to choose subjects, topics and learning methods that best meet the needs and interests of students. This approach to learning can help them better understand the material, increase their interest in learning, and help them develop skills that will be useful later in life [2].

The issue of individual educational trajectory is of interest to many researchers. The theoretical foundations, essence and features of the concept of individual educational trajectory were studied in the works H. Shevchuk [3], T. Korostiiianets [4], V. Fedorova [5], M. Shuliaka, V. Lytvyn [6], I. Krasnoshchok [7].

Features of the use of information systems and digital learning platforms in the construction of an individual educational trajectory of an education student are considered in the works of O. Nalyvaiko, N. Nalyvaiko [8], O. Kobylska, L. Shevchuk, S. Yashanov [9].

In institutions of higher education, the implementation of an individual educational trajectory is an important element of the formation of an innovative educational system that ensures the creation of conditions for the individual development of each student. However, the use of this technology requires a change in the traditional model of education and the introduction of new approaches to the educational process.

One of the features of the implementation of an individual educational trajectory is the need to individualize the educational process. This means that the teacher should implement a personalized approach to each student, taking into account his needs and interests. For this, it is necessary to create a system of diagnosis and analysis of students' needs, which will allow them to determine individual development plans for each student.

Another feature of the implementation of an individual educational trajectory is the need to create an appropriate infrastructure to ensure this process. Such infrastructure may include: appropriate software for planning the learning trajectory, a system for monitoring student progress, and a feedback system between students and teachers.

It is worth noting that the use of an individual educational trajectory can help improve the quality of education and make it more effective. In particular, students can choose disciplines that interest them and independently shape their educational environment, which will contribute to increasing their motivation for learning and development.

Ways of implementing an individual educational trajectory are shown in the diagram (Fig. 1).

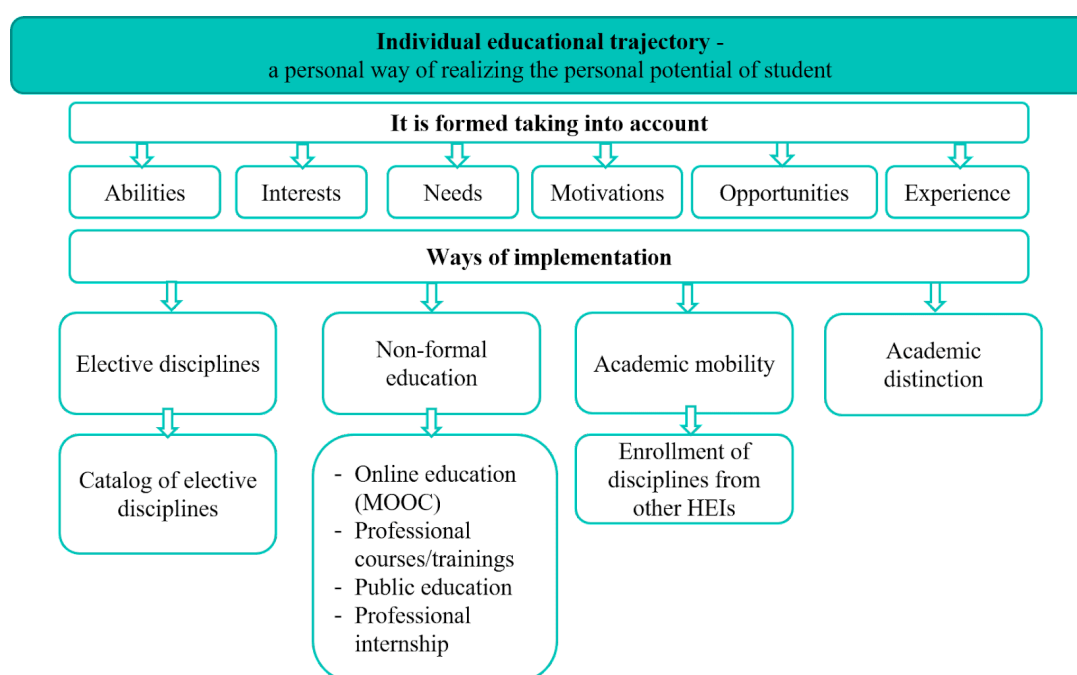


Figure 1. Individual educational trajectory

The introduction of elective disciplines is one of the components of the formation of an individual educational trajectory. This initiative allows students to choose disciplines that they find most interesting or useful for their professional and personal development. Elective disciplines provide students with the opportunity to deepen professional competences, expand their horizons, acquire new knowledge and skills, and also make their educational experience more diverse and useful. This allows students to be more motivated to study and enjoy the process of acquiring knowledge and skills. This approach allows universities to be more flexible and adaptable to changes in society and the labor market. Elective disciplines can be focused on personal development, new technologies, scientific discoveries or on the changing needs of the labor market. In general, the introduction of elective disciplines is an important and relevant element of modern university education, therefore the goal of the study is the introduction of an individual educational trajectory in HEIs by implementing a catalog of elective disciplines.

Elective disciplines originate from the concept of person-centered teaching, which was systematized by the American psychologist Carl Rogers in the middle of the 20th century. It is based on the principle that a pupil or student takes an active part in shaping their educational trajectory,

choosing what to learn, how to learn and how to evaluate their own knowledge. The teacher performs the functions of a facilitator while moving along this trajectory. This movement is accompanied by constant introspection and close communication between the teacher and the student [10].

In higher education, this concept in practice is closely related to the ideals of liberal education, which is designed to provide broad education, erudition and the ability to learn. In particular, in European universities, student-oriented learning is quite widespread, it was reflected in the Leuven Communiqué [11] and is the basis of the Bologna process. In turn, elective disciplines as one of its elements have become an integral part of university programs in developed countries. The introduction of elective disciplines allows students to supplement their main specialty with an additional specialty or take separate courses for a broad erudition. The possibility of choosing disciplines from different faculties and departments is an effective tool for interdisciplinarity or even interculturality.

In Ukraine, the right of students to choose educational disciplines is approved at the legislative level, so according to the Law of Ukraine "On Education", students have the right to form an individual educational trajectory, which is realized, in particular, through a free choice of types, forms and pace of obtaining education, educational institutions and proposed them of educational programs, educational disciplines and their level of complexity, methods and means of education. An individual educational trajectory is a personal way of realizing the personal potential of the student of education, which is formed taking into account his abilities, interests, needs, motivation, opportunities and experience, based on the student's choice of types, forms and pace of education, subjects of educational activity and those proposed by them educational programs, educational disciplines and their level of complexity, methods and teaching aids. An individual educational trajectory in an educational institution can be implemented through an individual educational plan, which determines the sequence, form and pace of assimilation by the student of educational components of the educational program with the aim of realizing his individual educational trajectory and is developed by the educational institution in cooperation with the student in the presence of the necessary resources [12].

Also, the Law of Ukraine "On Higher Education" states that students have the right to choose academic disciplines within the limits provided by the relevant educational program and curriculum, in the amount of at least 25 percent of the total number of ECTS credits provided for a given level of higher education [13]. Therefore, universities face the task of creating an innovative educational system that ensures the individual development of each student. An important aspect of the successful implementation of technology is the formation of a regulatory framework, the creation of an appropriate infrastructure, the adaptation of educational and professional programs for the implementation of students' choices.

At the same time, the quality of the educational programs for which higher education candidates are trained is ensured by the accreditation procedure carried out by the National Agency for Quality Assurance of Higher Education. A mandatory condition for accreditation is the compliance of the educational program with the criteria in accordance with the "Regulations on the Accreditation of Educational Programs for the Training of Higher Education Candidates", according to which the structure of the educational program should provide for the formation of an individual educational trajectory, in particular through the individual choice of higher education candidates by disciplines to the extent provided by law [14].

The formation of an individual educational trajectory at Grinchenko University is ensured by the Regulation on the organization of the educational process, the Regulation on the procedure and conditions for the selection of educational disciplines, the Regulation on the procedure for realizing the right to academic mobility of participants in the educational process. According to these documents, students have the right to: choose academic disciplines in the amount of at least 25% of the total number of ECTS credits provided for in the educational program; study according to an individual schedule; academic mobility, including international mobility; the possibility of crediting credits received in non-formal education; the opportunity to offer bases for practice, as well as own topics of individual tasks, master's theses.

The formation of an individual educational trajectory is implemented in the higher education institutions of Ukraine in various ways. The analysis of the websites of higher education institutions of

Ukraine proved that the procedure for choosing academic disciplines is implemented either through specialized information systems, or by filling out online forms, or submitting an application in paper form. A selection of available tools for forming an educational trajectory in higher education institutions of Ukraine is presented in Table 1.

*Table 1*  
*The procedure for choosing academic disciplines in HEIs of Ukraine*

HEI	Link	Availability of an automated selection system	Additional Information
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"	<a href="https://kpi.ua/">https://kpi.ua/</a>	The choice of disciplines is carried out through the Electronic Campus system.	Annotations of elective disciplines in the form of PDF files are posted on the websites of structural divisions of higher education institutions.
Taras Shevchenko National University of Kyiv	<a href="https://knu.ua/">https://knu.ua/</a>	The selection is made through the student's personal office in the university's information system.	Work programs of elective disciplines are posted on the websites of the structural units of HEI.
Sumy State University	<a href="https://sumdu.edu.ua/">https://sumdu.edu.ua/</a>	The selection is made through the student's personal office in the university's information system.	The description and annotations of elective disciplines are placed in a single information system.
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine	<a href="https://nubip.edu.ua/">https://nubip.edu.ua/</a>	The choice is made by filling out a questionnaire in a paper version in the classroom at a meeting with the guarantor of the educational curriculum and the teachers who read the elective disciplines.	Annotations of elective disciplines in the form of Word files are posted on the website of the HEI and on the Educational and informational portal of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine.
National Aviation University	<a href="https://nau.edu.ua/">https://nau.edu.ua/</a>	The choice of disciplines is carried out through the system of forming an individual educational trajectory.	Annotations of elective disciplines in the form of PDF files are posted on the website of the HEI.
Poltava State Agrarian University	<a href="https://www.pdau.edu.ua/">https://www.pdau.edu.ua/</a>	The choice is made through the student's personal account.	Annotations of elective disciplines in HTML and PDF format are available on the official website of the HEI.

Dnipropetrovsk State University of Internal Affairs	<a href="https://dduvs.in.ua/">https://dduvs.in.ua/</a>	The choice of academic disciplines is carried out by filling out Google Forms.	Abstracts of elective disciplines in PDF and PPTX format are available on the official website of the HEI.
Mukachevo State University	<a href="https://msu.edu.ua/">https://msu.edu.ua/</a>	The choice of educational disciplines is carried out by filling out Microsoft Forms.	Abstracts of elective disciplines in PDF format are available on the official website of the HEI.
National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»	<a href="https://nupp.edu.ua/">https://nupp.edu.ua/</a>	The choice of academic disciplines is carried out in the student's personal electronic account.	The description and work programs of elective disciplines are posted on the official website of the HEI.
King Danylo University	<a href="https://ukd.edu.ua/">https://ukd.edu.ua/</a>	The choice of academic disciplines is carried out by filling out Google Forms.	Annotations of elective disciplines in the form of Google documents are posted on the website of the HEI.

Based on the results of the analysis, we see that the most convenient and effective way to exercise the right to choose educational disciplines for students and the administration of higher education institutions is the use of specialized information systems. At Grinchenko University, this is a specialized electronic module in the E-learning system, to which the student has access in a personal office.

In accordance with the Regulations on the Organization of the Educational Process of the Borys Grinchenko Kyiv University, based on the educational program for each specialty, the university develops a curriculum, which defines the list and volume of educational disciplines in ECTS credits, the sequence of studying the disciplines, the forms of conducting educational classes and their scope, schedule educational process, forms of current and final control. The list of disciplines of the curriculum of the educational program consists of two parts - mandatory and elective. The elective part of the curriculum is at least 25 percent of the total number of ECTS credits provided for a certain level of higher education. The student of higher education forms the specified part of the curriculum independently from the list of disciplines, additional specializations, etc [15].

### **3. Implementation of choice by students in the E-learning system of Grinchenko University**

At Borys Grinchenko Kyiv University, considerable attention is paid to the implementation of electronic learning, which is based on the use of electronic content, including electronic training courses and electronic communication technologies, and the cooperation of all participants in the educational process based on the created electronic information and educational environment of the University [16]. In the e-learning system, digital educational programs are organized in the form of metacourses. Metacourses "Educational-professional/Educational-scientific programs (EPP/ESP)" in the e-learning system are created for each new edition of the EPP/ESP and form of study, contain e-courses for all disciplines of the corresponding EPP [17]. The "General" section contains general information about the EPP/ESP, which includes the purpose, object of study, program goals. Current approvals of the EPP/ESP and the curriculum are also downloaded in the form of .PDF files. Each EPP/ESP metacourse must contain such mandatory blocks as:



- course description (link to the relevant EPP/ESP indicating the year and form of study, if the EPP is for full-time and part-time forms);
- questionnaires and testing;
- statistics;
- execution progress.

Electronic training courses are added to the metacourse only according to EPP/ESP in the semester(s) specified in the curriculum. A block of subjects from the catalog of elective disciplines is added at the end of the section of each semester. The journal of grades in the EPP/ESP metacourse is formed every semester. Summary of semester categories - average score for the semester (Fig. 2).

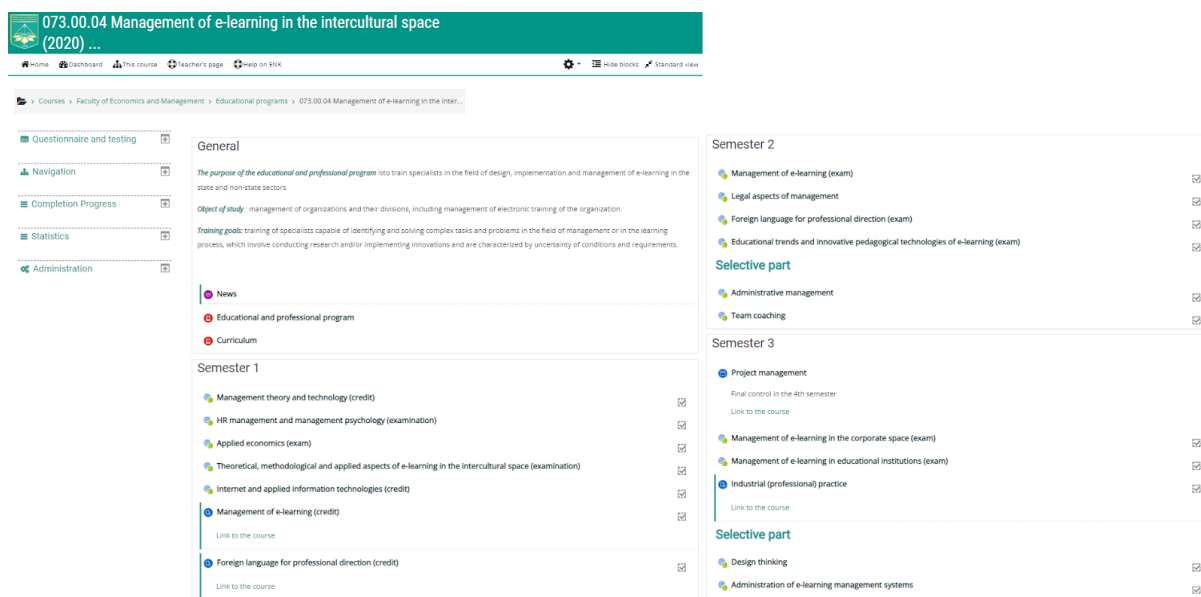


Figure 2. View of the educational program in the E-learning system

In order for students to make choices in the electronic learning system of Grinchenko University, a module of the electronic catalog of elective disciplines has been developed, with the help of which the student has the opportunity to choose disciplines according to the number of credits of the educational program.

The process of choosing disciplines is standardized:

- Approval of the list of elective disciplines in the structural division;
- Entry of disciplines into the catalog by teachers;
- Discipline check;
- Acquaintance with descriptions of disciplines by students;
- Making choices by students in the system;
- Checking and adjusting the choices made by students (required number of credits, fullness of groups, etc.);
- Final choice of disciplines by students and its fixation in the system;
- Coordination of the schedule;
- Enrollment of students in relevant e-courses.

To ensure the high quality of the educational process, Scientific methodical center of standardization and quality of education (SMC SQE) employees check the disciplines for selection, analysis and correction of the choices made by students.

The catalog of elective disciplines is a collection of information about the courses that students can choose during their studies. The catalog provides students with the opportunity to choose from a list of courses that are mandatory for their educational program and can be useful for their academic development and professional career. The catalog of elective disciplines helps students plan their individual educational trajectory, allows them to flexibly choose disciplines according to their

interests, needs and career goals. It contributes to a wider and more diverse acquisition of knowledge and skills that may be useful in the future. In addition, the catalog of elective disciplines reflects current trends in the field of education and development, and helps the university maintain a modern and competitive educational space.

The module of the electronic catalog of elective disciplines consists of the following components:

- Directories (educational and qualification levels, fields of knowledge, specialties, educational programs, specializations);
- The component of the distribution of students by educational-professional (educational-scientific) programs (EPP/ESP), specializations;
- Catalog of elective disciplines.

The procedure for organizing students' choice of disciplines from the catalog is shown in the diagram (Fig. 3)

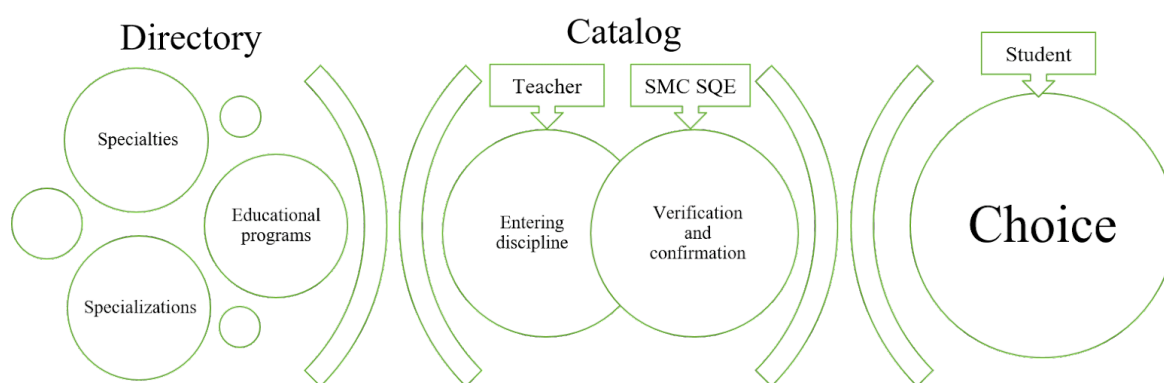


Figure 3. The procedure for organizing students' choice of disciplines from the catalog

The directories include all educational and qualification levels, fields of knowledge, specialties, educational programs, specializations for which higher education students are trained at the university, with an indication of the description, total number and distribution of credits by semesters, etc. (Fig. 4-7).

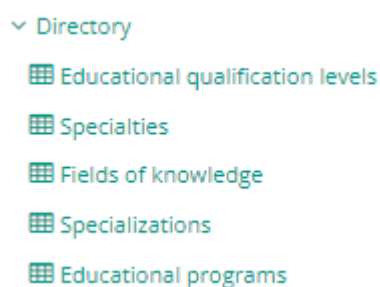


Figure 4. All directories in the catalog of elective disciplines

[+ Add](#)

Code	Specialties	Short name	Degree	Department	Subject Area	Credits	Actions
012	Pre-school education	TO (B)	Bachelor	Faculty of Pedagogical Education	Education/Pedagogy	60	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Remove</a>
073	Management	I (M)	Master's degree	Faculty of Economics and Management	Management and administration	30	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Remove</a>
013	Primary education	PO(B)	Bachelor	Faculty of Pedagogical Education	Education/Pedagogy	60	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Remove</a>
017	Physical culture and sports	Physical education (B)	Bachelor	Faculty of Health, Physical Education and Sports	Education/Pedagogy	60	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Remove</a>

Figure 5. The directory "Specialties"

[+ Add](#)

Name	Short name	Specialty	Credits	Actions
122.00.01 Informatics	Inf	122 Computer Science (Bachelor)	60	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Remove</a>
012.00.01 Preschool education (master's degree)	TO (m)	012 Preschool Education (Master's)	23	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Remove</a>
073.00.04 Management of e-learning in the intercultural space (master's degree)	UENMP(m)	073 Management (Master's)	30	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Remove</a>
061.00.01 Journalism	JUR	061 Journalism (Bachelor)	60	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Remove</a>

Figure 6. The directory "Educational programs"

[+ Add](#)

Name	Short name	Educational program \ Specialty	Credits	actions
Selective block 1	VB1DO	012.00.01 Preschool education (Master's degree) \ 012 Preschool education (Master's degree)	23	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Remove</a>
Selective block 1	VB1DOZ	012.00.01 Preschool education (Master's degree, part-time) \ 012 Preschool education (Master's degree)	15	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Remove</a>
Elective block 2 "Selection from the course catalog"	VB2VKDO	012.00.01 Preschool education (Master's degree) \ 012 Preschool education (Master's degree)	18	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Remove</a>
Elective block 2 "Selection from the course catalog"	VB2VKDOZ	012.00.01 Preschool education (Master's degree, part-time) \ 012 Preschool education (Master's degree)	20	<a href="#">Edit</a> <a href="#">Remove</a>

Figure 7. The directory "Specializations"

Access to the resources of the electronic catalog of elective disciplines is personalized with extensive access rights:

- The administrator has extended access to the settings of the entire module (filling in directories, assigning educational programs and specializations to students, editing the catalog, etc.);
- SMC SQE employees check and correct the list of disciplines entered by teachers in the catalog, analyze the results of students' choice of academic disciplines, form groups and streams of students to study the chosen disciplines;
- The teacher has access to the creation and review of disciplines entered into the catalog;
- The student can choose disciplines that are intended for the EPP/ESP and the specialization he is studying.

When adding a discipline to the catalog, the teacher fills in the basic information about the discipline (Fig. 8):

- The name of the discipline
- Names of authors, teachers
- Department, chair
- Educational level

- Educational program, specialization
- A brief description of the content (abstract, purpose, tasks, additional materials)
- Control form (credit, exam)
- The total number and distribution of credits and hours by semester
- Minimum and maximum number of students in the group

Figure 8. The page for adding a discipline to the catalog

After the teacher enters the discipline into the catalog, the employees of the SMC SQE check the correctness of the filled-in data - belonging to the EPP/ESP, the total number and distribution of credits, hours by semesters, etc. After a successful check, the discipline is confirmed in the system for further selection by students. (Fig. 9).

Catalogue Add course My courses Unverified courses (266) Students Groups Selected disciplines					
Name	Unit	Appointment	The authors	Teachers	Academic year
Local and regional conflicts in new geopolitical conditions <small>Audit</small>	Faculty of Law and International Relations, Department of International Relations	Master's degree: Regional studies (master's degree)			2023-2024 <small>More details Similar courses Confirm Reject</small>
Fine art specialist block <small>Audit</small>	Faculty of Fine Arts and Design, Department of Fine Arts	Master's degree: Fine Arts (master's degree)	Konovalova Olena Volodymyrivna, Shvalina Olena Volodymyrivna	Zadnipranyi Hennadii Trokhymovych, Konovalova Olena Volodymyrivna, Mykhalevych Viktor Vadymovych	2023-2024 <small>More details Similar courses Confirm Reject</small>
Problems of information security in the modern world <small>Audit</small>	Faculty of Law and International Relations, Department of International Relations	Master's degree: Public communications (master's degree)			2023-2024 <small>More details Similar courses Confirm Reject</small>
Circular economy <small>Audit</small>	Faculty of Economics and Management, Department of International Economics	Master's degree (General): Higher school pedagogy (Master's degree), Secondary education pedagogy (Master's degree), Secondary education pedagogy (Master's degree, part-time), Corporate education and personnel development (Master's degree), Corporate education and personnel development (Master's degree, part-time)	Loiko Valeriia Viktorivna	Loiko Valeriia Viktorivna	2023-2024 <small>More details Similar courses Confirm Reject</small>
Information policy of the countries of the world <small>Audit</small>	Faculty of Law and International Relations, Department of International Relations	Master's degree: Public communications (master's degree)			2023-2024 <small>More details Similar courses Confirm Reject</small>
Start Up entrepreneurship <small>Audit</small>	Faculty of Economics and Management, Department of International Economics	Master's degree (General): Higher school pedagogy (Master's degree), Secondary education pedagogy (Master's degree), Secondary education pedagogy (Master's degree, part-time)	Ushenko Natalia Valentynivna	Ushenko Natalia Valentynivna	2023-2024 <small>More details Similar courses Confirm Reject</small>

Figure 9. Verification and approval tools by SMC SQE of elective disciplines

After confirmation, the discipline becomes available for viewing in the catalog and for selection by students. The choice of subjects from the selective part of the EPP/ESP by students includes the following possibilities:

1. Selection from the catalog of courses
2. Selection of the thematic block

The choice of the thematic block by the students creates conditions for deepening and expanding professional competences, taking into account the current state of development of society and the needs of the labor market. The selection of disciplines from the course catalog allows students to acquire additional general and general professional competencies within related specialties/fields and expand/deepen general competencies.

Each student has access only to the disciplines of the catalog of elective disciplines in accordance with the EPP/ESP and the specialization he is studying (Fig. 10).










Catalogue 				
Remaining credits in the 2nd semester: 2.0				
Discipline	Subsection	Teachers	Distribution of credits	
Elective block "General pedagogy and history of pedagogy"	Faculty of Pedagogical Education , Department of Educational Studies and Psychological and Pedagogical Sciences	Bodnenko Omytro Mykolaiovych , Lokshyna Olena Ihorivna , Melnychenko Olena Volodymyrivna	2nd semester: 2 4th semester: 8 5th semester: 4 6th semester: 2	 Read more  Choose a discipline
Selective block "ICT in education"	Faculty of Information Technologies and Mathematics , Department of Computer Sciences	Bodnenko Omytro Mykolaiovych , Morze Natalia Viktorivna	2nd semester: 2 4th semester: 8 5th semester: 4 6th semester: 2	 Read more  Choose a discipline
Elective block "Theory and method of education"	Faculty of Pedagogical Education , Department of Educational Studies and Psychological and Pedagogical Sciences	Bodnenko Omytro Mykolaiovych , Khoruzha Liudmyla Leonidivna	2nd semester: 2 4th semester: 8 5th semester: 4 6th semester: 2	 Read more  Choose a discipline
Elective block "Theory and methodology of professional education"	Faculty of Pedagogical Education , Department of Educational Studies and Psychological and Pedagogical Sciences	Bodnenko Omytro Mykolaiovych , Bratko Mariia Vasylivna , Zhelanova Viktoriia Vlachislavivna , Khoruzha Liudmyla Leonidivna	2nd semester: 2 4th semester: 8 5th semester: 4 6th semester: 2	 Read more  Choose a discipline

Figure 10. Students' choice of disciplines in the catalog

When choosing from the catalog, the student can familiarize himself with the purpose of the discipline, its annotation, program learning outcomes, the period of study of the discipline, distribution of credits by semesters, etc. After making a decision, the applicant puts the "Choose a discipline" mark in his personal electronic account, which is considered the fact of submitting an application to study selective disciplines from the catalog.

After the students have completed the procedure for choosing academic disciplines, SMC SQE employees analyze the results (Fig. 11-12) and form groups and streams of students to study disciplines (Fig. 13).

<div> <div>Filters</div> <div> <div>Full name</div> <div>Group</div> <div>Search Cancel</div> </div> </div>					
#	Student	Group	Educational program \ specialization	Year	Started
1	Barabash Yana Oleksandrivna	FUB-1-22-4.0d	035.01.01 Ukrainian language and literature, Linguistics	2023	05/09/2023
2	Bura Tetiana Andriivna	FUB-1-22-4.0d	035.01.01 Ukrainian language and literature, Linguistics	2023	05/09/2023
3	Petryk Roman Vasylovych	FUB-1-22-4.0d	035.01.01 Ukrainian language and literature, Applied linguistics	2023	05/09/2023
4	Marus Mariia Mykolaivna	FUB-1-22-4.0z	035.01.01 Ukrainian language and literature, Elective block 4	2023	05/09/2023
5	Bliohytka Alina Viktorivna	FUB-1-22-4.0z	035.01.01 Ukrainian language and literature, Elective block 4	2023	05/09/2023
6	Oshanska Iryna Omyrivna	FUB-1-22-4.0z	035.01.01 Ukrainian language and literature, Elective block 4	2023	05/09/2023
7	Shtoma Svitlana Viktorivna	FUB-1-22-4.0z	035.01.01 Ukrainian language and literature, Elective block 4	2023	05/09/2023
8	Bolarska Sofia Petrivna	ZURb-1-22-4.0z	061.00.01 Journalism, Selective block 2	2023	05/09/2023
9	Harbar Valeria Oleksivna	ZURb-1-22-4.0z	061.00.01 Journalism, Selective block 1	2023	05/09/2023
10	Lybvin Alina Oleksandrivna	FUB-1-22-4.0d	035.01.01 Ukrainian language and literature, Linguistics	2023	05/08/2023

Figure 11. Review of the chosen disciplines by students

▼ Filters

Full Name

Group

#	Group code	Number of students	Educational program	Specialization*	Added	-
1	FVb-1-22-4.0z	10	017.00.01 Physical education	-	2023.04.24	<a href="#">Selected disciplines</a>
2	FUb-1-22-4.0z	11	035.01.01 Ukrainian language and literature	-	2023.04.24	<a href="#">Selected disciplines</a>
3	POb-1-22-4.0z	12	013.00.01 Primary education	-	2023.04.23	<a href="#">Selected disciplines</a>
4	KIB-1-22-4.0d	28	123.00.01 Computer engineering	-	2023.04.21	<a href="#">Selected disciplines</a>
5	LOGb-1-22-4.0z	8	016.00.01 Speech therapy	-	2023.04.21	<a href="#">Selected disciplines</a>

Figure 12. Review of the chosen disciplines by groups

▼ Filters

Academic year

[Export](#)

#	Degree	Course	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Bachelor	English for business communication	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0
2	Bachelor	Ensemble game	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0
3	Bachelor	Education of leadership qualities (OPP-2020)	0	0	0	0	0	0	0	76	0	0	0	0
4	Bachelor	Education of leadership qualities (OPP-2022)	0	0	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0
5	Bachelor	Research activity of a designer student	0	0	0	0	0	0	0	27	0	0	0	0

Figure 13. Review of the chosen disciplines by students by educational level

After the procedure of verification and confirmation of the student's choice of disciplines by SMC SQE staff, a form with the distribution of the chosen disciplines is automatically generated for each student, which the student familiarizes himself with and confirms the choice with a personal signature (Fig 14).

Application to study disciplines of free choice in 2023-2025						
Department: Faculty of Information Technologies and Management			I am warned that the study of the chosen discipline is possible only if a group is formed			
Educational program: 123.00.01 Computer						
Group: KIB-1-22-4.0d			Date			
Student Name: Sklyarskyi Artem Kostiantynovych			Student's signature			
Discipline	Distribution of credits by					
	II course		III course		IV course	
	3	4	5	6	7	8
Distribution of credits according to the curriculum	5	10	10	10	15	10
Java programming language	5	0	0	0	0	0
Operating Systems	0	5	0	0	0	0
Computer simulation	0	5	0	0	0	0
Fundamentals of cryptography	0	0	5	0	0	0
Fundamentals of security of telecommunication technologies	0	0	5	0	0	0
Engineering infrastructure of the data center	0	0	0	5	0	0
System software	0	0	0	5	0	0
Software quality and testing	0	0	0	0	5	0
Cloud technologies	0	0	0	0	5	0
Technical operation of telecommunication systems and networks	0	0	0	0	5	0
Basics of reverse engineering	0	0	0	0	0	5
Protection of confidential data	0	0	0	0	0	5
<b>Selection results</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>10</b>
<small>Note: Clause 2.4.6 Provision "If a student does not exercise his right to choose (academic discipline, specialized block) within the established terms without valid reasons, then the corresponding positions of his INPS are determined on the proposal of the graduation department, taking into account the choice of other students studying under this educational program and is approved by the order of the head of the structural division (institute, faculty)"</small>						

Figure 14. Application to study disciplines of free choice

Based on the result of the selection, an individual study plan of the student is formed, which specifies the mandatory study subjects, optional study subjects, and study subjects that the student studies additionally. The student's individual study plan is the main working document of the student, which contains information about the student, the list of academic disciplines provided for in the training program, the amount of the student's academic load from classroom and independent work, the student's learning results during the final control of knowledge and during attestation [15].

Selected disciplines are available to the student for viewing in the catalog of elective disciplines (Fig. 15) and in his personal office (Fig. 16).

 Student page

2022		
Name	Semester	Date
Selective block "ICT in education"	2	09/27/2022

Figure 15. Disciplines chosen by students in the catalog



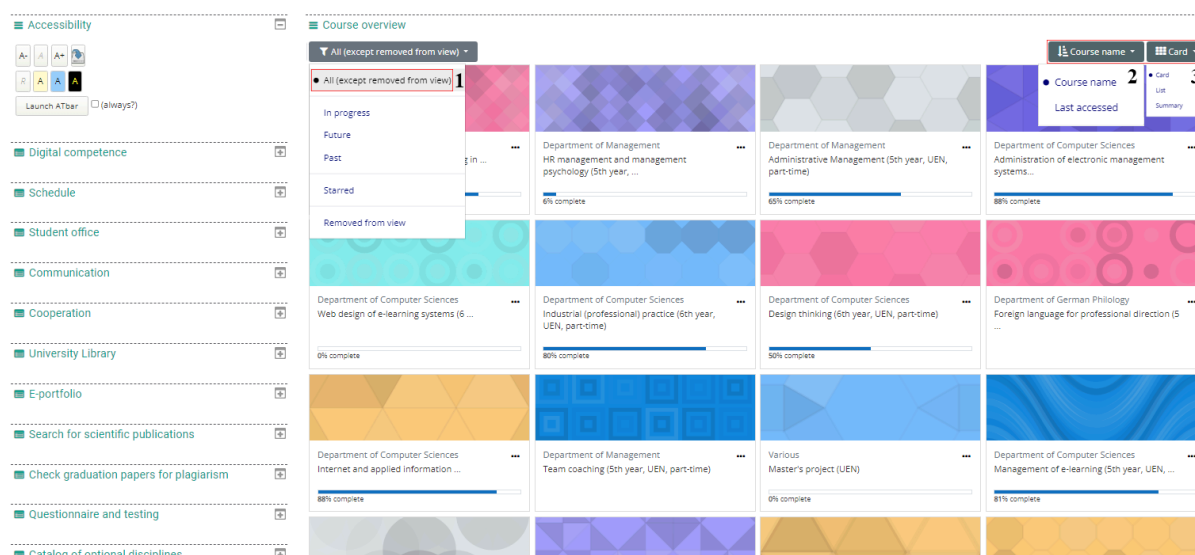


Figure 16. Student's personal office

The student's personal office contains all the necessary resources for the effective organization of the educational process: a list of disciplines of the mandatory and selective components of the educational program, as well as an additional block with useful digital tools that shape his individual educational trajectory. Next to the corresponding name of the discipline, if the parameters for tracking the execution of activities are indicated in the electronic course, information with the percentage of passing the electronic course is displayed to the student. To adjust the display of courses according to their own needs in their personal account, students can use a set of filters (1) (All (except removed from view), In progress, Future, Past, Starred, Removed from view), sorting (2) courses by name or last login, change the display (3) of the list of courses with cards, a list, an extended list.

The catalog of elective subjects at the Borys Grinchenko Kyiv University was implemented in two stages. At the first stage, all the necessary modules for its operation were created and launched for the selection of disciplines, after which a survey was conducted among students and employees of Grinchenko University regarding the usability of the catalog and their possible needs. At the second stage, the catalog of selective disciplines was refined in accordance with the revealed wishes of the survey participants:

1. Blocking of the choice of disciplines for each of the educational and qualification levels of students was introduced, which ensures the choice of disciplines in different periods of the academic year and makes it impossible for applicants to make any changes outside of the period of their selection.
2. A function has been implemented, with the help of which when making a choice, credits are "closed" by semester, that is, until 1 semester is filled, the choice of applicants will be blocked, without transition to the next semester, which makes it impossible to sort through credits in each semester.
3. For the convenience of processing data on the selection of students added selection report generation by SMC SQE staff.
4. For checking by employees of Scientific methodical center of standardization and quality of education added display of all students in the group who have to make a choice.

The main goal of the center's activity is to promote the organization of the educational process and its scientific and methodological support at the faculties, colleges of the University, in accordance with the requirements of the law, the functioning of the system of internal quality assurance of higher education, the introduction of modern methods and technologies into the educational process.

Elective educational disciplines are chosen by the student from the catalog, taking into account their own needs and interests in future professional activity and ensure the fulfillment of the requirements of the variable part of the educational program [15]. The catalog of elective disciplines



helps students plan their educational path, allowing them to flexibly choose disciplines according to their interests, needs and career goals.

The results of the survey conducted among students regarding the effectiveness of using the catalog of elective disciplines in the Grinchenko University E-learning system confirmed the importance of the implemented electronic catalog of elective disciplines, in general, 89% of respondents noted that it is convenient to make a choice using the catalog of elective disciplines, because everything is in one place in the student's personal office in the E-learning system (Fig. 17).

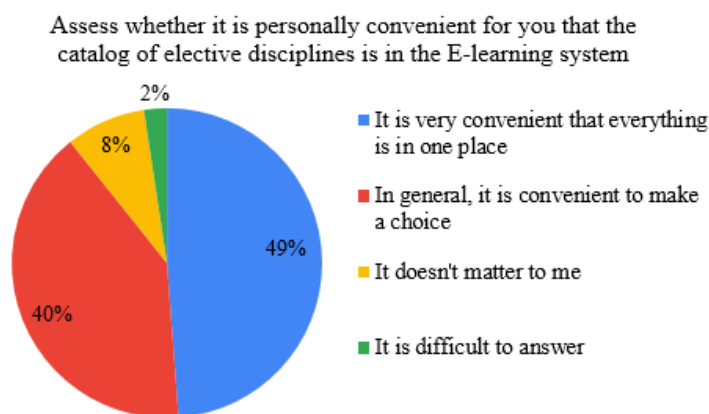


Figure 17. The results of a student survey on the convenience of the catalog of optional disciplines

Also, the students highly appreciated the clarity of the instructions for making a choice by means of the catalog of elective disciplines and the sufficiency of support from the university administration, 63% of respondents rated 4-5 (Fig. 18).

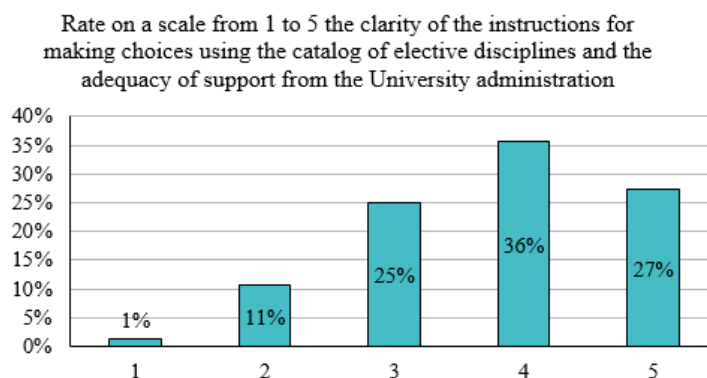


Figure 18. The results of a student survey on the comprehensibility of the instructions for making a choice

As a result of the survey, the students confirmed the importance of the selective component of the educational program for the formation of a personal educational trajectory, in particular, it was noted that elective disciplines provide an opportunity to deepen professional competences (68%), make your educational experience more diverse and interesting (58%), allow you to expand your horizons (55%) and gain new knowledge (68%) (Fig. 19).

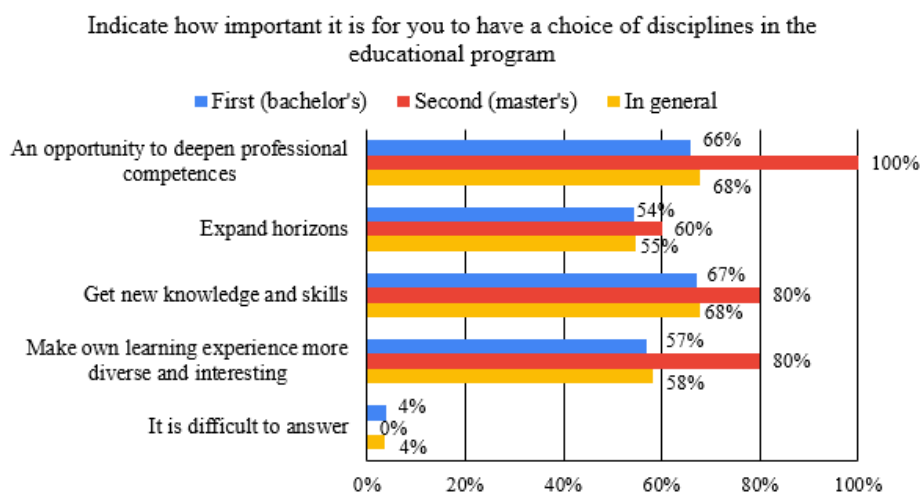


Figure 19. The results of a student survey on the importance of having a choice of disciplines in the educational program

61% of respondents when making a choice from the catalog preferred disciplines for deepening professional competences, 42% blocks of disciplines for personal development, and 42% chose the disciplines that most interested them (Fig. 20).

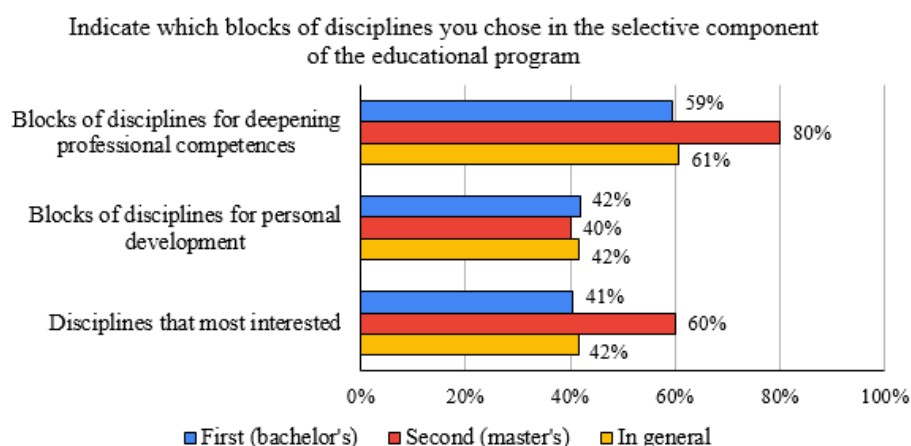


Figure 20. The results of the student survey regarding the priority blocks of disciplines in the selective component of the educational program

The use of the catalog of elective disciplines contributes to a wider and more diverse acquisition of knowledge and skills that may be necessary in the digital world. In addition, the organized catalog of elective disciplines makes it possible to monitor trends in the field of training and development of students, helping the university to maintain a modern and competitive educational space.

#### 4. Conclusions

The introduction of elective disciplines allows students to participate more actively in the learning process, choose topics that interest them, and develop the ability to work independently and solve problems. This contributes to the formation of skills and abilities that are important in today's world.

Forming an individual educational trajectory, students choose those disciplines in which they are most interested, motivated to make efforts to learn the material. At the same time, teachers get the opportunity to work with more motivated students, which increases the quality of the discipline and the educational process in general.

Creating an atmosphere of healthy competition, motivating teachers to improve the programs of academic disciplines, updating the content to modern needs of the labor market to attract more students.

Prospects for further research include monitoring the ease of use of the catalog of elective disciplines by participants in the educational process, the introduction of artificial intelligence to build a personal individual educational trajectory of students, and further improvement of the system, which will include: assessing student satisfaction, identifying shortcomings and improving the interface of the catalog of elective disciplines, improving functionality.

In general, monitoring the ease of use of the catalog of elective disciplines and further improvement of the system are important steps to ensure user satisfaction and improve the quality of the educational process, which will contribute to the personal development of a modern student.

### REFERENCES

1. Beck, U. (2018). What is globalization? John Wiley & Sons.
2. Osadcha, K., Osadchyi, V., Semerikov, S., Chemerys, H., Chorna, A. (2020). The review of the adaptive learning systems for the formation of individual educational trajectory. *Proceedings of the 16th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume II: Workshops*. Kharkiv, Ukraine, October 06–10, 2020 (2732), 547–558. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2732/20200547.pdf>
3. Shevchuk, H. (2021). Student's individual educational path: the essence and key aspects of organization. *Collection of scientific works "Pedagogical Sciences"*, 95, 56–61. doi: 10.32999/ksu2413-1865/2021-95-8 (in Ukrainian).
4. Korostiyanets, T. (2020). The individual educational trajectory of the student: analysis of interpretations of the concept. *Humanities science current issues*, 30, 4, 73–79. doi: 10.24919/2308-4863.4/30.212557 (in Ukrainian);
5. Fedorova, V., Shuliak, M. (2020). Critical analysis of models of implementation of a higher education seeker's individual educational trajectory. *Bulletin of the Cherkasy Bohdan Khmelnytsky National University. Series "Pedagogical Sciences"*, 4, 152–157. doi: 10.31651/2524-2660-2020-4-152-157 (in Ukrainian).
6. Lytvyn, V. (2021). Individual educational tractory of higher education applicants: content-analysis of the concept, principles of construction, forms and methods of realization. *Youth and market*, 9 (195), 93–100. doi: 10.24919/2308-4634.2021.243899 (in Ukrainian).
7. Krasnoshchok, I. (2018). Student's individual educational trajectory: theoretical aspects of organization. *Pedagogy of creative personality formation in higher and secondary schools: a collection of scientific papers*, Zaporizhzhia, 60, 1, 101–107. URL: [http://www.pedagogy-journal.kpu.zp.ua/archive/2018/60/part\\_1/21.pdf](http://www.pedagogy-journal.kpu.zp.ua/archive/2018/60/part_1/21.pdf) (in Ukrainian).
8. Nalyvaiko, O. (2019). The role of individual educational trajectories in the modern "digital society". *Current issues of linguistics, professional linguistic didactics, psychology and pedagogy of higher education: a collection of articles of the 4th International Scientific and Practical Conference*, Poltava, 2019, 276–279. URL: [http://repository.pdmu.edu.ua/bitstream/123456789/13025/1/Nalivayko\\_Rol\\_individualnih.pdf](http://repository.pdmu.edu.ua/bitstream/123456789/13025/1/Nalivayko_Rol_individualnih.pdf) (in Ukrainian).
9. Kobylska, O., Shevchuk, L., Yashanov, S. (2021). Use of information and educational environment of higher education institution for implementation of individual educational tracts of future teachers. *Professionalism of the Teacher: Theoretical and Methodological Aspects*, 16, 5–14. doi: 10.31865/2414-9292.16.2021.246238 (in Ukrainian).
10. Rogers, C., Lyon, H. C., Tausch, R. (2013). On becoming an effective teacher – Person – centered teaching, psychology, philosophy, and dialogues with Carl R. Rogers and Harold Lyon, Routledge. doi: 10.4324/9780203725672
11. Leuven / Louvain-la-Neuve Communiqué, 2009. URL: [https://www.ehea.info/media.ehea.info/file/20090326-27-Prague/62/0/Draft2\\_Leuven\\_LLN\\_Communique\\_25022009\\_with\\_comments180309\\_594620.pdf](https://www.ehea.info/media.ehea.info/file/20090326-27-Prague/62/0/Draft2_Leuven_LLN_Communique_25022009_with_comments180309_594620.pdf). Accessed on: May 10, 2023.

12. Verkhovna Rada of Ukraine (2017, 05 Sept.). Law of Ukraine № 2145-VIII, On Education. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/en/2145-19#Text>. Accessed on: May 10, 2023 (in Ukrainian).
13. Verkhovna Rada of Ukraine (2014, 01 July.). Law of Ukraine № 1556-VII, On Higher Education. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/en/1556-18#Text> Accessed on: May 10, 2023 (in Ukrainian).
14. Ministry of Education and Science of Ukraine (2019, 11 July). Order No. 977, On the approval of the Regulation on the accreditation of educational programs, according to which higher education applicants are trained. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0880-19#Text>. Accessed on: May 10, 2023 (in Ukrainian).
15. Borys Grinchenko Kyiv University (2017, 15 Dec). Order No. 817, Regulations on the organization of the educational process at the Borys Grinchenko Kyiv University. URL: [https://kubg.edu.ua/images/stories/Departaments/vdd/documenty/rozdil\\_10/nakaz\\_817\\_15.12.17.pdf](https://kubg.edu.ua/images/stories/Departaments/vdd/documenty/rozdil_10/nakaz_817_15.12.17.pdf). Accessed on: May 10, 2023 (in Ukrainian).
16. Buinytska, O. (2021). *The system of pedagogical design of information and educational environment for the training of future social educators*: Monograph, Borys Grinchenko Kyiv University (in Ukrainian).
17. Buinytska, O., Varchenko-Trotsenko, L., Terletska, T., Nastas, D. (2020). Modernization of electronic learning system of the university to the needs of the participants of the educational process. *Electronic Scientific Professional Journal "Open Educational E-Environment of Modern University"*, 9, 1–14. doi: 10.28925/2414-0325.2020.9.1 (in Ukrainian).

**Буйницька О., Варченко-Троценко Л., Смірнова В., Тютюнник А., Грицеляк Б., Матасар Є.**

**Київський університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна**  
**РЕАЛІЗАЦІЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ОСВІТНЬОЇ ТРАЄКТОРІЇ У ЗАКЛАДІ ВИЩОЇ**  
**ОСВІТИ ШЛЯХОМ УПРОВАДЖЕННЯ КАТАЛОГУ ВИБІРКОВИХ ДИСЦИПЛІН**

Заклади вищої освіти все частіше стикаються з розмаїттям потреб і очікувань студентів, що ставить під сумнів традиційні навчальні програми. У цьому контексті виникає необхідність запровадження нових підходів, які надають студентам більшу гнучкість у навчанні та можливість самостійно формувати свій освітній шлях. Одним із таких підходів є індивідуальна освітня траєкторія, яка дозволяє студентам брати активну участь у формуванні власних індивідуальних освітніх траєкторій, підвищуючи їх мотивацію та інтерес до процесу навчання. Актуальність запровадження індивідуальної освітньої траєкторії у ЗВО відображає необхідність адаптації освітньої системи до сучасних реалій та індивідуальних потреб студентів. Це також відповідь на виклик забезпечення гнучкості, диференціації та персоналізації навчання, що стає все більш важливим у світлі швидкозмінного ринку праці та вимог до компетенцій майбутніх фахівців. У статті досліджено можливість реалізації індивідуальної освітньої траєкторії студентів закладів вищої освіти шляхом упровадження в систему електронного навчання модуля «каталог дисциплін за вибором», оцінювання та планування освітнього процесу, визначення критеріїв успішності та підтримки студентів у процесі вибору та просування індивідуальною траєкторією. Актуальність цього питання зумовлена змінами в сучасному освітньому середовищі, що потребує більш гнучкого підходу до навчання з урахуванням індивідуальних потреб та інтересів учнів. Проведено аналіз досліджень щодо реалізації індивідуальної освітньої траєкторії та впровадження каталогу вибіркових дисциплін.

**Ключові слова:** студентоцентроване навчання, індивідуальна освітня траєкторія, дисципліни за вибором, система електронного навчання, каталог дисциплін за вибором

Стаття надійшла до редакції 11.12.2023  
The article was received 11 December 2023

UDC 378.147

Olena Diahyleva, Alona Leshchenko, Alla Paziak, Alona Yurzhenko

Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine

ORCID ID 0000-0003-3741-4066

ORCID ID 0000-0002-6586-2926

ORCID ID 0000-0002-7699-6428

ORCID ID 0000-0002-6560-4601

### ***KAHOOT! AS A TOOL TO GAMIFY LEARNING PROCESS AT MARITIME HIGHER EDUCATION***

DOI 10.14308/ite000777

*The article is devoted to the use of Kahoot! as a game-based learning platform at a higher education institution. This paper has analyzed the influence of Kahoot! on learning outcomes of future maritime professionals. The process of the “Feedback” tool use in the educational process at a higher maritime education institution is described.*

*The article reviews the scientific literature on gamification in learning, e.g., the study of other researchers and their approaches to using the tools such as Kahoot!. The paper emphasizes the fact of limited opportunities for the Kahoot! free use despite the company's commercial interests.*

*The paper describes the usage of Kahoot! as an interactive tool in both synchronous and asynchronous modes. The synchronous mode enables teachers to conduct quizzes in real time, and students to take part in them using their devices, which promotes active participation and healthy competition. In asynchronous mode, teachers can assign independent study tasks to students, who can perform them with Kahoot! at their own convenience, allowing for flexibility in learning.*

*The study presents the results of an experiment conducted at Kherson State Maritime Academy, where Kahoot! has been used in teaching Maritime English and humanities. The data analysis has identified positive changes in the level of students' professional competence, which confirms the improvement of the learning material understanding.*

*The research analyzed the role of Kahoot! in the organization of feedback between teacher and students during classes. Its specifics and features are determined precisely as a pedagogical toolkit for quickly conducting a section of students' acquired knowledge during any form of education and various forms of educational classes. In general, the research and implementation of novel approaches in gamification and game-based learning give access to creating an effective learning environment.*

*Further research prospects include the study of the use of other gamification tools and game-based learning at maritime higher education institutions (e.g., Mentimeter, Miro).*

**Keywords:** Kahoot!, gamification, e-learning, LMS MOODLE

**Introduction.** The modern educational process increasingly uses elements of e-learning. This became especially relevant during the years of the spread of the COVID-19 pandemic throughout the world. For Ukraine today the use of e-learning has gained considerable relevance for almost a year now. The system of higher education must work for the future. In addition, the ease of use of this type of training is relevant for the educational space around the world.

At the same time, we should also note that the use of various tools in the educational process creates non-standard conditions for learning. The student immediately masters several competencies and becomes more “open” to using various means to obtain new knowledge, skills and abilities. It is the use of Kahoot! as a “Feedback” tool in the educational process of a higher maritime education institution, creates all the opportunities for the implementation of the above-mentioned aspects of the educational process as a whole [1]. At the same time, Kahoot! is so versatile in application and use that





it is suitable for all disciplines and forms of learning. Despite the fact that Kahoot! is a commercial tool there is still limited number of functions everyone can use for free [2].

A modern student is a student who is prone to the so-called clip-on thinking, he is characterized by the constant use of various gadgets in various contexts of his own activity, so the BYOD (bring your own device) approach is relevant in the educational process today, i.e. smartphones become a tool, and not a distracting gadget for work.

The research questions of the paper are following: investigating the effectiveness of Kahoot! as a gamification tool in maritime higher education; assessing the impact of using Kahoot! on student engagement and motivation in maritime-related courses.

**Scientific literature review.** Many researchers investigated gamification of learning among whom are the following: M. Sailer, L. Homner [1], A.N. Saleem, N.M. Noori, F. Ozdamli [2], L. Aloia, A. A. Vaporciyan [3], Q. Zhang, Z. Yu [4], M. C. Prieto, L. O. Palma, P. J. Blázquez Tobías, F.J.Molina León [5] and others. M. Sailer and L. Homner proved in their experiment gamification might in fact be effective when it comes to learning [1]. A.N. Saleem, N.M. Noori and F. Ozdamli showed that the most common gamification elements used in e-learning and have a powerful effect on the students are points, leaderboards, badges, and levels [2]. L. Aloia and A. A. Vaporciyan listed e-learning trends and applied them into medical education [3]. Q. Zhang and Z. Yu analyzed Kahoot! as a game-based student response system [4]. M. C. Prieto, L. O. Palma, P. J. Blázquez Tobías and F. J. Molina presented positive results of a study based on of the application Kahoot! with students of secondary education, in the subjects of mathematics and biology [5]. However, the use of Kahoot! at maritime education and training hasn't been fully investigated yet. Scientific literature review played a critical role in establishing the significance, novelty, and rigor of our research. It provided a comprehensive understanding of the existing knowledge in the field and guided our research objectives and questions.

**The aim of research.** The paper aims at studying possibilities and efficiency of the Kahoot! using as a gamification tool in maritime higher education.

**The main material.** Kahoot! is a service for creating quizzes, tests and didactic games. Its use is a quick and interesting way of receiving feedback from students during any form of educational activity. At the same time Kahoot! as the "Feedback" tool reflects the BYOD system, where smartphones become a tool, just like a chalk, a blackboard, or anything else. Tasks can be created in the form of surveys, quizzes or tests on the site for work in an offline classroom or online classroom. Students in the classroom use their smartphones or tablets as a "remote control" for answers. Kahoot! is universal, as for checking grammar, vocabulary, history, technical science or any other disciplines. Kahoot! can be used both synchronously and asynchronously, offering flexibility in how it is incorporated into teaching and learning. In a synchronous setting, teachers can use Kahoot! to conduct real-time quizzes or assessments in the classroom. Students can participate in the Kahoot! quiz simultaneously, either individually or in teams, using their devices. The teacher can display the questions and students can submit their answers within a set time limit. This promotes engagement, healthy competition, and active participation. Kahoot! also can serve as an interactive review tool during synchronous review sessions.

In an asynchronous setting, teachers can assign Kahoot! quizzes as self-paced learning activities. Students can access the Kahoot! quiz and complete it on their own time, allowing for flexibility in their learning schedule. Teachers can set deadlines for completion or use Kahoot! as a formative assessment tool to track student progress. Teachers can choose the most appropriate mode based on their instructional goals, class dynamics, and the availability of students.

In order to show the teachers different e-learning tools Kahoot! was also presented in e-course "The effective use of additional tools while e-learning" on LMS MOODLE. The course has some specific features (e.g. exploration of diverse digital tools, practical application and hands-on experience, strategies for efficient online learning). The main objective of this e-course is professional development of pedagogical and academic staff in terms of organizing e-learning. The tasks of the course are the following:

- 1) to provide theoretical knowledge and form practical skills on the use of additional tools during e-learning;
- 2) to develop the ability to create and use additional tasks during e-learning;
- 3) to improve digital competence.

The course contains different modules devoted to various additional tools while e-learning (e.g. tools to create surveys: Mentimeter, Aha Slides, Slido, Poll everywhere; tools to use online whiteboard: Whiteboard.fi, drawp for school, Miro). Separate module is devoted to games for students. Part of the course can be seen in Figure 1.

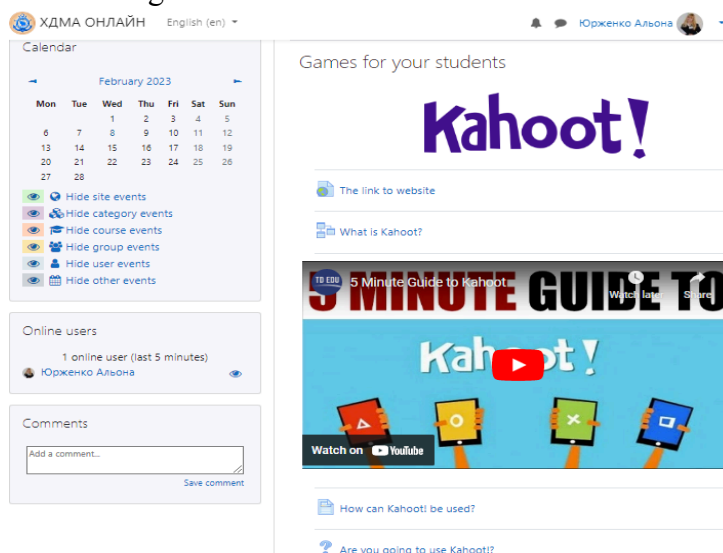


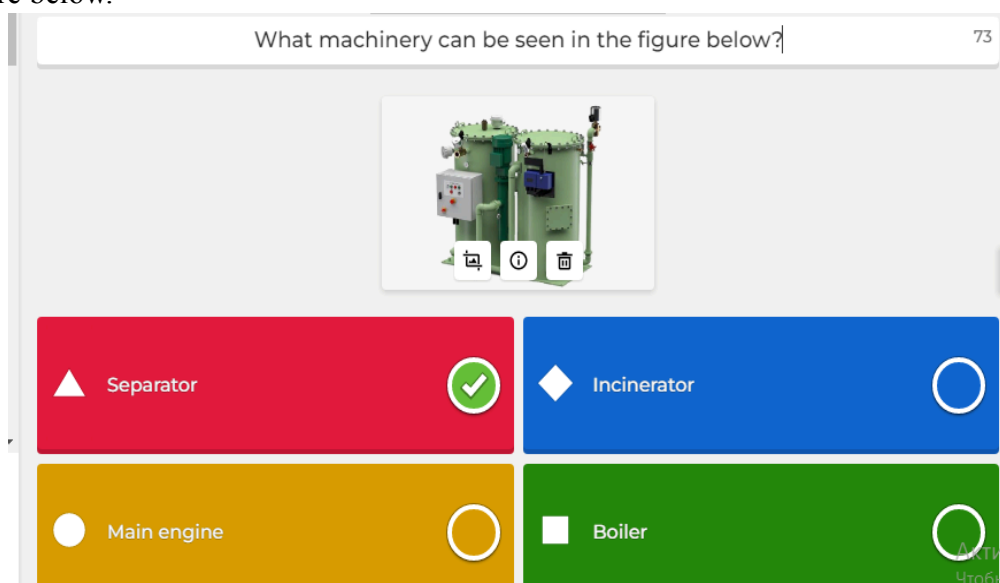
Fig. 1. Part of a module devoted to games for students while e-learning on LMS MOODLE

This module contains links, videos, instructions, surveys and quizzes on Kahoot!. The first link is the link to original website – <https://kahoot.it/>. The next activity is in the form of a lesson (module enables a teacher to deliver content and/or practice activities in interesting and flexible ways). In this lesson course participants find out more about what Kahoot! is. This lesson includes five types of questions: multichoice, essay, matching, short answer and true/false. The next activity of e-course is 5-minute video guide on Kahoot! use. The video was added to LMS MOODLE course with the help of Label activity (html source from YouTube). The next is instruction on how to use Kahoot! in e-learning. The last activity of the module devoted to Kahoot! is a survey on participants' plans (Are you going to use Kahoot!? [6, 7, 8]) with three possible answers: yes, no or I don't know. The statistics is given by LMS MOODLE automatically after each answer.

Kahoot! is a platform that has a web version. However, it is more convenient to use the mobile application for Kahoot! while studying offline. While e-learning both versions can be used by tutor and students [9]. The main task of Kahoot! is, first of all, creating quizzes or test tasks. Educational material created on the platform is also called Kahoot. There are several ways to use Kahoot. Separate Kahoot can be created for any topic. One of the interesting work options is the creation of a task, where the student must answer the questions by his own. The student in the "Flashcards" mode must answer the question without having any answer options. To check the result, the card needs to be turned over and only then this mode will allow student to get the correct answer. Thus, the student must independently search for answers, having no options, but relying only on the general topic of the task and his own knowledge. This mode of operation can be used as a "lead-in" of a new topic or as a "quick check" of the material of the previous lesson [10, 11].

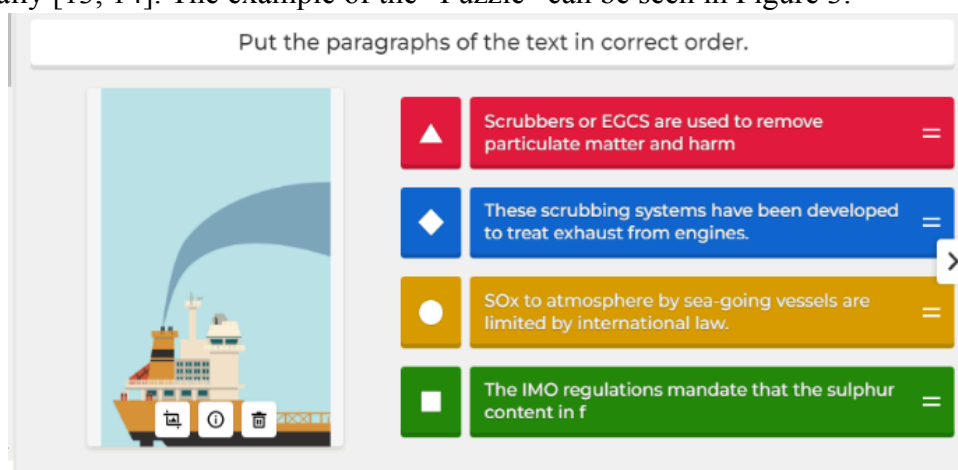
"Quiz" mode is a mode similar to "multiple choice": the task is done in the form of a test – from two to four answer options are given to the question. This is a good mode to get a "quick check" on a new topic. When working on a new topic, it is possible at any stage to check the level of students' mastering the material. The mode does not have a timer for choosing the correct answer, so the student experiences less stress and gets more time to think about the answer. After completing the tasks, the

system offers to process errors immediately [12]. The example of Quiz question in Kahoot! can be seen in the figure below.



*Fig. 2. The question of quiz created in Kahoot! for Maritime English subject*

The “Continue later” button has been added to the program recently. Moreover, it makes it possible to return after a pause and continue without starting all the Kahoot! tasks again. However, this format can be adjusted to set a time limit for the work. “Puzzle” mode allows tutor to create a task where the student can arrange terms, names, etc. in the correct order. “Open-ended” mode gives students the opportunity to ask questions, and they have the opportunity to answer them. The answer is limited in terms of time and the number of characters, which forms the ability to express one's opinion clearly and logically [13, 14]. The example of the “Puzzle” can be seen in Figure 3.



*Fig. 3. “Puzzle” created in Kahoot! for Maritime English subject*

Kahoot! also gives the possibility to hold competitions on busy days. There are two modes on the platform for this – Challenge and Host live. Working in the Challenge mode requires students to be sent a link to go to and join the challenge. Tasks appear on the screen, which must be solved within a certain time. Competition participants see each other's results and this gives them additional motivation to quickly and efficiently complete the task. The game can be played in real time, which makes the lesson live and interesting [15, 16].

In order to check the effectiveness of Kahoot! activities used at higher maritime education institution pedagogical experiment was held on the basis of Kherson State Maritime Academy (Ukraine). Teachers and students were chosen from Navigation department. The number of experiment



participants is 64. Three teachers of the courses of the humanitarian and social cycle and 47 cadets (male, 19–21 y.o.). The teachers were trained on LMS Moodle e-course. Their task was to find more about Kahoot! and other e-learning tools. The course contained theoretical material and practical tasks (Assignments). As a result, course participants (Maritime English teachers) created 5 Kahoot! activities on different topics to use them synchronously and asynchronously while e-learning (on LMS Moodle and while Zoom meetings).

Two groups were created: experimental group (EG) and control one (CG). EG contained 23 cadets and CG contained 24 cadets. Randomization procedure of their division was used to minimize bias and ensure that any differences between the groups are due to chance rather than preexisting characteristics. We believe in such case each student has an equal chance of being assigned to either group. EG's cadets were receiving Kahoot! tasks while 2022-2023 academic year (first semester) and CG was not. Kahoot! tasks for EG were given in LMS MOODLE and while Zoom video conferences. After the experiment data analysis was performed by teachers [17]. The results of quizzes (final tests on LMS MOODLE – Quiz activity with 23 questions) has shown positive changes in the state of professional competence formation [18, 19, 20]. The statistics on LMS MOODLE final test (Maritime English subject) can be seen in the Figure 4.

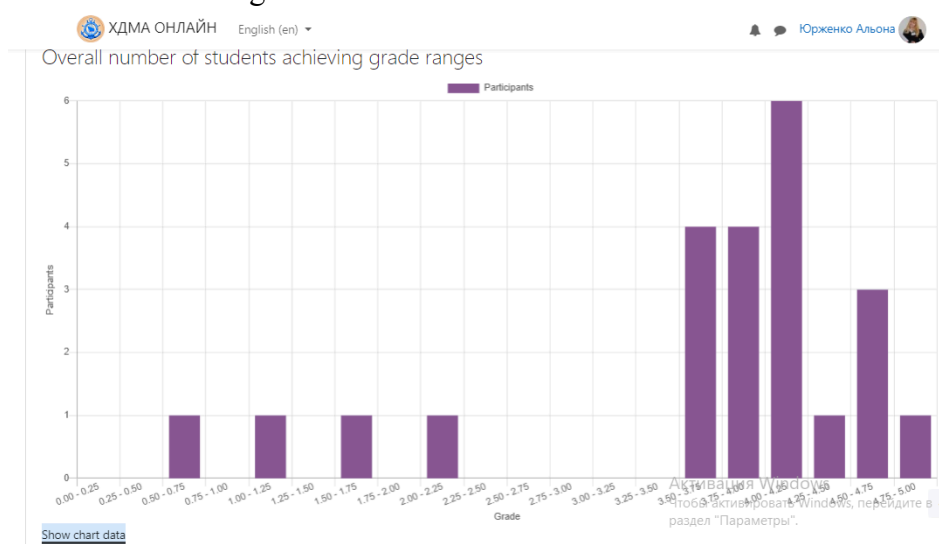


Fig. 4. The statistics on final test of Maritime English subject from LMS MOODLE (EG)

It says that final test has shown the following levels:

- sufficient level of Maritime English – 4 cadets,
- good level – 14 cadets,
- excellent level – 5 cadets.

The statistics of CG cadets has shown the following results:

- sufficient level of Maritime English – 12 cadets,
- satisfactory level – 7 cadets,
- good level – 4 cadets.

To check if there is a significant difference between the mean performance of the two groups descriptive statistics was used: EG has more cadets with good (10) and excellent level (5) than CG which has more cadets with sufficient (8) and satisfactory (7). According to the findings of experiment the use of Kahoot! has resulted in improved knowledge retention and understanding of Maritime English concepts and vocabulary by cadets. The platform's repetitive and interactive nature, combined with immediate feedback, can reinforce learning and help cadets consolidate their understanding of the language. The experiment has also assessed the impact of using Kahoot! on learning outcomes, such as improved language proficiency, increased vocabulary acquisition, and enhanced communication skills.

Graphical representation of final test's results from LMS MOODLE e-course for CG cadets can be seen in the Figure 5.

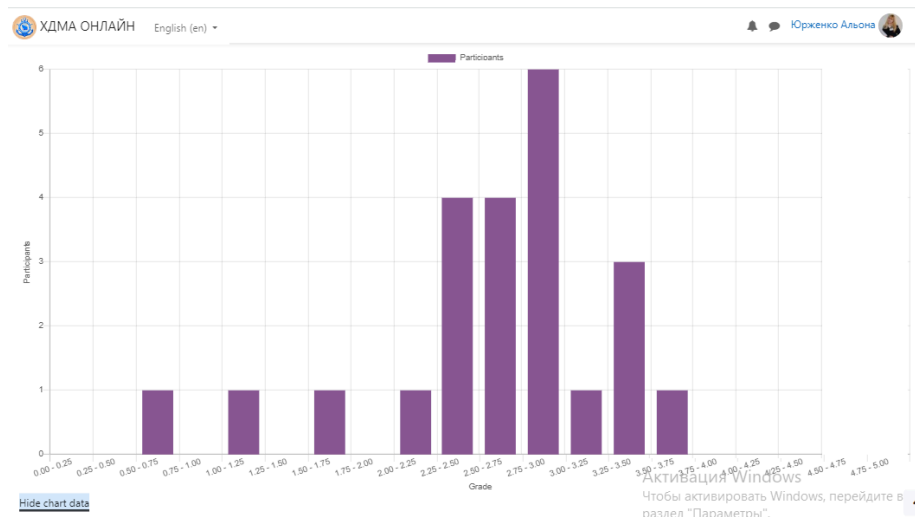


Fig. 5. The statistics on final test of Maritime English subject from LMS MOODLE (CG)

To receive feedback from EG participants (23 cadets), a survey was created using Google Forms. The cadets were asked questions regarding the evaluation of work with Kahoot!.

The following questions were created in the survey:

- Convenience of working with Kahoot! activities (rating from 1 to 5, where 5 is the highest mark);
- Availability of work with Kahoot! (rating from 1 to 5, where 5 is the highest mark);
- Interestingness of working with Kahoot! activities (rating from 1 to 5, where 5 is the highest mark);
- Efficiency of work with Kahoot! tasks (grade from 1 to 5, where 5 is the highest mark).

The results of Google survey can be seen in the following figures:

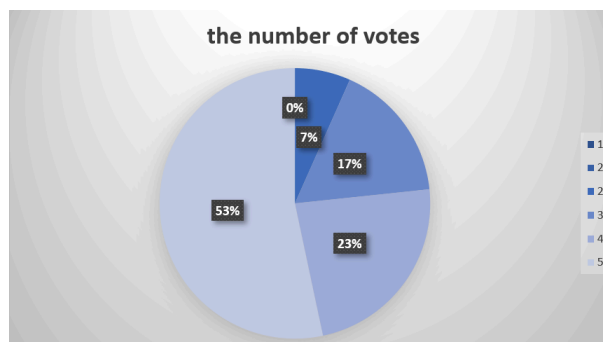
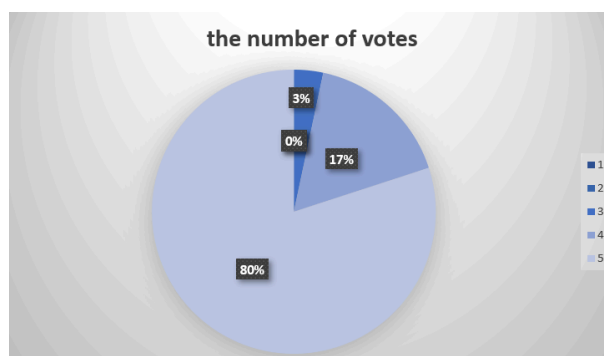


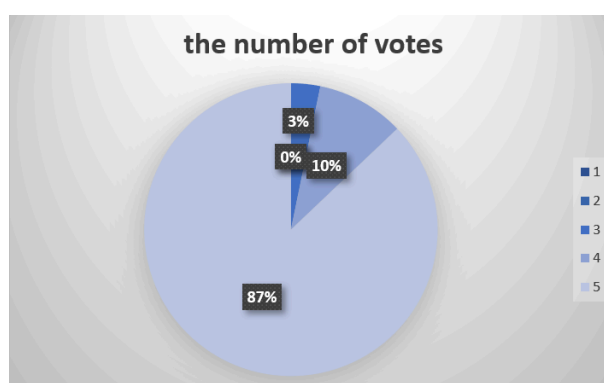
Fig. 6. Cadets' answers to the survey question: Convenience of working with Kahoot! activities

Thus, 53% of the cadets rated the work with the tool as high as possible, 23% rated it as good, and 17% rated it as satisfactory, the tool did not receive lower scores. Cadets noted fairly high level of convenience of work with Kahoot! activities.



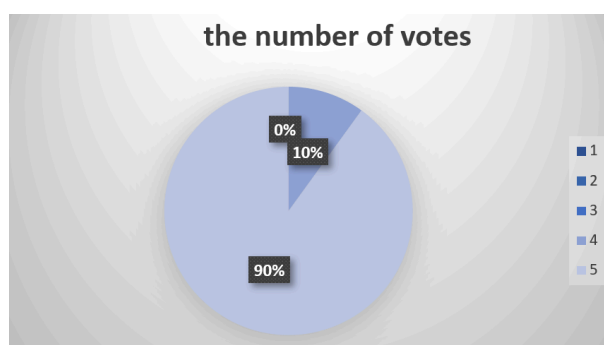
*Fig. 7. Cadets' answers to the survey question: Availability of work with Kahoot!*

83% of cadets found the tool to be the most accessible to use, 17% believe that the tool has a good rating, and 1–3 points received zero votes.



*Fig. 8. Cadets' answers to the survey question: Interestingness of working with Kahoot! activities*

90 % of cadets found the tool to be the most interesting in their work, 10% believe that the tool has a good rating, and 1–3 points received zero votes.



*Fig. 9. Cadets' answers to the survey question: Efficiency of work with Kahoot! tasks*

90% of cadets confirmed the undeniable effectiveness of working with Kahoot!, 10% rated the work as good, and 1–3 points were not used.

**Conclusions.** Using Kahoot! as a “quick check” tool in the educational process at the maritime higher education institution is justified, as it creates conditions for active tasks during any form of education including e-learning. Increases interest and motivation to study, the teacher can obtain the results of assimilation of both new and previously completed material in the shortest possible time. After receiving the results, you can immediately fill the gaps in the acquired knowledge.

Kahoot! was used during the teaching of Maritime English and courses of the humanitarian and social cycle, which made it possible to assess the quality of its work and the effectiveness of its

application. So, having passed the approbation, the tool can be used in other cycles of disciplines, especially interesting results were obtained during the competition: memorization of information increased by about 50 percent, as different types of memory were included in the work.

So, using Kahoot! as a "quick check" tool in the educational process in a higher education institution can serve as the newest tool for obtaining learning results and can be used to increase the student's interest and motivation in learning. It's important to note that while Kahoot! can enhance maritime higher education, it should be used as a complement to comprehensive instructional strategies and curriculum design. Instructors should align the use of Kahoot! with the specific learning objectives, content, and assessment methods of maritime education programs. High convenience and availability (53%), accessibility (83%) and efficiency (90%) of working with the Kahoot! tool during classes were also confirmed by cadets, and 75% considered its use interesting, which accordingly increases the effectiveness of work during classes.

Thus, the introduction of the principle of BYOD into the educational process of a higher maritime institution fully justifies the use of gadgets during work in foreign language classes as well as in social and humanitarian disciplines in the online/offline/blended system and has significant advantages. In particular, active and fast communication with the teacher regardless of the location of the student or teacher is considered as one of the advantages. The next advantage is the work with various types of didactic material in the gadget at anytime and anywhere. The advantage is also great variability of different tasks (e.g. watching video films). Performing tasks, current and final controls and quickly obtained results for the completed test, final work, using various electronic tools and their combination makes the educational process rich and active. Quick exchange of information between the teacher and the audience, as well as the possibility of instant grouping of students in working groups according to the assigned task makes e-learning more interesting and exciting.

The prospects of our further research can be seen in the use of other gamification and game-based learning tools at higher maritime education institutions (e.g. Mentimeter, Miro).

### REFERENCES

1. Sailer, M., Homner, L. (2020). The Gamification of Learning: a Meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 32, 77–112. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09498-w>
2. Saleem, A. N., Noori, N. M., Ozdamli, F. (2022). Gamification Applications in E-learning: A Literature Review. *Technology, Knowledge and Learning*, 27, 139–159. <https://doi.org/10.1007/s10758-020-09487-x>
3. Aloia, L., Vaporciyan, A. (2019). E-learning trends and how to apply them to thoracic surgery education. *Thoracic surgery clinics*, 29 (3), 285–290.
4. Zhang, Q., Zhonggen, Yu. (2021). A literature review on the influence of Kahoot! On learning outcomes, interaction, and collaboration. *Education and Information Technologies*, 26, 4507–4535. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10459-6>
5. Prieto, M. C., Palma, L. O., Blázquez Tobías, P. J., Molina León, F. J. (2019). Student Assessment of the Use of Kahoot in the Learning Process of Science and Mathematics. *Education Sciences*, 9 (55), 1–13. <https://doi.org/10.3390/educsci9010055>
6. Diahyleva, O. S., Gritsuk, I. V., Kononova, O. Y., Yurzhenko, A. Y. (2020). Computerized adaptive testing in educational electronic environment of maritime higher education institutions. *CONFERENCE 2020, CEUR*, 2879, 411–422.
7. Kohnke, L., Luke Moorhouse, B. (2022). Using Kahoot! to gamify learning in the language classroom. *Relc Journal*, 53.3, 769–775.
8. Chen, Y. M. (2022). Understanding foreign language learners' perceptions of teachers' practice with educational technology with specific reference to Kahoot! and Padlet: A case from China. *Education and information technologies*, 27.2, 1439–1465.
9. Litualy, S. J., Serpara, H., Wenno, E. C. (2022). The effect of Kahoot! learning media on learning outcomes of German language students. *Journal of Education and Learning (EduLearn)*, 16(2), 254–261.

10. Zhang, Qi, Zhonggen, Yu. (2022). Investigating and comparing the effects on learning achievement and motivation for gamification and game-based learning: a quantitative study employing Kahoot. *Education Research International*, 2022, 116.
11. Janković, A., Lambić, D. (2022). The Effect Of Game-Based Learning Via Kahoot And Quizizz On The Academic Achievement Of Third Grade Primary School Students. *Journal of Baltic Science Education*, 21.2, 224.
12. Basuki, Y., Hidayati, Y. (2019). Kahoot! or Quizizz: The students' perspectives. *CONFERENCE 2019, ELLiC, 3rd English Language and Literature International Conference*, pp. 1–10. Semarang, Indonesia.
13. Martín-Sómer, M., Moreira, J., Casado, C. (2021). Use of Kahoot! to keep students' motivation during online classes in the lockdown period caused by Covid 19. *Education for Chemical Engineers*, 36, 154–159.
14. Gokbulut, B. (2020). The effect of Mentimeter and Kahoot applications on university students' e-learning. *World Journal on Educational Technology: Current Issues* 12.2, 107–116.
15. Zaytseva, T., Kravtsova, L., Tereshchenkova, O., Yurzhenko, A. (2022). Simulation Modeling as a Means of Solving Professionally-Oriented Problems in Maritime Industry. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 77, 94–106.
16. Leshchenko, A., Paziak, A., Diahyleva, O., Masonkova, M., Yurzhenko, A. (2021). Advanced teachers training in the remote mode. *CONFERENCE 2021, CEUR, 2nd Workshop on Technology Enhanced Learning Environments for Blended Education - The Italian E-Learning Conference*, vol. 3025, 1–5. teleXbe, Foggia, Italy. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-3025/paper1.pdf>
17. Dyagileva, O., Masonkova, M., Paziak, A., Striuk, A., Yurzhenko A. (2021). Intelligent information technology in the system of teachers' advanced training. *CONFERENCE 2021, CEUR*, 3039, 306–313.
18. Korkmaz, S., Öz, H. (2021). Using Kahoot to improve reading comprehension of English as a foreign language learners. *International Online Journal of Education and Teaching*, 8.2 1138–1150.
19. Vagale, A., Osen, O. L., Brandsæter, A., Tannum, M., Hovden, C., Bye, R. T. (2022). On the use of maritime training simulators with humans in the loop for understanding and evaluating algorithms for autonomous vessels. *Journal of Physics: Conference Series*, 2311(1), 1–13.
20. Makransky, G., Klingenberg, S. (2022). Virtual reality enhances safety training in the maritime industry: An organizational training experiment with a non-WEIRD sample. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38.4, 1127–1140.

**Дягілева О., Лещенко А., Пазяк А., Юрженко А.**

**Херсонська державна морська академія, Херсон, Україна**

### **КАНОТ! ЯК ІНСТРУМЕНТ ГЕЙМІФІКАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ В МОРСЬКІЙ ВИЩІЙ ОСВІТІ**

Стаття присвячена використанню Kahoot! як ігрової навчальної платформи у закладі вищої освіти. У цій статті проаналізовано вплив Kahoot! на результати навчання майбутніх морських фахівців. Описано процес використання інструменту «Зворотній зв'язок» в освітньому процесі вищого морського навчального закладу.

Проведено огляд наукової літератури щодо гейміфікації в навчанні, зокрема досліджень інших вчених та їх підходів до використання інструментів, таких як Kahoot!. Зроблено акцент на тому, що навіть за умови комерційного характеру Kahoot! існують обмежені можливості для безкоштовного використання.

Описано можливості використання Kahoot! як інтерактивного інструмента як у синхронному, так і в асинхронному режимах. У синхронному режимі викладачі можуть проводити вікторини в реальному часі, а студенти можуть брати участь у них, використовуючи свої пристрої, що сприяє активній участі та здоровій конкуренції. В асинхронному режимі викладачі можуть давати завдання на самостійне вивчення студентам, які мають можливість працювати з Kahoot! у зручний для них час, що сприяє гнучкості в навчанні.

Представлено результати експерименту в Херсонській державній морській академії, де Kahoot! був використаний для навчання морської англійської мови та гуманітарних курсів. Після аналізу даних виявлено позитивні зміни у рівні сформованості професійної компетентності студентів, що підтверджує покращення розуміння навчального матеріалу.

У дослідженні проаналізовано роль Kahoot! в організації зворотного зв'язку між викладачем і студентами під час занять. Саме його специфіка та особливості визначаються як педагогічний інструментарій для швидкого проведення зрізу знань, набутих студентами під час будь-якої форми навчання та різних форм навчальних занять. Загалом дослідження і впровадження новаторських підходів у сфері гейміфікації та ігрового навчання відкривають шлях до створення ефективного освітнього середовища.

Перспективи подальших досліджень ми вбачаємо у дослідженні використання інших засобів гейміфікації та ігрового навчання у вищих морських навчальних закладах (наприклад, Mentimeter, Miro).

**Ключові слова:** Kahoot!, гейміфікація, електронне навчання, LMS MOODLE

Стаття надійшла до редакції 25.12.2023

The article was received 25 December 2023



UDC 378.018.43:005.6

Valentyna Krotenko, Hanna Afuzova, Ganna Naydonova

Dragomanov Ukrainian State University, Kyiv, Ukraine

ORCID 0000-0002-6382-984X

ORCID 0000-0001-8112-8943

ORCID 0000-0002-6679-0469

**THE CASE METHOD AS A TECHNOLOGY FOR ENSURING THE QUALITY OF HIGHER EDUCATION DURING DISTANCE LEARNING USING ICT TOOLS: WORK EXPERIENCE**

DOI 10.14308/ite000778

*Current socio-ecological and socio-political challenges dictate the implementation of a complex of information and communication (digital) technologies into the organization of the educational process. This makes it possible to implement the process of distance learning in educational institutions in situations of natural and technogenic uncertainty. The organization of the educational process is directed not only to the assimilation of individual blocks of theoretical information but also to the ability of students to make independent decisions and act in various situations, practically using the accumulated knowledge. To achieve such results, it is necessary to apply new approaches to the organization of the educational process, focusing on personal and professional individuality of each student, relying on a differential and creative approach in the learning process, and using variability of interactive forms and training methods. This approach not only increases the likelihood of knowledge assimilation but also allows going beyond them in the area of development of students' analytical skills and self-awareness, communication and leadership skills, and formation of decision-making in conditions of uncertainty.*

*In this context, it is worth considering the problem of using the case method in professional training with an emphasis on the essence of the case method as an interactive learning method and as a form of organization of educational and cognitive activities of students; as a pedagogical technology used in the process of professional training; on the potential of the case-method as a powerful tool for interactive, personality-oriented student learning strategy aimed at developing their critical thinking, communication skills and interpersonal communication skills.*

*The most powerful are cases that make it possible to obtain a number of reasonable estimates, which leads to variable, but equally plausible and proven conclusions. Also, an effective means of professional training in the system of continuous and open education is the use of case triggers, which are presented in the form of unresolved or provocative issues that require further searches and discussions. Particular attention is paid to developing cases specifically focused on the development of students' scientific skills (interrupted case).*

*The results of using the case method, as one of the most promising interactive methods of organizing vocational training, to ensure the quality of education during distance learning using ICT tools on the example of professional training of future specialists in the field of special and clinical psychology are analyzed.*

**Keywords:** *The case method, quality of education, higher education, vocational training, distance learning, knowledge control, ICT tools*

**1. Introduction**

The modern reality is full of socio-economic, socio-ecological and socio-political challenges for the cohesion of society and the preservation of the course towards compliance with European values. In achieving the United Nations Sustainable Development Goals by 2030, the world community sees the important role of higher education in the context of training active, critical and



responsible members of society aimed at professional, social and personal self-improvement throughout their lives [19].

On the other hand, international experience shows that the driving forces behind socio-economic development and/or economic recovery in many countries are digital technologies that determine the basis of sustainable development in the future. Digital solutions that "increase" their presence in everyday life actualize the need for systemic changes based on digital transformation in general and, in particular, in education systems. In the context of education, these new priorities and requirements have been transformed into the European Union's political initiative "Digital Education Action Plan" (2021-2027), which is based on a "long-term strategic vision for high-quality, inclusive and accessible European digital education" and an emphasis on "promoting the development of a highly effective digital education ecosystem" [7].

Accordingly, the potential of ICT in solving the problem of ensuring the quality of higher education in difficult social situations cannot be ignored, since, in modern conditions of numerous threats to global peace, democratic values and health (such as the world pandemic of Covid-19, the war in Ukraine and the aggravation of military aggression in other countries of the world), higher education faces the problem of preserving the quality of training future specialists in higher education institutions. The socio-ecological and socio-political challenges of today have exposed the problematic places of the world education system in ensuring the quality of educational services in accordance with the principles of continuity, accessibility and personal orientation – the principles of a conceptually new model of education, open education.

To bridge the gap between higher education institutions and recipients of their educational services during world cataclysms, a form of educational process organization is widely introduced, which involves the use of distance learning technologies – a complex of educational technologies (technologies of development, project, mixed, differentiated, programmable, modular learning, etc.), as well as information and communication (digital) technologies that make it possible to implement the process of distance learning in educational institutions during emergencies of natural and anthropogenic origin, quarantine, other circumstances that objectively make it impossible to visit educational institutions [26].

It can be argued that prior to the Covid-19 pandemic, the education sector in much of the world was often under-engaged both in the design and development of distance learning technologies and in discussing the ethical implications of using digital media and technology to actively address the demands of open education. However, ICT opportunities should not be ignored to promote more sustainable education systems that provide continuous and equitable learning opportunities for all. UNESCO experts note in the context of monitoring global education in the synergy of technology and education that achieving Sustainable Development Goal No. 4 – quality education – "depends on the opportunities and challenges associated with technologies" [6, p. 2].

New learning conditions demand that higher education institutions of Ukraine should be transformed in accordance with the European standards, whose determining criteria are:

- quality of specialist training;
- fundamentalization and individualization of learning;
- building trust between subjects of education;
- compliance with the requirements of the European labour market;
- mobility of students and teachers;
- compatibility of qualifications;
- increasing the competitiveness of HEI graduates, etc. [1].

This urges the search for such methods of training in higher education, which would allow a future specialist to form the skills of independent, critical, operational thinking, adaptation and orientation in the information-saturated space, based on the activity approach, focusing on the personal and professional individuality of each student, relying in the learning process on a differential and creative approach, using the variability of interactive forms and methods of preparation. In our opinion, the case method, aimed at developing critical and conceptual thinking, communication skills



and interpersonal communication skills among future specialists, is a powerful tool for interactive, personality-oriented strategy in teaching students.

In that regard, we would like to look at the case method as a technology for ensuring the quality of higher education during distance learning using ICT tools. The platform for the creation and development of case technology was the American system of training specialists. In the twentieth century, on the basis of Harvard University, case situations began to spread widely for students studying in various areas of training. The case method is called learning "the art of managing uncertainty," in which the teacher acts as an author, organizer, moderator, judge and partner in a joint search with students for solutions to real problems and tasks [4, p. 35]. Unlike lectures and seminars, the case method unfolds without a detailed scenario, requiring the leader to be able to simultaneously manage both the content and the learning process, as well as careful preliminary preparation [13, p.68]. The literature describes the functions and educational capabilities of the case method [15] and proves the effectiveness of using the case method in the process of teaching the disciplines of the humanitarian cycle (M. Chumak, S. Nekrasov, N. Hrychanyk et al., 2022; Z. E. Skrypnyk, 2012; Manas Ranjan Tripathy, 2009; etc.). Today, the efforts of specialists are aimed mainly at developing modern, more effective case formats and methodological approaches to the training of professionals of the highest level (P. Sheremeta, H. Kanishchenko, 1999; O. Sydorenko, et al., 2001; Yu. Surmyn, et al., 2002; J. Mayo, 2004; I. Osadchenko, 2011; N. Lytvyniuk, 2020; etc.). C.F. Herreid proposes to use the so-called case triggers, which are presented in the form of unresolved or provocative questions that contain enough of information for the situation to be credible, but are not sufficiently described in detail to elicit a specific conclusion, without further searches and discussions [3, p. 67–70]. The development of cases specifically focused on developing students' scientific skills and increasing the level of student research was carried out by L.B. Barnes, C.R. Christensen, S. Grunwald, A. Hartman and others.

At the same time, issues of the general methodology for using case methods for educational purposes, typology and classification of cases, as well as the problem of developing and using means for assessing their effectiveness, especially in the conditions of distance learning, remain insufficiently studied. In addition, a large and rich arsenal of case methods for training specialists in certain fields remains the property of a very limited circle of specialists.

The main aim of the article is to deepen scientific ideas about the potential and characteristics of using the case method as a technology for ensuring the quality of higher education during distance learning using ICT tools on the example of professional training of future specialists in the field of special and clinical psychology.

## **2. Use of case method in professional training**

The competence approach, on which the new educational standards of higher education are based, suggests that the organization of the educational process is directed not only at the assimilation of separate blocks of theoretical information, but also at the ability of students to make independent decisions and act in various situations, using the accumulated knowledge in practice. To achieve such results, it is necessary to apply new approaches to the organization of the educational process:

- focusing on the personal and professional individuality of each student;
- relying in the learning process on a differential and creative approach;
- using the variability of interactive forms and methods of preparation.

Specialists of American and European HEIs with a long tradition of using cases in training specialists in business, law, medicine, psychology, L.B. Barnes, C.R. Christensen, C.F. Herreid define the key principles of using the case method. The case method is a form of training based on a discussion in a group of students of a complex and often ambiguous real professional situation, for the solution of which, as a rule, its comprehensive research is necessary. In its content, the use of the case method contributes to the transition from a traditional, teacher-centered model to interactive education, whose central participant is a student playing a leading role in organizing his own learning and mutual learning. When implementing the method in practice, the teacher uses questions, dialogues, discussions and other analytical techniques to engage students in a complex process of educational

interaction. Such an approach not only increases the likelihood of learning but also allows students to go beyond them into the zone of development of analytical skills and self-awareness, communication and leadership skills, and formation of decision-making ability in conditions of ambiguity. By organizing the discussion, the teacher does not try to cover all the material in the classroom, but directs students on the path of discovery, critical reflection and disclosure of the deeper meaning of the material through its active processing and discussion. It is important to note that the teacher himself should be well prepared both in terms of the contents of the material under discussion and in terms of the organization of the discussion process, focused on the knowledge and experience of its participants. In the case method, students are co-authors of the educational process, preparing for discussion in advance (first, individually and then in small groups). They take part in the work on the case as speakers and listeners, to increase their professional competence and train other group members. Discussion can also take place after classes, when students reflect on the results of group work and use them in the broad context of academic and professional life [5]. Scientific works of domestic and foreign scientists G. Bagiyev, M. Dolgorukova, O. Prutchenkova, O. Sydorenko, O. Smolyaninova, V. Chuba, O. Shevchenko, P. Sheremeta, make it possible to outline the goals of using cases in teaching:

- the applied use of theoretical concepts and bridging the gap between science and practice; encouraging active learning and creating conditions for students to develop communication skills, skills to work in a group and solve professional problems;
- students' enjoyment of joint discussion and the growing desire to learn.

Case-method provides the development of key skills: group work skills; individual training and research skills; the ability to find and analyze information obtained from various sources (library, Internet resources, experimental results, expert reports); presentation skills; practical and management skills. As for the methods and techniques of organizing work with cases in the audience, they can be either: Socratic dialogues; planned discussions; symposia, debates; public hearings and approbations; work of research groups; thematic reports; discussion reports (for example, the exchange of arguments of supporters of two opposite positions with a final conclusion). The formal organizational basis for case classification can be the situational-content principle of case grouping proposed by Robert Yin [18, p. 48]. Describing the case as a promising method of qualitative scientific research, the author notes that it is advisable to use the case method to discuss and analyze at least four different professional situations:

1. To explain causal relationships that require interventions (actions) in a real situation.
2. To describe the actual conditions in which the action occurred.
3. To describe the action itself.
4. To study those situations in which the performed action did not bring the expected result.

### **2.1. Use of the case method in professional training of psychologists (special, clinical)**

The term "case method" (case study) is literally translated from English as a method of one case, indicating its focus on a particular situation. Accordingly, generalizations and conclusions made on the materials of a particular case are not statistical, but are explanatory-logical, based on analogies with similar situations and therefore characterized by subjectivism. At the same time, K. Harrid notes that the use of a particular case for educational purposes implies its typicality and relevance to the relevant sphere of reality, requires taking into account the totality of external and internal conditions and factors, as well as the possibility of various, often alternative and unpredictable options for further developments [3, p. 68].

One of the effective ways to overcome subjective tendencies during the work of students with the case is to use the technique of interruption, the so-called Interrupted Case Method. For example, in the practice of our work, we used scientific articles on special psychology from the Scientific Journal of Dragomanov National Pedagogical University (Series 19. Correctional Pedagogics and Special Psychology). Students read out the description of the problem and the task of the study and formulated the task of developing a program of experiment aimed at solving the problem described. The work was

carried out in small groups, after which each group presented its results and justified the choice of the proposed approach, diagnostic tools and research procedures.

At the next stage of the discussion, the teacher briefly describes the method of solving the problem used by the author of the article and asks students this time to predict the likely results of the study. After some time, the groups present and substantiate their assumptions, which the teacher accompanies with comments.

Then the teacher reads out the actual data published in the article and again sets tasks for group work, offering to analyze the results obtained by the author and draw a conclusion about the research hypothesis. The work ends with reading the description of the results and conclusions presented by the author of the article and discussing with students their validity and correctness.

The experience of conducting a case in this format makes it possible to conclude that this format best meets the conditions of scientific search: students work with incomplete data, put forward controversial hypotheses, collect additional information, make assumptions again, check and measure their position etc.

In the practice of teaching the disciplines "Psychodiagnostics and Selection of Children in Special Educational Institutions" and "Psychoprognostrics in Special and Clinical Psychology," a case-trigger was used, in which an uncertain (and to some extent provocative) psychodiagnostic situation was proposed, which had different possibilities and options for its definition and needed diagnostic tools corresponding to these options. The task consisted of two parts. In the first part, students were offered to discuss the diagnostic situation with the variability of the possible causes of the described problem: *"The degree of inattentiveness and disorganization of the child is impressive. Vika constantly forgets something at home on subjects, forgets to write down homework in a diary, often asks the teacher again. This is especially noticeable when the teacher explains what needs to be done (gives instructions). At such moments, the girl must repeat what was said several times before the instructions are accepted and executed. Such attention features affect the results of educational activities: the main mistakes from disorganization and inattentiveness"*. Students had to prognostically determine the cause of such inattentiveness and disorganization, carefully reading the text and taking into account all possible causes of the described problems. The age of the child is not indicated deliberately.

Part II: applying case technology, students working in small groups of two or three people had to collect a complete case to solve the proposed psychodiagnostic situation described in the first part of the problem: 1) if the child is eight years old and has a minor cognitive impairment (mental retardation); 2) if the child is nine years old and has ADHD; 3) if the child is seven years old and pedagogically neglected; 4) if the child is 13 years old and has a disharmonious mental development. To create a case, students needed to adhere to such structures: give an annotation, that is, a general description of the case; identify the key idea, that is, the problem for discussion; outline the purpose and target audience; to analyze the situation - all the factors that determine it; identify and plausibly describe the influence of all forming figures that may interact with the child; describe the plot of the case (its plot structure), that is, outline the range of issues that need to be resolved; determine the necessary diagnostic tools and argue the feasibility and sequence of using the selected methods; indicate possible types of dosed psychological assistance that can be provided to the child during the examination; based on the analysis of causal relationships to offer possible solutions to the problem (areas of psychological assistance) with a plausible forecast of their consequences; provide guidelines for working with the case.

In the practice of teaching the discipline "Psychological Correction," a case method was also used, in which students were offered, when summarizing knowledge of age psychology, special psychology, psychodiagnostics and psychological counseling, to draw up general correction programs to provide psychological assistance to children with different types of disorders of psychophysical development. The following components should have been included in the case structure: general characteristics of the disorder; psycho-corrective target; psychocorrectional tasks (taking into account the degree/variant/form/group of the disorder); types of activity, due to which psychocorrection of a

particular type of disorder is possible; forms of work; methods and techniques that can be used taking into account the age, individual and physical characteristics of children.

To obtain a reliable and complete assessment of the effectiveness of the case method, we used tools that allowed us to analyze quantitative (test results, survey data) and qualitative (case discussion materials) information. Both direct indicators of assimilation of the content of the courses "Psychodiagnostics and Selection of Children in Special Educational Institutions", "Psychoprognostrics in Special and Clinical Psychology", "Psychological Correction", "Psychocorrection of School Desadaptation in Inclusive Education", "Special Psychology", "Pathopsychology", "Clinical Psychology", and key intellectual, professional and communicative skills of students were analyzed. For this, standardized achievement tests and a series of specially designed booklet questionnaires can be used simultaneously.

Case materials are analyzed to evaluate:

- level of integration of theoretical knowledge;
- depth of analysis;
- reflective abilities of students.

In addition to individual results, it is possible to use expert assessments of the student's work by group members and observers according to a number of criteria: the degree of involvement in the discussion; the ability to produce ideas and hypotheses; ability to argue and persuade; willingness to participate in the work of the group, etc. Additionally, information obtained during the discussion and in the process of establishing feedback can be analyzed.

### 2.1.1. Use of ICT to ensure the quality of higher education during distance learning

As noted by Habibur Rahman (2014), ICT is a potentially powerful tool for expanding formal and informal educational opportunities. ICTs open access to professional, educational and social communities without geographical restrictions. «For developing countries, ICT have the potential for increasing access to and improving the relevance and quality of education» [8, p. 165].

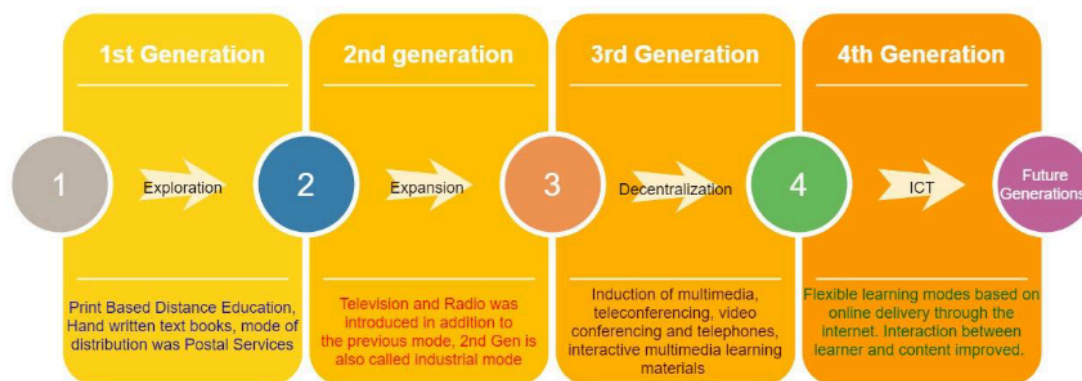


Figure 1. Evolution of distance education (M. Mubasher Hassan & Tabasum Mirza, 2020)

A study by M. Mubasher Hassan & Tabasum Mirza (2020) indicated that distance learning had undergone several stages of evolution, and today its old models are often assimilated with modern ones, complementing them (for example, printed materials are still used together with video materials, VSAT, but "the Internet is mainly used"). The same situation is observed with the use of pedagogical methods, among which it is impossible to distinguish the dominant ones – in distance learning a synergistic approach is used, which combines various pedagogical methods in a complex way [16].

Among the advantages of using ICT to ensure the quality of higher education during distance learning it is worth mentioning the following as the main ones:

- scale, speed of content transfer, absence of any restrictions in time and space (full classes in real time from any access point);

- improving the quality and variability of teaching – the presentation of educational material and the use of pedagogical tools (assistance in creating new educational content, various teaching modes, ample opportunities for teachers to receive modern information through the Internet network and joining the network of a professional community etc.);
- wide access of higher education applicants to diverse and high-quality educational resources ("electronic manuals, videos, animations, lecture notes, encyclopedias, virtual laboratories, digital libraries, software for online simulation and other educational environments... various online modules, where educational material is provided in the form of interactive lectures or transcripts" [16], etc.);
- live online environment as a result of indirect communication in a professional, social and educational environment (the virtual classroom environment allows you to participate in real-time learning and provides synchronous interaction between teachers and students in educational activities [16], and also stimulates cooperation for productive interaction in the systems "student – student", "student – teacher", "group – teacher");
- discipline (openness and transparency of the distance learning management system allow you to track and control the student's educational activity, stimulate his discipline in the process of mastering the educational material) and quick feedback;
- optimization of the administrative activities of the institution ("ICT can be used for registration, admission, evaluation, distribution of certificates, since most institutions providing distance education conduct all actions online, eliminating the need for physical participation of the student" [16]);
- economic feasibility (reducing the cost of travel to the educational environment, material and technical preparation and distribution of educational material, etc.).

In a study by Yi Yang & Linda F. Cornelious (2004) 10 key tenets of quality online learning proposed by Allen et al. (2001) were reviewed. The authors suggested that online courses «will be high quality when they are student-centered and when:

1. Knowledge is constructed, not transmitted.
2. Students can take full responsibility for their own learning.
3. Students are motivated to want to learn.
4. The course provides “mental white space” for reflection.
5. Learning activities appropriately match student learning styles.
6. Experiential, active learning augments the Web site learning environment.
7. Solitary and interpersonal learning activities are interspersed.
8. Inaccurate prior learning is identified and corrected.
9. «Spiral learning» provides for revisiting and expanding prior lessons.
10. The master teacher is able to guide the overall learning process» [20, p. 853].

In our opinion, these postulates correspond to the case method as a technology for ensuring the quality of higher education during distance learning using ICT tools.

### **2.1.2. Use of the case method to ensure the quality of higher education during distance learning using ICT tools /on the example of professional training of psychologists (special, clinical)/**

In addition to the requirements for ensuring the quality of educational services during distance learning (effective structure and organization of courses; interactive activities and formative evaluation based on practical, authentic material with examples and tasks based on experience; balance of individual and group work in the context of online interaction; constant guidance and support from the professor) [2], one of the urgent problems that we faced during the organization of the educational process using distance learning technologies in a higher education institution turned out to be an objective assessment of students' knowledge. First, the teacher does not have 100% ability to track the integrity of the task by the student, because it is limited in the ability to monitor how the student performs the task (using additional sources of information (other gadgets, artificial intelligence, compendium, tip someone around, etc.) or not), and prove the fact of cheating, for example. This

applies as online testing (with options for closed and open questions), as well as the preparation of a report or presentation, an oral response, etc. Secondly, we observe a decrease in the motivation of Ukrainian students for successful learning, which, in our opinion, in current circumstances may be associated with a deterioration in their psychophysical and psycho-emotional functioning, a reassessment of values (existential crisis, professional crisis), lack of faith in a quality future, lack of proper material, technical and living conditions for training, the need to work to meet their basic needs, etc. Our observations are confirmed also by Zh. Bab'yak with co-authors [21] and partly by H.Thathsarani et al. [9].

Accordingly, in order to ensure the quality of higher education during distance learning using ICT tools, those methods of assessing students' knowledge that were effective during offline training (in the classroom, face to face) are not always effective. Therefore, the teacher is required to create a system of evaluation that would be based on the ability of the future specialist to demonstrate an understanding of the scope of his future professional activity, as well as the necessary skills associated with the implementation in practice of the theoretical knowledge gained.

As noted above, we consider this method a case method. The most powerful are cases that provide for the possibility of obtaining a number of reasonable estimates, which leads to several equally plausible and affirmative conclusions, each of which requires further actions of different directions (L.A. Mauffette-Leenders, J.A. Erskine, & M.R. Leenders, 1999). Here is an example from our practical experience of using the case method to assess the knowledge and skills of students during distance learning. During the study of the discipline "Special Psychology" in laboratory work to form the skills of differential diagnosis of various variants of disorders of psychophysical development and assess the ability of practical use of the acquired theoretical knowledge, students should analyze the training examples. As an example:

*Paul, 12 years old. He got into the children's room of the police with a group of homeless people. During interrogation, he could not remember his home address, was confused about the date, and did not remember how much time he did not live at home. He said that he asked for money from passers-by, participated in thefts ("because Dimon said so" – the leader of the group, the undisputed authority for the guy), he did not see anything wrong with what he did ("he wanted to eat – he went and took"). The mood is high, there is no criticality to the events. On hearing accidentally the saying "The pussy knows, whose fat it ate", he asked if that pussy was in the station to play with and if he can have some fat, because he wanted to eat. He reads by syllables, score within 5, graphic samples are performed clumsily. His speech is poor and agrammatical; he could not remember the name of the thing often ("well, this... the one that... "). Generalization tasks are only available in elementary form. He could not classify the general group of wild and domestic living creatures into animals and birds. At the slightest difficulty, he tried to avoid the task, and he did not accept the help of a psychologist.*

If there are more than 10 students in a group, a case study can be made public before the lab session for preview and analysis in Google Classroom | Moodle to save group discussion time directly in the class. Students carry out the analysis of the educational example according to the following scheme:

PROBABLE DISORDER 1 – MAIN MANIFESTATIONS OF I

PROBABLE DISORDER 2 – MAIN MANIFESTATIONS I DIFFERENTIAL –  
CONCLUSION

PROBABLE DISORDER n – MAIN MANIFESTATIONS OF I DIAGNOSIS

Subsequently, a group discussion of individual conclusions is organized on the Google Meet | Zoom platform, a constructive discussion is maintained to find an objective solution to a specific educational example.

In the discipline "Psychocorrection of School Desadaptation in Conditions of Inclusive Education," during the final control (exam), instead of classical tickets (to prepare a written answer and submit it in electronic format for verification) or online testing, students are also offered training cases with further public protection of their professional opinion in the group. For example:

*A second-grade teacher turned to a psychologist with a complaint about a student, a girl of 8 years old. According to her, Mila (the name of the girl) goes to school without a desire, studies poorly, is undisciplined, is constantly distracted in class, does not listen to the teacher. When she gets tired of classes, she can stand up and walk around the classroom. During breaks, she is excessively hyperactive, often fights, and is aggressive. She has no distinct interests or predispositions. She occupies the position of class leader, and likes to command in joint games. Due to Mila's poor performance and inappropriate behaviour, the teacher and head teacher of the elementary school recommended that her mother consult a psychologist, but she did not. Being a child from an incomplete family, she never saw her father. The mother is busy solving her issues, and does not bother herself with her daughter's education. Towards adults trying to "educate" her, the girl shows violent negative reactions, gets rude and snaps.*

Working with the case consists of several stages:

1. Conduct an etiopathological analysis of the situation.
2. Determine the key hypothesis – the cause of the signs of school desadaptation in this case.
3. Outline the range of issues that need to be addressed (an indicative plan for the work of a psychologist with a specific case).
4. Determine the necessary diagnostic tools and argue the feasibility and sequence of using the selected methods.
5. Taking into account all identified possible variants of developmental disorders (in this case – a) persistent intellectual disorders, b) minor cognitive development disorders, c) attention deficit disorder and hyperactivity, d) personality disorders) to propose possible directions of psychological assistance with specific practical examples of their implementation (types of activities due to which psychocorrection of a particular type of disorder is possible; forms of work; methods and techniques that can be used taking into account the age, individual and physical characteristics of children).
6. Formulate guidelines for the nearest social environment of the child from the educational example.
7. Defend your work.

As practice shows, this form of organization of quality control of education of future specialists in the field of special and clinical psychology gives a more objective idea of the level of knowledge and skills of students than oral online surveys or online testing.

### **3. Conclusions**

In a study by J. Mayo they compared the performance of three test blocks and the final exam in the Psychology of Attachment course in two groups of students: with the traditional learning model and using the case method. The latter demonstrated a higher level of assimilation and comprehension of the course material and readiness for its practical use [11, p. 139]. Analyzing the obtained final results of the study of the above disciplines, we noticed the best ability of students who took an active part in the discussion to use the principles of scientific research to solve professional problems and found a direct relationship between the number of concepts discussed in the group and the depth of analysis and the number of productive ideas presented in individual student reports. When answering questions in questionnaires, students noted that the case method stimulates critical thinking, the desire to be independent in judgments, contributes to improving attitudes toward the subject being studied, to developing oral and written language skills (which is an essential component of the professional competence of a psychologist). Students also indicated some stressful moments associated with the implementation of the case: the need to work with a large amount of material or, conversely, with insufficient information; tight time frame; vague instructions and high levels of uncertainty, as well as uncertainty about the correctness of their own statements.

Thus, based on the analysis of available scientific research and feedback from students, it can be noted that the case method:



- is one of the most promising interactive methods of organizing professional training of specialists in the field of psychology (special, clinical), especially in the context of assessing students' knowledge during distance learning using ICT tools;
- contributes to increasing the level of psychological readiness of future specialists for the effectiveness of assimilation of educational material and for practical professional activity;
- expands the possibilities of modelling future professional activities by immersing students in a specific problem situation that is typical for their profession;
- increases the emotional involvement of students due to group dynamics in the learning process;
- promotes positive professional motivation and the formation of professionally important personal qualities and competencies.

And finally, we would like to emphasize that when implementing the case method in the educational process, one should be sure that students have a sufficient level of theoretical knowledge and basic research skills. In addition, during classes, it is necessary to have free and prompt access to various sources of information, because otherwise the powerful educational and developmental potential of the case method will not be realized. The level of students' access to ICT tools and their proper technical capabilities to work out tasks online is equally important.

As a further route of our study, we should note the planning of an empirical proof of the effectiveness of the case method as a technology for ensuring the quality of higher education during distance learning using ICT tools.

#### REFERENCES

1. Spivakovsky, A., Petukhova, L., Anisimova, O., Horlova, A., Kotkova, V., Volianiuk, A. (2020). ICT as a Key Instrument for a Balanced System of Pedagogical Education. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-2740/20200307.pdf>
2. Konstantinidou, Athina, Nisiforou, Efi A. (2022). Assuring the quality of online learning in higher education: Adaptations in design and implementation. *Australasian Journal of Educational Technology*, 38(4), 127–142.
3. Herreid, C. F. (2007). Trigger cases versus capstone cases. *Journal of College Science Teaching*, 38 (2), 67–70.
4. Herreid, C. F. (2007). *Start with a Story: The Case Study Method of Teaching College Science*, NSTA Arlington, VA.
5. Case Method in Practice. Harvard Business School. URL: <http://www.hbs.edu/teaching/casemethod-in-practice/>.
6. Concept note for the 2023 Global Education Monitoring Report on technology and education (2021). URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378950/>.
7. Digital Education Action Plan (2021–2027) (2020). URL: <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/action-plan>.
8. Habibur, Rahman (2014). The Role Of Ict In Open And Distance Education. URL: [https://www.researchgate.net/publication/273898911\\_The\\_Role\\_Of\\_Ict\\_In\\_Open\\_And\\_Distance\\_Education](https://www.researchgate.net/publication/273898911_The_Role_Of_Ict_In_Open_And_Distance_Education)
9. Thathsarani, H., Ariyananda, D. K., Jayakody, C. et al. (2023). How successful the online assessment techniques in distance learning have been, in contributing to academic achievements of management undergraduates? *Education and Information Technologies*. URL: <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11715-7>
10. Allen, I. E., Seaman, J. Sizing the opportunity: The quality and extent of online education in the United States, 2002 and 2003. The Sloan Consortium, Needham, Massachusetts. URL: <http://www.sloan-c.org>
11. Mayo, J. (2004). Using case-based instruction to bridge the gap between theory and practice in psychology of adjustment. *Journal of Constructivist Psychology*, 17(2), 137–146.
12. Mauffette-Leenders, L. A., Erskine, J. A. & Leenders, M R. (1999). *Learning with cases*, Richard Ivey School of Business, London, Canada.



13. Barnes, L. B., Christensen, C. R., Hansen, A. J. (1994). *Teaching and the case method: Text, cases, and readings*, Harward Business School Press, Cambridge, UK.
14. Chumak, M., Nekrasov, S., Hrychanyk, N. et al. (2022). Applying Case Method in the Training of Future Specialists. *Journal of Curriculum and Teaching*, 11(1), 235–244.
15. Tripathy, M. R. (2009). Case Methodology in Teaching & Research: A Critical Review. *Indian Journal of Industrial Relations*, 44 (4), 660–671. URL: <http://www.jstor.org/stable/27768237>.
16. Mubasher Hassan, M., Mirza, T. Information and Communication Technology (ICT) in the Distance Education System: An overview. *IOSR Journal of Research & Method in Education (IOSR-JRME)*, 10(6)V (Nov. – Dec. 2020), 38–42. URL: [https://www.researchgate.net/publication/347464082\\_Information\\_and\\_Communication\\_Technology\\_ICT\\_in\\_the\\_Distance\\_Education\\_System\\_An\\_overview](https://www.researchgate.net/publication/347464082_Information_and_Communication_Technology_ICT_in_the_Distance_Education_System_An_overview).
17. Lytvyniuk, N. (2020). Using the case-method as an interactive teaching method when teaching in higher educational medical institutions. *The Scientific Heritage*, 49–3, 12–15.
18. Yin, R. (2009). *Case study research: Design and methods*, Sage Publishing Thousand, Oaks, CA.
19. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. URL: <https://sdgs.un.org/2030agenda>
20. Yang, Yi, Linda, F. (2004). *Cornelious. Ensuring Quality in Online Education Instruction: What Instructors Should Know?* URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED484990.pdf>
21. Bab'yak, Zh., Plavuc'ka, I., Bodnar, O. (2022). Ocynjuvannja znan' studentiv v umovach dystancijnoho navchannja z vykorystannjam systemy ATUTOR [Assessment of Students' Knowledge in Distance Learning Using The System ATUTOR]. URL: <http://www.sci-notes.mgu.od.ua/archive/v36/35.pdf>
22. Skrypnyk, Z. E. (2012). Psycholohija i pedahohika. Provedennja indyvidualnoho zanjattja za metodom analizu konkretnych navchalnych sytuacij (case study) [Psychology and Pedagogy. Conducting an Individual Lesson by the Method of Analyzing Specific Training Situations], LIBS UBS NBU, Lviv.
23. Osadchenko, I. (2011). Definitsiia ta dydaktychna sutnist poniattia «keis-metod» [Definition and didactic essence of the concept of "case method"]. *Humanitarnyi visnyk [Humanitarian Bulletin]*, 19, 169–173.
24. Sydorenko, O. et al. (2001). Sytuatsiina metodyka navchannja: teoriia i praktyka [Situational teaching methodology: theory and practice], Tsentri innovatsii ta rozvytku [Center for Innovation and Development], Kyiv.
25. Sheremeta, P., Kanishchenko, H. (1999). Keis-metod: z dosvidu vykladannja v ukrainskii biznes-shkoli [Case method: from the experience of teaching in the Ukrainian business school], Tsentri innovatsii ta rozvytku [Center for Innovation and Development], Kyiv.
26. Polozhennja pro dystantsiinu formu zdobuttia povnoi zahalnoi serednoi osvity [Regulations on the distance form of obtaining complete general secondary education] (2020). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0941-20#Text>
27. Surmyn, Yu. et al. (2002). Sytuatsyonnyi analiz, yly Anatomya keis-metoda [Situational analysis, or Anatomy of the case method], in: Yu. Surmyn (Ed.). Tsentri ynnovatsyi y razvytyia [Center for Innovation and Development], Kyiv.

**Кротенко В., Афузова Г., Найдьонова Г.**

**Український державний університет імені Михайла Драгоманова, Київ, Україна**

### **КЕЙС-МЕТОД ЯК ТЕХНОЛОГІЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИЩОЇ ОСВІТИ ПІД ЧАС ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАСОБІВ ІКТ: ДОСВІД РОБОТИ**

Сучасні соціально-екологічні та соціально-політичні виклики диктують упровадження комплексу інформаційно-комунікаційних (цифрових) технологій в організацію освітнього процесу. Це дає можливість реалізувати процес дистанційного навчання в закладах освіти в умовах природної та техногенної невизначеності. Організація освітнього процесу спрямована не

лише на засвоєння окремих блоків теоретичних відомостей, а й на вміння студентів самостійно приймати рішення та діяти в різноманітних ситуаціях, практично використовуючи накопичені знання. Для досягнення таких результатів необхідно застосовувати нові підходи до організації освітнього процесу, орієнтуючись на особистісно-професійну індивідуальність кожного студента, спираючись на диференційно-креативний підхід у процесі навчання, використовуючи варіативність інтерактивних форм і методів навчання. Такий підхід не тільки підвищує вірогідність засвоєння знань, але й дозволяє вийти за їх межі у сфері розвитку аналітичних здібностей і самосвідомості студентів, комунікативних і лідерських якостей, формування здатності приймати рішення в умовах невизначеності.

У цьому контексті варто розглянути проблему використання кейс-методу у професійній підготовці з акцентом на сутності кейс-методу як інтерактивного методу навчання та як форми організації навчально-пізнавальної діяльності студентів; як педагогічної технології, що використовується у процесі професійної підготовки; про потенціал кейс-методу як потужного інструменту інтерактивної, особистісно-орієнтованої стратегії навчання студентів, спрямованої на розвиток їхнього критичного мислення, комунікативних навичок та навичок міжособистісного спілкування.

Найпотужнішими є кейси, що дають змогу отримати низку обґрунтованих оцінок, що призводить до змінних, але однаково правдоподібних і перевірених висновків. Також ефективним засобом професійної підготовки в системі безперервної та відкритої освіти є використання кейс-тригерів, що представлені у вигляді невирішених чи провокативних проблем, що потребують подальших пошуків та обговорень. Особливу увагу приділено розробленню кейсів, спеціально орієнтованих на розвиток наукових навичок студентів (перерваний кейс).

Здійснюється аналіз результатів використання кейс-методу як одного з найперспективніших інтерактивних методів організації професійного навчання для забезпечення якості освіти під час дистанційного навчання з використанням засобів ІКТ на прикладі професійної підготовки майбутніх фахівців спеціальної та клінічної психології.

**Ключові слова:** кейс-метод, якість освіти, вища освіта, професійне навчання, дистанційне навчання, контроль знань, засоби ІКТ

Стаття надійшла до редакції 30.11.2023  
The article was received 30 November 2023

UDC 794:004.4-047.44:378.046

Dmytro Verbovetskyi, Vasyl Oleksiuk

Institute for Digitalisation of Education National Academy of Educational Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID 0000-0002-4716-9968

ORCID 0000-0003-2206-8447

**EMPIRICAL EVALUATION OF GAMING SOFTWARE OF THE GAMIFICATION ENVIRONMENT FOR THE PREPARATION OF FUTURE BACHELORS OF INFORMATICS**

DOI 10.14308/ite000779

*The article presents a model of introducing a gamification environment into the educational process for the preparation of future bachelors of informatics. We have analyzed the domestic and foreign experience in selecting criteria for software and hardware, determined the criteria for selecting the components of the gamification environment and the indicators of each criterion, selected the components of the gamification environment, conducted an experimental evaluation of some software samples according to the defined criteria. The purpose of the article is to design a model of a gamification environment for training future bachelors of computer science in higher education institutions. Design, cloud-oriented, content and information and communication criteria were selected for the selected platforms and their components were outlined. A table of evaluation by experts was developed and the results were analyzed. A ranking of the received data was also made and conclusions were drawn based on the evaluation results. According to experts' assessments, the environment most suitable and least suitable for the selected criteria was determined, as it scored the highest and lowest number of points. An expert assessment of gamification platforms was conducted, criteria for selecting such platforms were developed, and indicators of each environment were outlined. We see the design of other components of the gamification environment, the creation of tasks using gamification technologies, the analysis of feedback, the development of technological infrastructure and the creation of methodological recommendations for the implementation and use of the environment as further perspectives of the research.*

**Keywords:** Digitization, digital educational environment, gamification, gamification environment, bachelor of computer science

**Introduction.** The Problem Statement Along with the expansion of information and communication technologies from the beginning of the 21st century, a significant transformation in the field of education is coming. Teachers in higher education institutions are moving towards improving teaching methods and spreading their diversity through the use of digital technologies. The introduction of advanced technologies made the presentation of material by teachers more convenient, and the perception and processing of information by students – more effective. In modern conditions, when informatization of the educational process has become a permanent factor, the use of information and communication technologies is a necessary component of higher education. These methods play an important role in the educational process of higher educational institutions, not limited to tools for solving pedagogical tasks, but provide new opportunities for learning, contribute to the development of methods and didactics, and also contribute to the creation of new forms of learning. One of the promising areas of development of modern information technologies is the use of gamification technologies.

The **purpose** of the article is to determine the selection criteria for the components of the gamification environment and conduct an experimental analysis of the selected samples.



**The task of the research is:**

1. Analysis of the experience of introducing games into the educational process.
2. Determination of selection criteria for the components of the gamification environment.
3. Selection of components of the gamification environment.
4. Classification of the components of the gamification environment.
5. Experimental evaluation of selected software samples according to defined criteria.

Analysis of recent research and publications.

The issue of using gamification technologies in the field of education of higher educational institutions is dealt with by:

1. Researchers in the field of education, who specialize in research on the use of gamification in the educational context, conduct scientific research, analyze the impact of gamification on learning and development of students in higher education institutions;
2. Teachers at universities study and implement game techniques in their classes and courses. They explore how gamification can improve learner engagement and motivation to learn;
3. Technology companies and startups that specialize in the development of platforms and tools that use gamification for educational purposes. They create educational games, applications and platforms that help students learn through gaming technologies;
4. Educational institutions and organizations that include gamification in their training programs. They conduct research and experiments on the use of gamification in classrooms and outside them [12].

The works of V. Bykov, S. Lytvynova, M. Shishkina, A. Milich, K. Simych, M. Mulintovych and others are devoted to the issue of designing the educational and scientific environment of a higher education institution. Among scientists, V. Bykov, K. Werbach, K. Larson, Lee Sheldon, E. Corcoran, O. Chyzhikova, O. Shimanska, I. Sergienko, N. Morse, K. Caperson, J. McGonigal, S. De Bevo, L. Gallagher and others [3, 4, 5]. Nevertheless, as of today, the problem of creating a gamification environment for the training of future informatics bachelors is still relevant.

**Research methods.** To solve the research tasks, the analysis of scientific publications of domestic and foreign researchers was carried out. The following methods and approaches were used to conduct the research: analysis of theoretical sources related to the design of the gamification environment, generalization and systematization of the information obtained from the analysis of theoretical sources and the use of system analysis methods to understand and analyze the characteristics and relationships of the gamification environment.

**The Presentation of Main Material.** The design components of the gamification environment are the basis for creating the gamification environment and reflect its functionality and structure. Higher educational institutions need to increase the efficiency of the educational process and involve students in performing complex tasks. The application of gamification principles can improve student engagement in active learning and promote new forms of group collaboration. This allows you to create a stimulating environment where students are involved in the educational process and have the opportunity to develop cooperation skills and solve tasks with the help of gamification elements. To design a gamification environment model, it is necessary to take into account several key elements, including: the goal, the definition of the target audience, the selection of game services and platforms, creating tasks with gamification elements, progression, feedback, technological infrastructure and methodological recommendations for the implementation and use of the environment. The following are defined as elements of the gamification environment:

1. Didactic materials.
2. Methodological recommendations.
3. Training courses.
4. Participants of the educational process.
5. Teaching aids.

First of all, it is worth paying attention to the training tools, since gamification tools are used here. The use of gamification technologies requires special software and hardware. In the following works, we will talk about the hardware, but the interaction between the student and the teacher is carried out precisely through the software. O. Spirin, T. Vakalyuk, L. Luparenko, O. Golovnia, S. Litvynova, R. Blanco, M. Trinidad, M. Jose Suarez-Cabal, A. Calderon, M. Ruiz, Javier Tuya, M. Jean Cadet and others. [3, 4, 5, 6, 7, 8, 10].

There are many software tools that can be used to create a gamification environment in educational institutions. Ready-made gamification platforms are software solutions that include tools and functionality for creating a gamified environment. Among the most famous are: Classcraft, Kahoot, Breakout EDU, Quizizz and Moodle. There are specialized applications and web services that allow you to create game tasks, distribute points, reward achievements and track student progress. Examples include Classcraft, Epic Win, ClassDojo, and Socrative. The use of virtual environments and games can create an immersive learning environment that combines gamification and learning. For example, Minecraft Edu, Second Life or games designed specifically for educational purposes. Also, some learning management systems, such as Moodle, Canvas or Blackboard, have built-in gamification tools or plugins that allow you to add game elements to the learning process. The next category of software is custom solutions that are designed for unique needs and allow you to develop your own software. In addition to software tools, it is also important to consider other components of a gamified environment, such as tasks, game rules, rewards, communities, and feedback, and choose the software tool that is best suited to integrate these elements [6].

Here are some specific examples of software that can be used to design a gamified learning environment:

1. Kahoot: This is an interactive platform for creating quizzes and game tasks. Teachers can create questions for students to answer using mobile devices, compete against each other and earn points.
2. Minecraft Edu: This is a special version of the Minecraft game designed for educational purposes. It allows teachers to create virtual learning environments where students can interact, collaborate and solve problems.
3. Breakout EDU: This is a platform that offers a set of ready-made game scenarios with riddles and puzzles. Teachers can use these scenarios to create a variety of gamified activities.
4. 3DGameLab: This is an online platform that allows teachers to create gamified courses. It offers tools for creating quests, rewards and feedback.
5. Quizizz: This is an interactive platform for conducting quizzes and contest games. It offers a large number of ready-made quizzes, as well as the possibility of creating your own. Students compete among themselves, receiving points for correct answers [1].

When determining the criteria for selecting software for gamification tools, we focused on improving the efficiency of students' perception of new information and its systematization. We analyzed the experience of introducing digital environments into the educational process in Ukrainian higher education institutions, as well as studied the foreign experience of using gamification tools. As a result, the following criteria for the selection of software for gamification tools were formulated: design, cloud-oriented, content, and information and communication [9, 13].

Let's consider in more detail each of the criteria and their evaluation of their indicators by experts.

**The design criterion** involves designing the environment and adapting it to the needs of a specific group and teacher.

The indicator "augmented/virtual reality tasks" involves the ability to create and complete tasks using augmented and/or virtual reality.

"Availability of a free license" implies the availability of full or partial free access to the functionality of the platform.

The "authorization" indicator provides for the possibility of authorizing students using a link or registering independently without an invitation.

The "rights setting" indicator provides access to the class with certain rights set by the teacher.

The indicator "creating a class" provides the ability to create groups to create specific tasks for a group of students.

**The cloud-oriented criterion** implies access from any place and gadget, regardless of place and time, as well as the presence of not only a desktop version of the platform, but also a web version and a mobile application.

The indicator "availability of a web version" implies the presence of not only a desktop version and a mobile application, but also a cloud platform for performing tasks.

"Mobile application" implies the availability of a mobile application for performing tasks from gadgets on the IOS or Android platform.

**The meaningful criterion** outlines the extent to which each platform corresponds to the syllabus of the selected training courses. It reveals to what extent professional competences are cultivated during the use of this or that platform.

"Formation of professional competences" presupposes the presence of a sufficient level of education of key competences during the use of this or that platform.

"Formation of general competences" presupposes the presence of a sufficient level of education of general competences provided for by the educational program during the use of one or another platform.

"Compliance with the curriculum" implies the completion of all tasks provided for in the curriculum.

**The information and communication criterion** assumes the presence of the functionality of using the platform to introduce gamification into the educational process and the presence of communication in the web version, desktop or mobile application, communication between the teacher and students, as well as between the group. Let's consider each indicator in detail.

The indicator "multimedia design" assumes the presence of adding audio and video materials to the task, with the possibility of editing them in the platform itself by the teacher [8].

"Reports" allows you to view reports on completed tasks and shows the number of attempts to successfully complete the task.

The "help" indicator characterizes the help section of the platform for performing a certain task. Intended for teacher filling in methodical instructions [11].

The use of the expert evaluation method for gamification tools of the educational process consists in the fact that a specific characteristic of the tool is numbered in ascending or descending order, depending on the presence of an indicator of this characteristic. In total, 5 gamification tools in the educational process were proposed for evaluation. We have proposed a scoring system for evaluating the criterion indicator, according to which the highest score is 10 for the highest manifestation of the criterion indicator, and 1 for the lowest manifestation.

To reduce the probability of coincidences between experts, the proposed platforms are placed in a random sequence.

The results of the expert survey are presented in Table 1.

*Table 1*

Expert	Kahoot	Minecraft edu	BreackoutEdu	3DGameLab	Quizizz
1	5	3	1	2	4
2	4	3	1	2	5
3	5	2	4	1	3
4	5	4	1	2	3
5	3	1	4	2	5
6	5	1	2	3	4
7	5	1	3	4	2

8	4	1	3	2	5
9	3	5	1	2	4
10	4	2	1	5	3
11	5	3	1	4	2
12	4	3	2	1	5
13	4	3	2	5	1
14	5	2	1	3	4
15	4	1	2	3	5
16	4	3	2	1	5
17	5	3	2	4	1
18	4	5	3	1	2
19	5	4	2	1	3
20	5	3	2	4	1

The total rating of each platform equals: Kahoot! – 88, MinecraftEdu – 53, BeackoutEdu – 40, 3DGameLab – 52, Quizizz! - 67 points.

According to the formula for determining concordance ( $W = \frac{S(d^2)}{S_{\max}(d^2)} = \frac{12 \cdot S(d^2)}{m^2(n^3 - n)}$ ), where  $S(d^2)$  – sum of squares of values,  $S_{\max}(d^2)$  – the maximum value of the sum of the squares of the values,  $m$  – the number of experts,  $n$  – the number of evaluated platforms, it is possible to calculate that  $W = 0.3365$ . This value is between 0 and 1. If  $W$  is approximately equal to 0, then the relationship between the ranking of experts is very small, while if  $W$  approaches 1, then the ranking of experts practically coincides [2].

**Discussion.** Since the result we obtained is closer to 0, we can say that expert opinion is quite subjective. The obtained results indicate the statistical significance of the concordance coefficient  $w$ . The obtained result can be substantiated by different approaches to the implementation of such platforms in institutions of higher education. We can conclude that Kahoot platforms are the most suitable! and Quizizz!, as they scored 88 and 67 points, respectively, according to experts. Based on this, we can say that the BreakoutEDU and 3DGameLab platforms are the least suitable for the criteria of design, functionality, information and communication, and content. This is due to the fact that these platforms have poorly developed user rights settings, very limited functionality of the free license, and only a desktop or web version is available.

**Conclusion.** Thanks to the design of a digital environment of gamification in the educational process of training future bachelors of informatics, the applicant has the opportunity to use the game environment during training and make the training process itself more effective. We conducted an expert evaluation of gamification platforms, developed criteria for selecting such platforms, and outlined the indicators of each environment. In our opinion, thanks to the use of such teaching methods, students will be able to increase their success rate, improve their skills in acquiring new information, and better systematize the received information. In the future, it is planned to develop a model for designing a gamified educational environment for training bachelors of computer science and create a methodical system for its use in training students. During the design of the model, the goal, task, and needs of introducing the gamification environment into the educational process were formed.



## REFERENCES

1. Asghar, M. Z., Sana, I., Nasir, K., Iqbal, H., Kundi, F. M., & Ismail, S. (2016). Quizzes: Quiz application development using Android-based MIT APP Inventor platform. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 7(5).
2. Balyk, N., Oleksiuk, V., Shmyger, G. (2017). Development of e-Learning Quality Assessment Model in Pedagogical University. *ICT in Education, Research and Industrial Applications: Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Proc. 13 th Int. Conf. ICTERI*, 440–450. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-1844/10000440.pdf>
3. Blanco, R., Trinidad, M., Suárez-Cabal, M. J., Calderón, A., Ruiz, M., & Tuya, J. (2023). Can gamification help in software testing education? Findings from an empirical study. *Journal of Systems and Software*, 200.
4. Cadet, M. J. (2023). Application of game-based online learning platform: Kahoot a formative evaluation tool to assess learning. *Teaching and Learning in Nursing*.
5. Gurzhii, A., Glazunova, O., Voloshyna, T., Korolchuk, V., & Yakobchuk, O. (2019). Cloud resources and services for training future specialists in information technologies: selection criteria, examples of use. *Journal of Information Technologies in Education (ITE)*, 40, 7–28.
6. Vakalyuk, T. A. (2017). A structural and functional model of a cloud-oriented educational environment for the training of bachelors of computer science. *Information technologies and teaching aids*, 59 (3), 51–61.
7. Holovnya, O. S. (2015). Criteria for selecting virtualization software in learning unix-like operating systems. *Information technologies in education*, 24, 119–133.
8. Kolos, K. R. (2013). Process model and criteria for selecting components of a computer-oriented learning environment of a postgraduate pedagogical education institution. *Information technologies in education*, 17, 109–117.
9. Litvynova, S. G. (2015). A component model of a cloud-oriented learning environment of a comprehensive educational institution.
10. Litvynova, S. G. (2019). A model of using a computer simulation system for the formation of students' competencies in science and mathematics subjects. *Physical and mathematical education*, 1 (19), 108–115.
11. Spirin, O. M., & Vakalyuk, T. A. (2017). Criteria for selection of open Web-opinated technologies for learning the basics of programming for future informatics teachers. *Information technologies and teaching aids*, 60, 4, 275–287.
12. Shakhovska, N., Skopivskyi, S., & Stakhiv, M. (2016). Use of gamification technology in the educational process. *Editorial board*, 169.
13. Shishkina, M. P. (2016). *Theoretical and methodological foundations of the formation and development of a cloud-oriented educational and scientific environment of a higher educational institution* (Doctoral dissertation, Institute of Information Technologies and Teaching Aids).

**Вербовецький Д., Олексюк В.**

**Інститут цифровізації освіти Національної академії педагогічних наук України, Київ, Україна**

# **ЕМПІРИЧНА ОЦІНКА ІГРОВОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГЕЙМІФІКАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ ІНФОРМАТИКИ**

У статті представлено модель упровадження середовища гейміфікації в освітній процес для підготовки майбутніх бакалаврів інформатики. Проаналізовано вітчизняний та зарубіжний досвід вибору критеріїв програмно-технічного забезпечення, визначено критерії відбору компонентів середовища гейміфікації та показники кожного критерію, відібрано компоненти середовища гейміфікації, проведено експериментальну оцінку окремих зразків програмного забезпечення відповідно до визначених критеріїв. Метою статті є розробка моделі середовища гейміфікації для підготовки майбутніх бакалаврів інформатики у закладах вищої освіти. Для обраних платформ було обрано дизайн, хмароорієнтованість, контент та



інформаційно-комунікаційні критерії й окреслено їх компоненти. Розроблено таблицю оцінювання експертами та проаналізовано результати. Також проведено ранжування отриманих даних та зроблено висновки за результатами оцінювання. За оцінками експертів було визначено середовище, яке найбільш та найменш відповідне обраним критеріям, оскільки воно набрало найбільшу та найменшу кількість балів. Проведено експертну оцінку гейміфікаційних платформ, розроблено критерії відбору таких платформ, окреслено показники кожного середовища. Подальшими перспективами дослідження ми вбачаємо проєктування інших компонентів середовища гейміфікації, створення завдань із використанням технологій гейміфікації, аналіз зворотного зв'язку, розвиток технологічної інфраструктури та створення методичних рекомендацій щодо впровадження та використання середовища.

**Ключові слова:** цифровізація, цифрове освітнє середовище, гейміфікація, середовище гейміфікації, бакалавр інформатики

Стаття надійшла до редакції 30.11.2023

The article was received 30 November 2023

УДК 004.043

Сергій Бабічев, Тетяна Гончаренко

Херсонський державний університет, Херсон, Україна

ORCID 0000-0001-6797-1467

ORCID 0000-0002-2021-9320

## ЗАСТОСУВАННЯ БІКЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПІДМНОЖИН КОЕРЕНТНИХ ДАНИХ

DOI 10.14308/ite000780

У статті запропоновано новий підхід до аналізу даних за допомогою бікластерного аналізу, який суттєво відрізняється від традиційної кластеризації. Проаналізовано наявні наукові праці, у яких схарактеризовано метод бікластерного аналізу та особливості його застосування. Автори зосереджуються на виявленні коерентних підмножин у складних даних, що виходять за межі звичайних даних, наприклад, експресії генів. Основну увагу приділено дослідженню, як бікластерний аналіз може виявляти приховані зв'язки у даних, що часто залишаються непоміченими при використанні традиційних методів. Сформовано критерії якості бікластеризації даних експресії генів та оцінено ефективність внутрішніх критеріїв. Автори детально розглядають якість бікластерів, використовуючи середньоквадратичну помилку (MSE) та взаємну інформацію, забезпечуючи в такий спосіб достовірність та об'єктивність результатів. Особливість бікластерного аналізу полягає у його здатності виявляти бікластери різних розмірів та форм, що є важливим для розуміння складних та неоднорідних даних. Це дозволяє не тільки виділяти локальні шаблони в підмножинах даних, але й розкривати більш складні взаємозв'язки. Стаття також акцентує на оптимізації гіперпараметрів і використанні критеріїв якості для досягнення найбільш точних результатів. Мета дослідження полягає не тільки в ідентифікації коерентних підмножин даних, але й у глибшому розумінні структурних особливостей і взаємозв'язків, відкритих завдяки бікластерному аналізу. Ця робота відкриває нові перспективи для аналізу складних даних, пропонуючи більш глибоке розуміння їх структури та динаміки. Особливо цінним є здатність методу виявляти перетинні бікластери, що сприяє виявленню складніших і глибших залежностей у даних.

**Ключові слова:** бікластерний аналіз, штучні бікластери, критерії якості бікластеризації, взаємна інформація, середньоквадратична помилка

### 1. Вступ

**Постановка проблеми.** Сучасний аналіз даних набуває нових горизонтів із використанням методів бікластерного аналізу, які принципово відрізняються від традиційної кластеризації. У традиційній кластеризації основну увагу зосереджено на групуванні об'єктів (рядків або стовпців) на основі їх подібності, нехтуючи можливою важливістю взаємодій між різними осями даних. Натомість бікластерний аналіз дозволяє одночасно групувати як рядки, так і стовпці, виділяючи взаємно корельовані підмножини даних, що є надзвичайно важливим для аналізу складних даних.

Головною метою нашого дослідження є розробка методик бікластерного аналізу, спрямованих на виявлення коерентних підмножин у складних даних, альтернативних до класичних даних експресії генів. Ми прагнемо дослідити, яким чином різні підходи до бікластеризації можуть виявити приховані зв'язки у даних, які можуть бути неочевидними при використанні традиційних методів. Особливу увагу ми приділяємо оцінці якості бікластерів за допомогою середньоквадратичної помилки (MSE) та взаємної інформації, щоб забезпечити достовірність та об'єктивність отриманих результатів.



Бікластерний аналіз відкриває можливості для детального розуміння структурних особливостей даних. Цей метод дозволяє не тільки виділяти локальні шаблони в підмножинах даних, але й розкриває різноманітні взаємозв'язки між різними компонентами даних. Однією з ключових особливостей бікластерного аналізу є його здатність виявляти бікластери різних розмірів та форм, що є особливо важливим для розуміння складних та неоднорідних даних. Крім того, бікластери можуть перетинатися, дозволяючи одному рядку чи стовпцю входити до декількох бікластерів одночасно, що відкриває шлях для виявлення більш складних і глибоких залежностей у даних.

У контексті цього дослідження ми плануємо детально вивчити та визначити кращі практики та методи бікластерного аналізу, зосередившись на оптимізації гіперпараметрів і використанні критеріїв якості для забезпечення надійності та точності отриманих результатів. Наша мета полягає не лише в ідентифікації коерентних підмножин даних, але й у глибокому розумінні взаємозв'язків і структурних особливостей, що відкриваються завдяки бікластерному аналізу.

**Аналіз сучасних літературних джерел.** Застосуванню бікластерного аналізу для обробки складних даних у наш час присвячено велику кількість наукових праць. Так, у [1] представлено огляд метаевристичних підходів до вирішення проблем бікластеризації, які ефективно вирішують складні оптимізаційні завдання в обмежений час обчислень і адаптуються до різних формулювань проблем. Особливу увагу приділено оптимізаційним методам і ключовим елементам пошуку: представленню, цільовій функції та операторам варіацій, з дискусією одного та багаточільових підходів і висвітленням нових напрямів досліджень. У [2] досліджується прихована блокова структура в гетерогенній моделі панельних даних, виходячи з припущення, що коефіцієнти регресії мають групові структури серед індивідів та структурні зміни у часі, де точки зміни можуть впливати на групові структури, а структурні зміни можуть варіюватися між підгрупами. Для відновлення прихованої блокової структури автори пропонують робастний бікластерний підхід, який використовує М-оцінювання та увігнуті штрафи об'єднання, а також розробляють алгоритм на основі локальної квадратичної апроксимації для оптимізації цільової функції, який є більш компактним та ефективним порівняно з алгоритмом ADMM. Крім того, встановлено оракульну властивість для штрафуваних М-оцінювачів і доведено, що запропонований оцінювач із високою ймовірністю відновлює приховану блокову структуру, що також підтверджується добрими результатами на практиці за допомогою симуляційних досліджень на кількох наборах даних.

У [3] для покращення якості бікластеризації та видалення модулів використовується комбінація методів, заснованих на теорії адаптивного резонансу (ART), – бікластеризація ARTMAP (BARTMAP) та топологічний ART (ТороART), що разом формують ТороBARTMAP, який успадковує здатність виявляти топологічні асоціації під час зменшення обсягу даних. Метод ТороBARTMAP був протестований на 35 реальних наборах даних про рак і порівняний з іншими методами (бі)кластеризації, показавши статистично значне покращення порівняно з іншими оціненими методами в експериментах з упорядкованими та перемішаними даними, а також продемонстрував кращі результати при ідентифікації бікластерів постійного, масштабного, зміщеного та зміщеного масштабного типів у експериментах з 12 синтетичними наборами даних. Графічне представлення було удосконалено для відображення асоціацій генних бікластерів і оцінено на наборі даних NCBI GSE89116, що містить рівні експресії 39,326 зондів, відібраних протягом 38 спостережень. У [4] запропоновано новий алгоритм бікластеризації для бінарних даних, названий Алгоритм Бінарної Бікластеризації на Основі Матриці Різниць Суміжності (AMBV), який покращує баланс між часом виконання та ефективністю. Алгоритм AMBV будує матрицю суміжності на основі значень різниць суміжності, а отриману підматрицю, яка оновлюється за допомогою матриці різниць суміжності, називають бікластером, що дозволяє групувати гени, які проявляють схожі реакції в різних умовах, важливих для подальшого аналізу генів, а експерименти на синтетичних та реальних наборах даних візуально демонструють високу практичність алгоритму AMBV.

Ураховуючи певні досягнення у сфері бікластерного аналізу для обробки складних даних, існують невирішені проблеми, до яких можна віднести відсутність ефективних методів оптимізації гіперпараметрів відповідного алгоритму. Це особливо актуально в контексті нових підходів, таких як комбінація методів на основі теорії адаптивного резонансу для бікластеризації, що вимагають точного налаштування гіперпараметрів для ефективної роботи. Також виокремлено проблему балансування між часом виконання та ефективністю алгоритмів, особливо в ситуаціях з бінарними даними, де потрібна розробка нових стратегій оптимізації, що забезпечать швидку та точну обробку даних.

## 2. Формування критеріїв якості бікластеризації даних експресії генів

У загальному випадку, критерії оцінки якості бікластерної структури можуть бути розділені на три групи:

1. *Внутрішні критерії*. Ці критерії дозволяють оцінити окремі бікластери у кластерній структурі без їх порівняння з еталонними бікластерами, формування яких у випадку застосування даних експресії генів є проблематичним. Найбільш розповсюдженими внутрішніми критеріями можна вважати наступні метрики:

● **Середній квадратичний залишок (Mean Squared Residue – MSR)** [5, 6]. Вимірює коерентність бікластера або ступінь узгодженості чи однорідності значень всередині бікластера. В ідеальному випадку, бікластер повинен містити дуже схожі значення, які формують певний шаблон або структуру. Ця однорідність може бути визначена як сталість, адитивність або множникова однорідність. Константна коерентність передбачає, що всі значення у бікластері є приблизно однаковими. При адитивній коерентності різниці між значеннями в рядках чи стовпцях є приблизно однаковими. Множникова коерентність передбачає, що значення в рядках чи/та стовпцях є приблизно однаковими після множення на певний множник. Для бікластера з  $I$  рядків і  $J$  стовпців формула розрахунку MSR критерія має вигляд:

$$MSR = \frac{1}{|I| \times |J|} \sum_{i \in I, j \in J} \left( x_{ij} - \bar{x}_i - \bar{x}_j + \bar{x} \right)^2 \quad (1)$$

де:  $x_{ij}$  – елемент матриці;  $\bar{x}_i$ ,  $\bar{x}_j$  та  $\bar{x}$  – середні значення рядка  $i$ , стовпця  $j$  та загальний середній показник бікластера відповідно.

Менше значення критерія (1) свідчить про підвищену коерентність бікластера.

● **Об'єм (Volume)**. Розраховується як добуток кількості рядків та стовпців. Більше значення цього критерія вказують на те, що бікластер відображає більш загальну структуру даних.

● **Варіабельність (Variability)**. Вимірює розкид чи варіабельність значень усередині бікластера і може бути розрахованим за класичною формулою розрахунку дисперсії:

$$V = \frac{1}{|I| \times |J|} \sum_{i \in I, j \in J} \left( x_{ij} - \bar{x} \right)^2 \quad (2)$$

Менше значення варіабельності зазвичай вказує на більш стійкий шаблон у бікластері.

● **Зв'язність (Connectivity)**. Вимірює кількість зв'язків або відносин між елементами у бікластері і може бути розрахована за формулою:

$$Connectivity = \frac{\text{Кількість зв'язків між елементами у бікластері}}{\text{Максимальна можлива кількість зв'язків}} \quad (3)$$

Слід зазначити, що розрахунок значення цього критерія передбачає реконструкцію генної регуляторної мережі на попередньому кроці шляхом застосування відповідного алгоритму, при цьому одним із ключових гіперпараметрів є коефіцієнт трешолдінгу, значення якого суттєво впливає на кількість реальних зв'язків між елементами бікластера. При цьому вища зв'язність вказує на сильніші відношення між елементами у бікластері.

● **Стійкість (Robustness)**. Оцінює, наскільки стійкими залишаються бікластери при незначних змінах у вхідних даних, наприклад, при додаванні гаусівського “білого” шуму.

2. *Зовнішні критерії*. Зовнішні критерії якості бікластеризації базуються на порівнянні результатів бікластеризації з певним стандартом або зовнішньою еталонною структурою.

Зазвичай такі критерії використовуються в тих випадках, коли доступні додаткові (зовнішні) дані про структуру даних або про справжній розподіл бікластерів. Найбільш розповсюджуваними на цей час зовнішніми критеріями якості бікластеризації є Індекс Ранду (Rand Index – RI) та Індекс Жаккара (Jaccard Index – JI).

● *Rand Index*. Визначає подібність між двома бікластеризаціями і заснований на похибках першого та другого роду [7]:

$$RI = \frac{TP+TN}{TP+FP+TN+FN} \quad (4)$$

де:  $TP$  – кількість пар об'єктів, правильно віднесених до одного бікластера;  $TN$  – кількість пар об'єктів, правильно віднесених до різних бікластерів;  $FP$  – кількість пар об'єктів, помилково віднесених до одного бікластера;  $FN$  – кількість пар об'єктів, які помилково вважаються належними до різних бікластерів.

● *Jaccard Index*. Розраховується як відношення спільних об'єктів у двох бікластерах до загальної кількості об'єктів у бікластерах (їх об'єднання) [8]:

$$JI = \left\lfloor \frac{B1 \cap B2}{B1 \cup B2} \right\rfloor \quad (5)$$

де  $B1$  і  $B2$  – два бікластера.

За наявності кількості бікластерів у бікластеризаціях більшої за 2 і за відсутності перетину між бікластерами формула розрахунку індексу Жаккара набуває вигляду:

$$JI(BC1, BC2) = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_2} \left\lfloor \frac{B_i(BC1) \cap B_j(BC2)}{B_i(BC1) \cup B_j(BC2)} \right\rfloor \quad (6)$$

де:  $n_1$  та  $n_2$  – кількість бікластерів у бікластеризаціях  $BC1$  і  $BC2$  відповідно.

За наявності перетину між бікластерами формула (6) уточнюється так:

$$JI_{corrected}(BC1, BC2) = \frac{JI(BC1, BC2)}{\max(JI(BC1, BC1), JI(BC2, BC2))} \quad (7)$$

Слід зазначити, що за відсутності перетину між бікластерами формула (7) трансформується у формулу (6), оскільки знаменник у формулі (7) дорівнюватиме одиниці. Зовнішні критерії, на відміну від внутрішніх, вимагають додаткової інформації щодо структури даних або правильний (еталонний) розподіл бікластерів, що у випадку застосування даних експресії генів, як експериментальних даних, є проблематичним. У більшості випадків вони використовуються для валідації різних алгоритмів бікластеризації.

## 2.1. Внутрішній критерій якості бікластеризації на основі оцінки взаємної інформації

Як було зазначено вище, бікластеризація являє собою процес одночасної кластеризації рядків та стовпців матриці. У контексті аналізу даних експресії генів, експериментальні дані представлені як матриця, де рядки є гени, а стовпці – умови проведення експерименту або навпаки, і значення у матриці відображають рівень вираження гену під певною умовою, тобто його експресію. Бікластер у цьому випадку визначає підмножину генів, які мають подібні профілі експресії в підмножині умов. Одним із способів оцінити якість бікластера є застосування аналізу взаємної інформації (VI) між рядками та стовпцями. VI може вказувати на те, наскільки інформація в рядках і стовпцях залежить одна від одної, і тому велике значення VI може вказувати на високу коерентність бікластера. До найбільш розповсюджених методів оцінки взаємної інформації слід віднести такі [9]:

● Взаємна інформація (Mutual Information – MI):

$$MI(X, Y) = \sum_{x \in X} \sum_{y \in Y} p(x, y) \log \left( \frac{p(x, y)}{p(x)p(y)} \right) \quad (8)$$

де:  $X, Y$  є вектори, між яким здійснюється оцінка VI;  $p(x, y)$  – спільний розподіл імовірностей  $X$  та  $Y$ ;  $p(x)$  і  $p(y)$  – маргінальні розподіли ймовірностей.

● Нормалізована взаємна інформація – визначається як відношення взаємної інформації до геометричного середнього ентропій двох векторів:

$$NMI(X, Y) = \frac{MI(X, Y)}{\sqrt{H(X)H(Y)}} \quad (9)$$

де  $H(X)$  та  $H(Y)$  – ентропії векторів  $X$  та  $Y$  відповідно.

• Відносна ентропія або Кульбак-Лейблєрова дивергенція [10] – це міра відстані між двома розподілами ймовірностей:

$$D_{KL}(P||Q) = \sum_i P(i) \log \frac{P(i)}{Q(i)} \quad (10)$$

де  $P(i)$  – це ймовірність розподілу  $P$ , а  $Q(i)$  – ймовірність розподілу  $Q$ .

Слід зазначити, що ця відстань не є симетричною, тобто  $D_{KL}(P||Q) \neq D_{KL}(Q||P)$ , тому для підвищення об'єктивності варто обчислювати двосторонню дивергенцію з подальшим усередненням двох дивергенцій:

$$D_{KL}(P, Q) = \frac{D_{KL}(P||Q) + D_{KL}(Q||P)}{2} \quad (11)$$

Взаємна інформація є мірою спільної інформації між двома векторами випадкових величин, але вона сама по собі не є метрикою відстані. Трансформування значення ВІ у відстань може бути здійснено різними способами. У межах дисертаційних досліджень застосовується метрика на основі ентропії Шеннона:

$$d(X, Y) = H(X) + H(Y) - 2MI(X, Y) \quad (12)$$

де  $H(X)$  та  $H(Y)$  – значення ентропій Шеннона векторів  $X$  та  $Y$  відповідно,  $MI(X, Y)$  – взаємна інформація між векторами  $X$  та  $Y$ . У цьому випадку, якщо розглядати два ідентичних розподіли даних, то  $H(X) = H(Y) = MI(X, Y)$  і  $d(X, Y) = 0$ . При збільшенні різниці між розподілами даних значення взаємної інформації зменшується, що призводить до збільшення відстані між цими векторами.

Розрахунок значення внутрішнього критерія для оцінки коерентності бікластера передбачає оцінку середньої відстані як між рядками, так і між стовпцями бікластера. Покрокова процедура розрахунку цього критерія передбачає наявність таких кроків:

1. Розрахунок середньої відстані між усіма парами рядків бікластера:

$$QC_{row} = \frac{2}{nrow \times (nrow - 1)} \sum_{i=1}^{nrow-1} \sum_{j=i+1}^{nrow} d(X_i, X_j) \quad (13)$$

2. Розрахунок середньої відстані між усіма парами стовпців бікластера:

$$QC_{col} = \frac{2}{ncol \times (ncol - 1)} \sum_{i=1}^{ncol-1} \sum_{j=i+1}^{ncol} d(Y_i, Y_j) \quad (14)$$

3. Розрахунок середнього значення критеріїв (4.13) і (4.14):

$$QC = \frac{QC_{row} + QC_{col}}{2} \quad (15)$$

Мінімальне значення критерія (15) відповідає максимальному рівню коерентності бікластера. При цьому слід зазначити, що при застосуванні будь-якого алгоритму кластеризації до даних експресії генів, відмінною рисою яких є великий обсяг даних, можливе виникнення досить великої кількості бікластерів з низьким значенням коерентності, які не дозволяють однозначно ідентифікувати клас зразків, що досліджуються. Більш того, архітектура бікластеризації великою мірою визначається параметрами відповідного алгоритму, що використовується для формування кластерної структури. Тому виникає також проблема оптимізації параметрів алгоритму, для вирішення якої в межах поточних досліджень використовується алгоритм оптимізації Байєса, застосування якого передбачає такі етапи:

Етап I. Визначення цільової функції.

1.1. Вибір алгоритму бікластеризації, який приймає на вхід значення параметрів цільової функції. Застосування алгоритму до даних експресії генів. Формування бікластерної структури.

1.2. Вибір бікластера та оцінка його коерентності за формулами (8) – (15).

Етап II. Визначення діапазону зміни параметрів.



2.1. Для кожного параметру визначення діапазону варіювання його значень.

Етап III. Вибір моделі та запуск алгоритму оптимізації.

3.1. Вибір моделі алгоритму оптимізації Байєса. У межах досліджень використовувалася модель на основі гаусівських процесів.

3.2. Застосування алгоритму оптимізації Байєса з використанням обраної моделі. Формування найкращої комбінації гіперпараметрів за сформованою цільовою функцією.

Етап IV. Перевірка результату та формування компромісного рішення щодо оптимальної комбінації гіперпараметрів.

4.1. Застосування вищезазначеної процедури до перших п'яти (кількість бікластерів може варіюватися у процесі моделювання) бікластерів із подальшим аналізом отриманих результатів із метою формування компромісного рішення щодо оптимальної комбінації параметрів алгоритму.

Етап V. Застосування алгоритму бікластеризації до даних експресії генів. Формування бікластерної структури. Оцінка коерентності виділених бікластерів та формування підмножини бікластерів із високим значенням коерентності для подальших досліджень.

### 3. Оцінка ефективності внутрішніх критеріїв якості бікластеризації із застосуванням штучних бікластерів

Оцінка ефективності внутрішніх критеріїв якості бікластеризації здійснювалася із застосуванням штучних даних, які містили п'ять однакових за розміром коерентних (з різним ступенем коерентності) бікластерів, що не перетинаються один з одним (рис. 1). Як можна бачити з рисунку, синтетичні дані містять п'ять бікластерів, які можуть бути ідентифіковані шляхом застосування відповідного алгоритму бікластерного аналізу даних. Однак слід зазначити, що порівняння бікластеризацій, отриманих при застосуванні алгоритму бікластеризації із досконалою бікластеризацією шляхом розрахунку відповідних зовнішніх критеріїв якості бікластеризації у цьому випадку не є об'єктивним, оскільки при цьому можливе виділення великої кількості малих бікластерів (результати моделювання це підтвердило), які можуть суттєво вплинути на значення зовнішнього критерія.

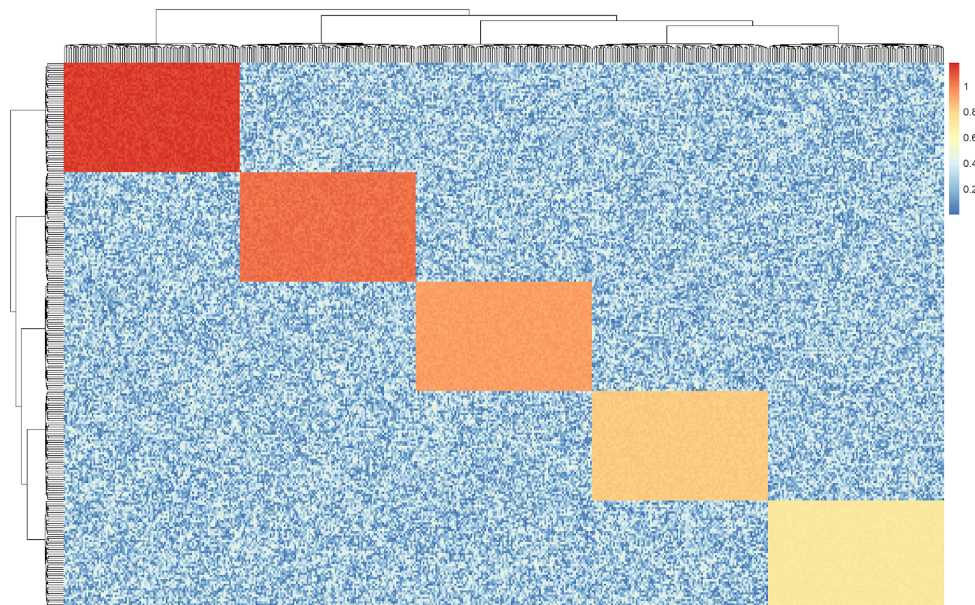


Рис. 1. Теплова карта розподілу бікластерів у синтетичних даних

Ураховуючи зазначене, оцінка ефективності відповідних внутрішніх критеріїв якості бікластеризації синтетичних даних, що представлені на рис. 1, здійснювалася шляхом порівняння значень критеріїв, розрахованих на п'яти перших бікластерах, зі значеннями цих



критеріїв, розрахованих на сформованих бікластерах, при цьому розраховувалися відносні відхилення значень відповідних критеріїв:

$$QC_{rel} = \frac{|QC_{exp} - QC_{perf}|}{QC_{perf}} \quad (16)$$

де:  $QC_{exp}$  – значення відповідного критерія якості бікластеризації (MSR або MI), що отримано в процесі застосування алгоритму бікластерного аналізу до перших п'яти бікластерів;  $QC_{perf}$  – значення критеріїв, розрахованих для досконалої бікластеризації, що зображена на рис. 1.

Процес моделювання здійснювався у програмному середовищі R [11] із застосуванням пакету *biclust* [12], що містить функції застосування різних алгоритмів бікластерного аналізу. Ураховуючи дослідження, що представлені у [13], у межах поточного моделювання процес бікластеризації здійснювався із застосуванням алгоритму *ensemble* [14], ефективність якого за результатами моделювання, що представлені у [13], є суттєво вищою у порівняннях із застосуванням інших алгоритмів бікластерного аналізу. Результат роботи алгоритму *ensemble* визначається двома параметрами: коефіцієнтом трешолдингу (*thr*) та приблизним відношенням кількості рядків та стовпців у бікластерах (*simthr*). Процес моделювання передбачав зміну значень цих параметрів у заздалегідь визначеному діапазоні з певним кроком із розрахунком абсолютних значень критеріїв MSR та MI та їх відносних значень, визначених за формулою 16. Оцінка ефективності критеріїв визначалася шляхом аналізу збіжностей між абсолютними та відносними значеннями.

Практична реалізація алгоритму передбачає такі етапи:

Етап I. Налаштування моделі.

1.1. Ініціалізація інтервалу та кроку зміни значень гіперпараметрів *thr* та *simthr* алгоритму бікластеризації *ensemble*.

1.2. Розрахунок значень критеріїв MSR та MI за формулами (1) і (12) для досконалої бікластеризації, при цьому на першому етапі розраховувалися значення критеріїв для кожного бікластера, а на другому – формувалося узагальнене значення кожного критерія як середнє арифметичне всіх значень відповідного критерія.

Етап II. Визначення оптимального значення параметру *thr*.

2.1. Фіксація значення параметру *simthr*, ураховуючи приблизне відношення рядків та стовпців у бікластерах (при поточному моделюванні це значення було вибране на рівні 0.3).

2.2. Ініціалізація початкового значення *thr* параметру ( $thr_{min}$ ).

2.3. Застосування алгоритму бікластеризації *ensemble* з поточними параметрами до синтетичних даних.

2.4. Виділення п'яти перших бікластерів і розрахунок для кожного бікластера рівня його коерентності за формулами (13) – (15) із застосуванням метрик близькості на основі MSR та MI. Розрахунок середнього значення кожного критерія як середнє арифметичне значень критеріїв, що розраховані для кожного виділеного бікластера.

2.5. Розрахунок відносного критерія для кожної метрики за формулою (16).

2.6. Якщо виконується умова  $thr < thr_{max}$ , збільшення значення *thr* на крок його зміни та перехід на крок 2.3 цієї процедури. У протилежному випадку, аналіз отриманих результатів та фіксація оптимального значення *thr*, що відповідає мінімумам критеріїв якості бікластеризації, що використовуються.

Етап III. Визначення оптимального значення параметру *simthr*.

3.1. Ініціалізація початкового значення *simthr* параметру ( $simthr_{min}$ ).

3.2. Реалізація кроків 2.3 – 2.5 цієї процедури.

3.3. Якщо виконується умова  $simthr < simthr_{max}$ , збільшення значення *simthr* на крок його зміни та перехід на крок 3.2 цієї процедури. У протилежному випадку, аналіз отриманих результатів та фіксація оптимального значення *simthr*, що відповідає мінімальним значенням критеріїв якості бікластеризації.

Етап IV. Формування бікластерної структури та аналіз отриманих результатів.

4.1. Застосування алгоритму бікластеризації *ensemble* з оптимальними параметрами до синтетичних даних.

4.2. Формування бікластерної структури та аналіз отриманих результатів.

На рис. 2. зображено результати моделювання щодо застосування вищезазначеного алгоритму до синтетичних даних для визначення оптимального значення параметру *thr* алгоритму бікластеризації *ensemble*. Аналіз отриманих результатів дозволяє зробити висновок, що значення відносних та абсолютних критеріїв якості бікластеризації змінюються узгоджено, що свідчить про адекватність метрик на основі MSR і MI для формування бікластерної структури. Оптимальне значення параметру *thr*, що відповідає мінімумам критеріїв, дорівнює 0.37.

Подальші результати моделювання дозволили зробити висновок, що для синтетичних даних значення параметру *simthr* при фіксованому значенні *thr* не впливає на результат бікластеризації. На рис. 3 зображено результат застосування алгоритму бікластеризації *ensemble* з оптимальними параметрами (*thr* = 0.37, *simthr* = 0.3) до синтетичних даних, зображених на рис. 1. Як можна бачити, кластерна структура повністю повторює кластерну структуру, що зображена на рис. 1. Цей факт свідчить про адекватність запропонованих критеріїв якості бікластеризації.

#### 4. Висновки

Отримані у статті результати дослідження демонструють важливість бікластерного аналізу в сучасному аналізі даних, особливо у виявленні коерентних підмножин у складних даних. Представлений метод застосування бікластерного аналізу, що зосереджений на оптимізації гіперпараметрів і використанні критеріїв якості, дозволив нам не тільки ідентифікувати коерентні підмножини, але й глибше зрозуміти структурні особливості та взаємозв'язки в даних. Отримані результати моделювання підтвердили адекватність метрик на основі середньоквадратичної помилки (MSE) та взаємної інформації (MI) для формування бікластерної структури, де оптимальне значення параметра *thr* встановлено на рівні 0.37.

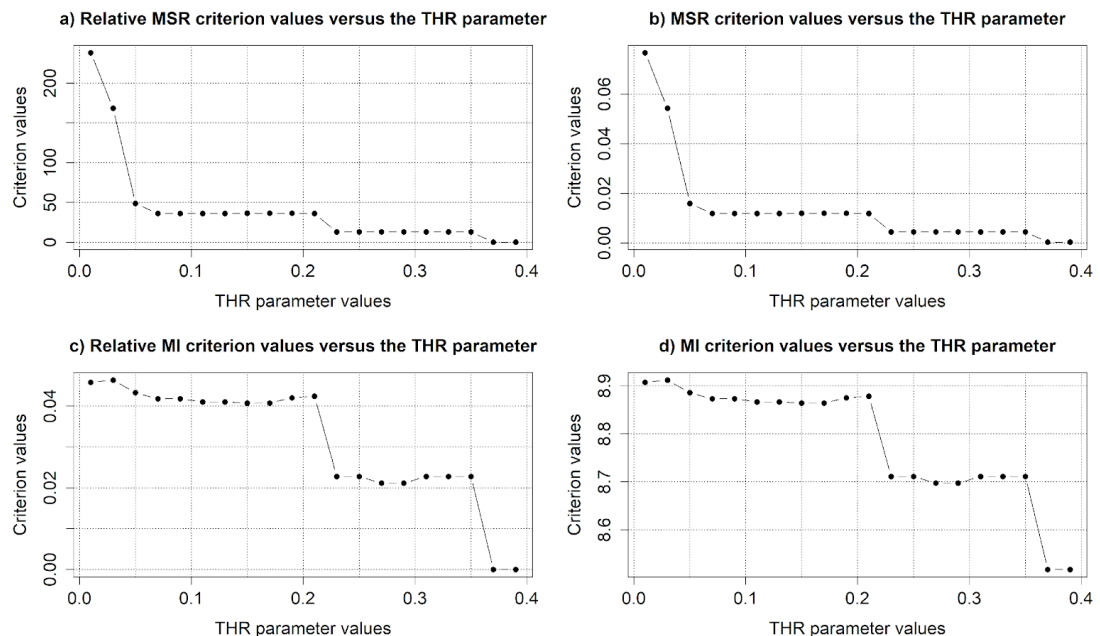


Рис. 2. Результати моделювання щодо визначення оптимального значення параметру *thr* алгоритму бікластеризації *ensemble*

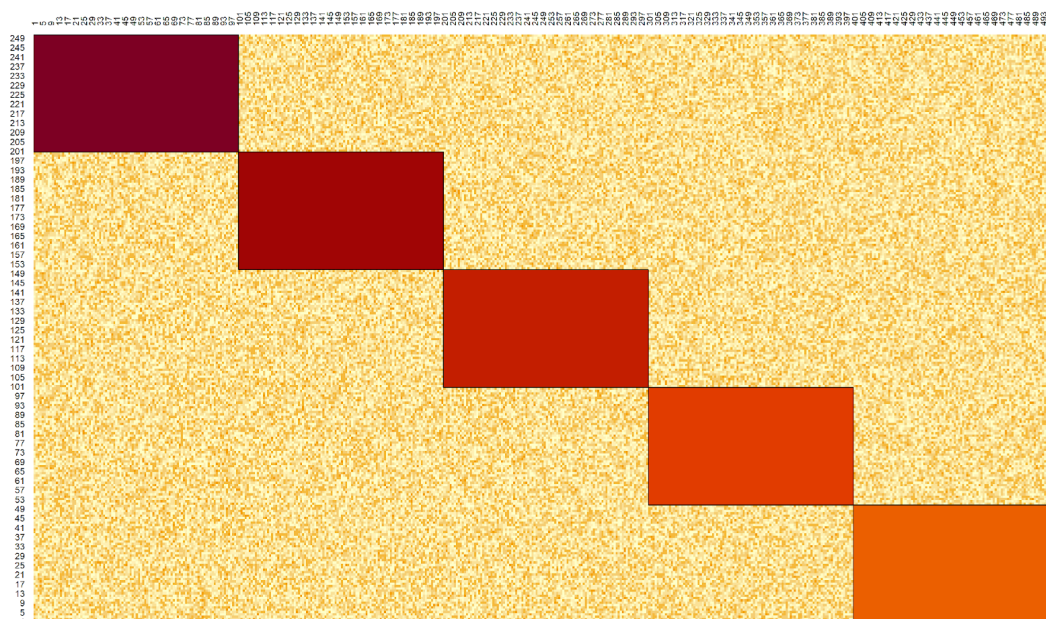


Рис. 3. Результат застосування алгоритму бікластеризації *ensemble* з оптимальними параметрами до синтетичних даних

Результати досліджень показали, що для синтетичних даних значення параметру *simthr* при фіксованому значенні *thr* не впливає на результат бікластеризації, що свідчить про стабільність нашого підходу. Застосування алгоритму бікластеризації *ensemble* з оптимальними параметрами ( $thr = 0.37$ ,  $simthr = 0.3$ ) до синтетичних даних продемонструвало повну відповідність між кластерною структурою модельних та реальних даних, що є підтвердженням адекватності запропонованих нами критеріїв якості для бікластеризації. Ці результати відкривають нові перспективи для застосування бікластерного аналізу в різних галузях, де аналіз складних даних є ключовим.

Подальшою перспективою досліджень авторів є застосування запропонованого методу до обробки більш складних даних експресії генів на основі комплексного застосування бікластерного аналізу та аналізу генної онтології.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. José-García, A., Jacques, J., Sobanski, V., Dhaenens, C. (2023). Metaheuristic Biclustering Algorithms: From State-of-the-art to Future Opportunities. *ACM Computing Surveys*, 56 (3), art. no. 69. DOI: 10.1145/3617590
2. Cui, W., Li, Y. (2023). Bicluster Analysis of Heterogeneous Panel Data via M-Estimation. *Mathematics*, 11 (10), art. no. 2333. DOI: 10.3390/math11102333
3. Yelugam, R., Brito da Silva, L. E., Wunsch, D. C. (2023). Topological biclustering ARTMAP for identifying within bicluster relationships. *Neural Networks*, 160, 34–49. DOI: 10.1016/j.neunet.2022.12.010
4. Chu, H.-M., Liu, J.-X., Zhang, K., Zheng, C.-H., Wang, J., Kong, X.-Z. (2022). A binary biclustering algorithm based on the adjacency difference matrix for gene expression data analysis. *BMC Bioinformatics*, 23 (1), art. no. 381. DOI: 10.1186/s12859-022-04842-4
5. Dutta, S., Hore, M., Ahmad, F., Saba, A., Kumar, M., Das C. (2019). SBI-MSREimpute: A sequential biclustering technique based on mean squared residue and euclidean distance to predict missing values in microarray gene expression data. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 813, 673–685. DOI: 10.1007/978-981-13-1498-8\_59
6. Yin, L., Qiu, J., Gao, S. (2018). Biclustering of Gene Expression Data Using Cuckoo Search and Genetic Algorithm. *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*, 32(11), art. no. 1850039. DOI: 10.1142/S0218001418500398

7. Gates, A. J., Ahn, Y.-Y. (2017). The impact of random models on clustering similarity. *Journal of Machine Learning Research*, vol. 18, 1–28.
8. Babichev, S., Osypenko, V., Lytvynenko, V., Voronenko, M., Korobchynskyi, M. (2018). Comparison Analysis of Biclustering Algorithms with the use of Artificial Data and Gene Expression Profiles. *IEEE 38th International Conference on Electronics and Nanotechnology, ELNANO 2018 – Proceedings*, art. no. 8477439, 298–304.
9. Shannon, C. E. (1948). A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal*, 27 (3), 379–423 & 623–656.
10. Kullback, S., Leibler, R. A. (1951). On information and sufficiency. *The Annals of Mathematical Statistics*, 22 (1), 79–86.
11. The R Project for Statistical Computing. Available on: <https://www.r-project.org/>
12. Kaiser S., Santamaria R., Khamiakova T, et al. Biclust: Bicluster Algorithms. Available on: <https://cran.r-project.org/web/packages/biclust/index.html>
13. Babichev, S., Osypenko, V., Lytvynenko, V., Voronenko, M., Korobchynskyi, M. (2018). Comparison Analysis of Biclustering Algorithms with the use of Artificial Data and Gene Expression Profiles. *IEEE 38th International Conference on Electronics and Nanotechnology, ELNANO 2018 – Proceedings*, art. no. 8477439, 298–304. DOI: 10.1109/ELNANO.2018.8477439
14. Kaiser, S. (2011). *Biclustering: Methods, Software and Application*. Dissertation, LMU München: Fakultät für Mathematik, Informatik und Statistik.

**Sergii Babichev, Tetiana Goncharenko**  
**Kherson State University, Kherson, Ukraine**

#### **APPLICATION OF BICLUSTERING ANALYSIS FOR FORMING COHERENT DATA SUBSETS**

This paper introduces a new approach to data analysis using biclustering, which significantly differs from traditional clustering methods. Available scientific works were analyzed, which characterized the method of bicluster analysis and the features of its application. The authors focus on identifying coherent subsets within complex data, extending beyond typical data such as gene expression. They emphasize exploring how biclustering analysis can uncover hidden connections in data, often overlooked by conventional methods. Quality criteria for biclustering of gene expression data were formed and the effectiveness of internal criteria was evaluated. The quality of biclusters is thoroughly examined using mean squared error (MSE) and mutual information, ensuring the reliability and objectivity of the results. A distinctive feature of biclustering analysis is its ability to identify biclusters of various sizes and shapes, crucial for understanding complex and heterogeneous data. This approach not only highlights local patterns in data subsets but also reveals more intricate interrelations. The article also stresses the importance of optimizing hyperparameters and using quality criteria to achieve the most accurate results. The research aims not only to identify coherent data subsets but also to gain a deeper understanding of structural features and interconnections revealed by biclustering analysis. This work opens new prospects for analyzing complex data, offering a deeper insight into their structure and dynamics. Particularly valuable is the method's ability to detect overlapping biclusters, aiding in uncovering more complex and profound dependencies in the data.

**Keywords:** Biclustering analysis, artificial biclusters, quality criteria for biclustering, mutual information, mean squared error

Стаття надійшла до редакції 26.11.2023  
 The article was received 26 November 2023



УДК [37.091.64:159.947.5-057.875]:378.018.43

Людмила Пермінова

Херсонський державний університет, м. Івано-Франківськ, Україна

ORCID ID 0000-0002-6818-3179

**ЗАСОБИ ВПЛИВУ НА МОТИВАЦІЙНУ СФЕРУ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ  
В УМОВАХ СИНХРОННОГО НАВЧАННЯ**

DOI 10.14308/ite000781

У сучасній освітній парадигмі, зорієнтованій на задоволення запитів особистості, особливого значення набувають проблеми професійного становлення майбутніх фахівців. Соціальні проблеми, воєнний час змушують освітян постійно вдосконалювати свої практичні фахові навички. Багато закладів перейшло на дистанційний формат навчання, а це призвело до необхідності вдосконалювати навички роботи із застосуванням інноваційних технологій викладання. У цьому є як позитивні, так і негативні складові. До позитивних можна зарахувати визначення і обґрунтування засобів активного навчання в режимі синхронного (асинхронного) навчання, з чим викладачі успішно справляються. Однак у зв'язку з віддаленим навчанням виникає проблема з мотивацією, проявом самостійності, сформованістю якостей самоменеджменту здобувачів вищої освіти. Постає проблема позитивного впливу на мотиваційну сферу сучасного здобувача, що забезпечує його успішність як у навчанні, так і в майбутній професійній діяльності. Засоби мотивації до успіху мають бути дидактично і методично узгоджені з потребами, індивідуальними якостями тих, хто навчається. Інформатизація, цифровізація освітнього процесу надає широкі можливості для творчості викладачів. Сучасні IT-технології, особливо хмарні технології, надають педагогам досить зручний, безкоштовний набір інструментів для активізації навчально-пізнавальної діяльності здобувачів, зокрема це віртуальні дошки, мультимедійні презентації, засоби організації групової роботи, сервіси для створення тестів, інтелект-картки, доповнена та віртуальна реальність, перевернуте навчання. Слід зазначити, що якість сприйняття інформації, вмотивованість на діяльність, підвищується у процесі перегляду відео, прослуховування текстів та музичних творів. Мотивація підвищується, коли здобувачі беруть активну участь у створенні малюнків, мультимедійних презентацій тощо. Вплив на розвиток мотиваційної сфери здобувачів вищої освіти складний і вимагає багато часу та зусиль викладачів.

**Ключові слова:** мотиваційна сфера, дистанційне навчання, синхронне навчання, сприйняття інформації здобувачами вищої освіти, засоби впливу на розвиток мотиваційної сфери здобувачів вищої освіти

**Вступ.** Попри всі негаразди в українському суспільстві, освіта залишається вкрай важливою для майбутнього країни. Низка реформ свідчить про актуальність вирішення проблем у всіх галузях освіти, зокрема й таких, як «невідповідність структури освіти та її змісту проблемам ринкової економіки; недостатність та нестабільність фінансування; незадовільний рівень комп'ютеризації та використання сучасних інформаційних та мережових технологій у навчанні (в основному у зв'язку з воєнним станом – прим.авт.); недостатність гарантій якості освіти; необхідність якісної адаптації вітчизняної системи освіти до європейського освітнього простору» [5]. Однак організація дистанційного навчання виказує психолого-педагогічні чинники освітнього процесу в закладах вищої освіти, обґрунтування яких вимагає від керівників освітніх закладів та науково-педагогічних працівників чіткості, об'єктивності, змістовності. Компетентнісна основа освітнього процесу спрямовує на оволодіння відповідним комплексом компетентностей, які дозволять майбутньому фахівцю конкурувати на ринку праці, а потім правильно побудувати кар'єрну траєкторію. Також змінюється і сам характер освіти.



Вона набуває всіх ознак інноваційності: «Інноваційна освіта – це та модель освіти, яка орієнтована переважно на максимальний розвиток творчих здібностей і створення сильної мотивації до саморозвитку індивіда на основі добровільно вибраної “освітньої траєкторії”» [5].

**Постановка проблеми.** На сучасному етапі виникає необхідність визначення й обґрунтування умов розвитку мотивації здобувачів вищої освіти у зв'язку зі збільшенням частки занять у дистанційному режимі. Спираючись на педагогічні умови, серед яких вплив на емоційну складову здобувачів, орієнтація на професійну перспективу, оновлення комплексу засобів формування мотиваційної сфери молодшої людини [11], робимо висновок про актуальність дослідження мотиваційної сфери здобувачів до навчання у синхронному форматі, а також – доцільність визначення засобів позитивного впливу на мотивацію в інформаційно-комунікаційному педагогічному середовищі.

**Мета дослідження.** Метою дослідження є обґрунтування необхідності реалізації засобів розвитку мотиваційної сфери здобувачів вищої освіти в умовах синхронного навчання.

**Виклад основного матеріалу.** Для нашого дослідження важливим є розуміння поняття «дистанційне навчання». Наприклад, за В. Биковим, «дистанційне навчання – форма організації й реалізації навчально-виховного процесу, за якою його учасники (об'єкт і суб'єкт навчання) здійснюють навчальну взаємодію принципово і переважно екстериторіально (на відстані, що не дає змоги і не передбачає безпосередньої навчальної взаємодії учасників «віч-на-віч», коли учасники територіально перебувають за межами можливої безпосередньої навчальної взаємодії, і коли у процесі навчання їхня особиста присутність у навчальних приміщеннях закладу не є обов'язковою)» [3]. С. Гончаренко дистанційне навчання визначає як «технологію цілеспрямованого й методично організованого керівництва навчально-пізнавальною діяльністю учнів, які проживають на відстані від освітнього закладу» [4, с. 125]. Отже, ці визначення для нас є базовими, оскільки в умовах воєнного часу ми маємо контингент здобувачів, «які проживають на відстані від освітнього закладу». Дистанційний формат навчання може бути організовано синхронно або асинхронно залежно від технічних умов, безпекової ситуації, можливості учасників освітнього процесу перебувати на занятті в конкретний момент. Як відомо, «синхронний режим передбачає взаємодію між суб'єктами дистанційного навчання, де учасники одночасно працюють в електронному освітньому середовищі (працюють за допомогою засобів відео конференції). Цей режим забезпечує швидкий і безпосередній зворотний зв'язок, тайм-менеджмент виконання завдань, можливість організувати взаємодію учнів у малих групах, не викликає відчуття ізоляції під час навчання» [6].

Зрозуміло, що організація занять у синхронному режимі вимагає від викладачів творчості, наполегливості під час підготовки до занять, які потребують застосування різноманітних засобів подачі інформації, механізмів її обробки, засвоєння здобувачами тощо. Активно використовують як у школі, так і закладах вищої освіти, під час дистанційного навчання (синхронного, асинхронного) модель «перевернутого навчання», що підкреслює її універсальність, тобто можливість застосування на різних ступенях освіти. Передусім така модель дозволяє забезпечити низку факторів успішного навчання, зокрема:

- формування суб'єктивної позиції у процесі діяльності, де суб'єкту навчання надається право вибору форм і способів організації діяльності, засобів отримання інформації, права вільно висловлювати свою думку;
- вплив на формування мотивів, що покращує сприйняття інформації (включення Я-мотивації, вплив на внутрішню мотивацію);
- розвиток пізнавальних інтересів за рахунок ігрового фону організації освітнього процесу.

Проблемне поле нашого дослідження включає визначення факторів, що забезпечують розвиток мотивації майбутніх педагогів, серед яких:

- комфортне розвивально-пізнавальне середовище;
- побудова усвідомленої професійної перспективи;
- розвиненість емоційного інтелекту, гнучкості мотивації;
- інноваційні засоби активізації мотивації майбутніх фахівців, де середовищний фактор, по суті, об'єднує всі інші.

Мотивацію педагогічної діяльності можна трактувати як систему емоційно-ціннісних зв'язків із домінуванням особистісних мотивів, які спонукають на самореалізацію у професійній діяльності та у спілкуванні. Як зазначають дослідники, «успішність такої діяльності залежить від ступеню сформованості двох типів мотивації: *зовнішньої* (не стимулює належною мірою професійного розвитку педагога, перетворює працю на діяльність, що здійснюється під тиском зовнішньої необхідності) та *внутрішньої* (не тільки стимулює вдосконалення професійної майстерності, але також є джерелом розвитку суб'єктів навчання)» [9]. Роблячи акцент на мотивації здобувачів вищої освіти, можна сказати, що у більшості домінують зовнішні мотиви. Диференціюючи за курсами навчання, виокремлюємо такі провідні мотиви майбутніх учителів початкової школи до навчання (табл. 1).

*Таблиця 1. Провідні мотиви майбутніх учителів початкової школи до навчання*

Курс	Провідні мотиви
I курс	байдуже ставлення; допитливість, що розвивається; епізодична зацікавленість
II курс	показна зацікавленість; епізодична цікавість; байдуже ставлення до навчання
III курс	показна зацікавленість; епізодична цікавість; допитливість, що розвивається
IV курс	показна зацікавленість; епізодична цікавість; функціональний інтерес

Зрозуміло, що першокурсники адаптуються до навчання кожний у своєму темпі. Зокрема, в умовах синхронного й асинхронного навчання для багатьох це складна задача. Другий та третій курси насичені новою складною інформацією, тому зацікавленість, бажання досягати високих оцінок у здобувачів освіти тримаються на зовнішніх мотивах. І тільки на четвертому курсі проявляє себе внутрішня мотивація, якій передувала спеціально організована робота викладачів:

- сприяння усвідомленню особистих індивідуальних якостей та розвитку професійно важливих якостей, власної індивідуальності та її розвитку;
- підвищення внутрішньої навчально-пізнавальної мотивації;
- усвідомленість у необхідності моделювання професійних перспектив;
- формування вміння вчитися впродовж життя, застосовувати в процесі учіння інноваційні технології, засоби активізації та вдосконалення навчально-пізнавальної діяльності тощо.

На четвертому курсі виникає «професійна потреба», що свідчить про динаміку розвитку мотивації до навчання. Робимо висновок, що освітній процес закладу вищої освіти має стимулювати становлення суб'єкта діяльності, здатного усвідомлено ставити цілі, брати відповідальність за прийняті рішення, спонукати до вибору адекватної стратегії поведінки, яку забезпечує мотивація до досягнення успіху здобувачем вищої освіти.

Результативність процесу формування мотивації здобувачів вищої освіти стимулює освітнє середовище, для якого є невід'ємним розвивально-пізнавальна характеристика [8;17;18]. О. Романовський вважає, що «освітнє середовище – це сукупність матеріальних, духовних і емоційно-психологічних умов, у яких відбувається освітній процес, а також чинників, що можуть як сприяти, так і перешкоджати досягненню запланованих результатів» [13]. Однак у межах нашого дослідження слід звернути увагу на інформаційно-цифрове середовище закладу вищої освіти. Ми його розглядаємо в контексті трисуб'єктної дидактики [12].

Взаємодія базується на інноваційності кожної складової структури (рис 1.).



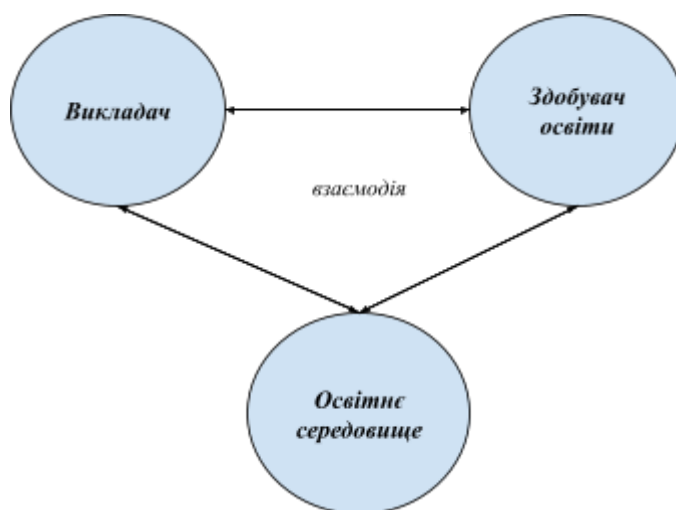


Рисунок 1. Триєдина взаємодія «викладач-здобувач-освітнє середовище»

Зокрема, змінюється функція викладача: «він повинен навчати студента орієнтуватись у цьому інформаційному середовищі, розвинути його творчі та інтелектуальні здібності, у тому числі здатність до самоосвіти. Саме ця обставина робить використання інформаційних технологій, інформатизацію навчального процесу головним засобом здійснення переходу до інноваційної освіти» [5]. Кардинально змінюється і здобувач. Він стає суб'єктом навчання, активним, з незалежною думкою, критично мислячим, умотивованим на здобуття освіти. Але слід зауважити, що «необхідно досліджувати якість сформованості окремих навичок та вмінь, які при переході з аудиторної на дистанційну освіту формуються вкрай повільно <...> Крім того, слід враховувати неочікувано високі показники психологічних проблем у здобувачів освіти, які позбавлені соціальної взаємодії з одногрупниками» [1]. Слушною є думка дослідників про те, що «з дистанційним навчанням у навчальний процес впроваджуються принципово нові моделі навчання, що передбачають проведення конференцій, самостійну роботу студентів з інформаційними полями з різних банків знань, проектні роботи, тренінги та інші види діяльності з комп'ютерними технологіями» [14]. При цьому змінюються і функції міжособистісного спілкування між здобувачем і викладачем, які організовуються в режимі «діалог-полілог».

Як зауважує М. Кляп, «інформаційні технології є не тільки потужним засобом отримання інформації, але й інструментом підвищення мотивації та інтересу до здобуття знань» [7]. Водночас слід констатувати ситуацію, що склалася у самій організації освітнього процесу. Перехід на дистанційне навчання багатьох закладів вищої освіти вимагає тих інноваційних засобів і підходів до якісної освіти, які викликають інтерес до здобуття спеціальності, мотивують здобувачів до пізнавальної діяльності, формують ініціативність, бажання постійно навчатися, заохочують до самостійності в пошуковій роботі, прийнятті відповідних рішень, відповідальності.

Сучасних здобувачів вищої освіти можна схарактеризувати як «цифрова молодь», у якої необмежені можливості отримання і переробки інформації. Тож виникає ситуація, коли той, хто навчається, стає більш незалежним від того, хто навчає. Однак слід підкреслити, що роль педагога залишається вкрай важливою й обов'язковою в освітньому процесі. Передусім це педагогічно доцільний вплив на розвиток особистості здобувачів, зокрема на мотиваційну сферу. Практика викладацької діяльності дозволяє зробити висновок про необхідність впливів на мотиваційну сферу здобувачів із необхідним передбаченням результату: розвиненості внутрішньої мотивації; гнучкої мотивації [2]; вплив на формування мотивації досягнення успіху тощо. На нашу думку, такий вплив є можливим під час реалізації дистанційного навчання у синхронному форматі.

Сучасний освітній процес збагачено актуальними методами, засобами учіння і навчання, серед яких кейси, «перевернутий клас» або перевернуте навчання, е-навчання, робота на різних платформах тощо. «Комп'ютерна методологія навчання містить низку специфічних, діяльних методів: комп'ютерне моделювання, використання ефективних та доступних програмних засобів, комп'ютерне тестування, ігрові методи активного навчання тощо» [19], тому сьогодні змінюється класична схема «вчитель-учень-підручник» на більш прогресивну «педагог – суб'єкт учіння – е-підручник – комп'ютерні засоби навчання».

Звернемо увагу на мультимедійні засоби, що дозволяють «відмовитися від властивих традиційному навчанню рутинних видів викладацької діяльності та значно активізувати пізнавальну діяльність студентів» [10]. Виділяють низку дидактичних особливостей, що підкреслюють перевагу мультимедійних засобів у порівнянні з традиційними [10, с. 33]. Досвід організації занять із використанням мультимедійних засобів показує: візуалізація інформації дозволяє здобувачам виказувати своє ставлення до поданих варіацій (малюнок, інформація, поєднання тексту й ілюстрації, застосування таблиць, знаків, діаграм тощо), проявляти емоції, що водночас виступає мотиватором до діяльності, зокрема навчальної проблемної.

На сьогодні інформаційні технології, цифрова грамотність суб'єктів навчання є провідною умовою становлення майбутнього фахівця: «Застосування комп'ютерних технологій сприяє підвищенню рівня самоосвіти, мотивації навчальної діяльності і дає абсолютно нові можливості для творчості, отримання й закріплення різних професійних навичок та відповідає соціальному замовленню, яке держава пред'являє до ВНЗ» [13]. Прикладом може слугувати досвід Херсонського державного університету, де «одним із пріоритетів університету, визначених Стратегією розвитку Херсонського державного університету на 2023 – 2027 рр., є цифровізація» [15]. Розвиток цифрової грамотності перебуває в постійному просуванні: учасники освітнього процесу отримують консультації, у межах школи професійного розвитку проводять семінари, де надають практичну допомогу викладачам щодо оволодіння навичками роботи на сайтах, з програмами, де формуються навички користування різними засобами активізації проведення занять у дистанційній формі.

Важливу роль відіграє розвиток сайту ХДУ 24 і функціонування KSU online на платформі Moodle, що, будучи складовими освітнього середовища, позитивно впливають на підготовку здобувачів вищої освіти, зокрема майбутніх учителів початкової школи. На лекційних і практичних заняттях учасники освітнього процесу за допомогою ZOOM можуть не лише спілкуватися в режимі відеоконференції, а й поширювати на екран презентації, аудіо- та відеофайли, зовнішні ресурси (наприклад, вебсайти), користуватися дошкою у спільному доступі, працювати у віртуальних кімнатах, що урізноманітнює подачу та сприйняття матеріалу, залучає здобувачів освіти до активної взаємодії. Це дозволяє уникати одноманітності, працювати в групах, полегшує візуальне сприйняття інформації, а під час виконання здобувачами практичних завдань – сприяє розширенню можливостей, заохоченню до творчого підходу, креативності, більш якісному опрацюванню інформації. Спільна робота, до прикладу, в Google-документах із одночасним залученням кількох учасників освітнього процесу навіть у віддаленому режимі усуває можливі розриви комунікації, дає змогу відстежувати перебіг виконання завдань, коригувати їх у режимі реального часу. Також це полегшує доступ до виконуваної роботи та заощаджує час, що дозволяє більш раціонально організовувати свою діяльність. Перевірити знання здобувачів вищої освіти можна за допомогою тестування або онлайн-вікторин, для чого викладачі використовують Google-форму, тести на KSU online або, наприклад, Kahoot, що є наближеним до ігрової форми. Використання названих та інших функціонально подібних сервісів за останні роки стало вже звичним і таким, що доводить свої переваги у режимі синхронного навчання, робить комунікацію зі здобувачами освіти ефективною й мотивує їх до активної навчальної діяльності.

Доречним буде згадати і про можливості запровадження штучного інтелекту у практику викладання ЗВО. Херсонський державний університет одним із перших регламентував використання штучного інтелекту в навчанні, викладанні й дослідженнях (схвалено вченою

радою 29 червня 2023 р.). «Загальні політики використання штучного інтелекту в навчанні, викладанні й дослідженнях Херсонського державного університету» розкривають основні позиції, зокрема глосарій, нормативну базу, модель суб'єктної взаємодії викладача, здобувача та штучного інтелекту, виокремлено етику використання генеративних платформ штучного інтелекту [16]. На сьогодні викладачі активно включаються в процес опанування інструментами та платформ штучного інтелекту. Означені засоби передусім спрямовані на формування мотивації досягнення успіху здобувачів вищої освіти у навчанні.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Мотиваційні детермінанти навчальної діяльності є базовими чинниками подальшої ефективної реалізації індивідуальної траєкторії майбутнього педагога. Вони, поряд із когнітивними та особистісними факторами, відіграють визначальну роль у процесі професійної підготовки здобувачів вищої освіти, що відбувається, зокрема, в інформаційно-цифровому освітньому середовищі. Система цих чинників динамічна і допускає можливість цілеспрямованого на неї впливу з метою оптимізації. У подальшій роботі будуть обґрунтовані педагогічно доцільні засоби організації пізнавальної діяльності здобувачів вищої освіти в умовах дистанційного навчання.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Azmi, F. M., Khan, H. N. & Azmi, A. M. (2022). The impact of virtual learning on students' educational behavior and pervasiveness of depression among university students due to the COVID19 pandemic. *Global Health*, 18, 70. <https://doi.org/10.1186/s12992-022-00863-z>
2. Correlation between hubristic motivation, self-esteem and the level of aspiration Fomenko K. *Science and Education a New Dimension* (2016). *Pedagogy and Psychology*, IV (48), 102.
3. Биков, В. Ю. (2008). Дистанційне навчання. *Енциклопедія освіти* / Акад. пед. наук України ; гол. ред. В. Г. Кремень. Київ : Юрінком Інтер.
4. Гончаренко, С. У. (2011). *Український педагогічний енциклопедичний словник*. Видання друге, доповнене й виправлене. Рівне: Волинські обереги.
5. *Інтеграція в європейський освітній простір: здобутки, проблеми, перспективи* (2011): Монографія / За заг. ред. Ф. Г. Ващука. Ужгород: ЗакДУ (Серія «Євроінтеграція: український вимір»).
6. Калюжний, В. С. (2018). Структура інформаційно-комунікаційного середовища державного регулювання розвитком дистанційного навчання. *Вісник Національного університету цивільного захисту України, серія «Державне управління»*, 8 (1), 318–324, <https://doi.org/10.5281/zenodo.1240911>.
7. Кляп, М. (2016). До питання використання інформаційних технологій у реформуванні української освіти. *Геополітика України: історія і сучасність: зб. наук. пр.* / ред. кол.: І.В.Артёмов (голова) та ін. Ужгород : ДВНЗ «УжНУ», 2 (17), 144–165.
8. Коваленко, Н. П., Боброва, Н. О., Ганчо, О. В., Зачепило, С. В. (2020). Мотивація студентів як запорука успішного професійного розвитку. *Медична освіта*, 1, 43–48.
9. Максименко, С. Д., Макаренко, О. М. Особливості мотивації в процесі професійної підготовки майбутніх біологів. Відновлено з: [http://ekmair.ukma.edu.ua/Maksymenko\\_Osoblyvosti\\_motyvatsii.pdf?sequence=5](http://ekmair.ukma.edu.ua/Maksymenko_Osoblyvosti_motyvatsii.pdf?sequence=5)
10. *Мультимедійні системи як засоби інтерактивного навчання: посібник* (2012) / ав.: Жалдак, М. І., Шут, М. І., Жук, Ю. О., Дементієвська, Н. П., Пінчук, О. П., Соколюк, О. М., Соколов, П. К. / За редакцією: Жука, Ю. О. Київ: Педагогічна думка.
11. Пермінова, Л. (2011). Мотивація як фактор навчальної успішності студента. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія : Педагогіка. Соціальна робота*, 20, 101–104.
12. Петухова, Л. Є. (2016). Інноваційні категорії трисуб'єктної дидактичної системи. *Реалізація наступності в математичній освіті: реалії та перспективи : матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (15–16 вересня 2016 р., м. Одеса)*. Одеса, Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського, 274–277.

13. Романовський, О. Г. (2002). Освітнє середовище як важлива передумова формування гуманітарно-технічної еліти. *Педагогіка і психологія*, 3, 98–100.
14. Россомеха, О. І., Пізінцалі, Л. В., & Александровська, Н. І. (2022). Аналіз використання дистанційного формату навчання при викладанні дисципліни «Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання за допомогою GOOGLE FORMS. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*, 207, 288–295, <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2022-1-207-288-295>.
15. *Стратегія розвитку Херсонського державного університету на 2023–2027 рр.* Відновлено з: <https://www.kspu.edu/Legislation/strategy.aspx>
16. *У ХДУ легалізували використання штучного інтелекту.* Відновлено з: [https://www.kspu.edu/PublisherReader.aspx?newsId=17407#!/FileDownload.ashx/photo\\_2023-06-30\\_13-15-51.jpg?id=898ce729-ea89-4577-b6aa-47969d0a8cbe/0/](https://www.kspu.edu/PublisherReader.aspx?newsId=17407#!/FileDownload.ashx/photo_2023-06-30_13-15-51.jpg?id=898ce729-ea89-4577-b6aa-47969d0a8cbe/0/)
17. Хомуленко, Т. Б., Фоменко, К. І. (2012). *Губристична мотивація як чинник прагнення до успіху: віковий аспект.* Монографія. Харків: ХНПУ.
18. Цимбалару, А. Д. (2016). Освітній простір: сутність, структура і механізми створення. *Український педагогічний журнал*, 1, 41–50.
19. Чепіль, М. М. (2012). *Педагогічні технології: навч. посіб.* Київ: Академвидав (Серія «Альма-матер»).

#### REFERENCES

1. Azmi, F. M., Khan, H. N. & Azmi, A. M. (2022). The impact of virtual learning on students educational behavior and pervasiveness of depression among university students due to the COVID19 pandemic. *Global Health*, 18, 70, <https://doi.org/10.1186/s12992-022-00863-z>
2. Correlation between hubristic motivation, self-esteem and the level of aspiration Fomenko K. Science and Education a New Dimension (2016). *Pedagogy and Psychology*, IV (48), 102.
3. Bykov, V. Iu. (2008). Dystantsiine navchannia. *Entsyklopediia osvity / Akad. ped. nauk Ukrainy*; hol. red. V.H. Kremen. K.: Yurinkom Inter.
4. Honcharenko, S. U. (2011). *Ukrainskyi pedahohichnyi entseklpedychnyi slovnyk*. Vydannia druhe, dopovnene y vypravlene. Rivne: Volynski oberehy.
5. *Intehratsiia v yevropeiskyi osvitiini prostir: zdobutky, problemy, perspektyvy* (2011): Monohrafiia / Za zah. red. F.H. Vashchuka. Uzhhorod: ZakDU (Seriia «Ievrointehratsiia: ukrainskyi vymir»).
6. Kaliuzhnyi, V. S. (2018). Struktura informatsiino-komunikatsiinoho seredovysheha derzhavnoho rehuliuвання rozvytkom dystantsiinoho navchannia. *Visnyk Natsionalnoho universytetu tsyvilnoho zakhystu Ukrainy, seriia «Derzhavne upravlinnia»*, 8 (1), 318–324. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1240911>.
7. Kliap, M. (2016). Do pytannia vykorystannia informatsiinykh tekhnolohii u reformuvanni ukrainskoi osvity. *Heopolityka Ukrainy: istoriia i suchasnist: zb. nauk. pr. / red. kol.: I.V.Artomov (holova) ta in.* Uzhhorod : DVNZ «UzhNU», 2 (17), 144–165.
8. Kovalenko, N. P., Bobrova, N. O., Hanch, O. V., Zachepylo, S. V. (2020). Motyvatsiia studentiv yak zaporuka uspishnoho profesiinoho rozvytku. *Medychna osvita*, 1, 43–48.
9. Maksymenko, S. D., Makarenko, O. M. Osoblyvosti motyvatsii v protsesi profesiinoy pidhotovky maibutnikh biolohiv. Retrieved from: [http://ekmair.ukma.edu.ua/Maksymenko\\_Osoblyvosti\\_motyvatsii.pdf?sequence=5](http://ekmair.ukma.edu.ua/Maksymenko_Osoblyvosti_motyvatsii.pdf?sequence=5)
10. *Multymediini systemy yak zasoby interaktyvnoho navchannia: posibnyk* (2012) / av.: Zhaldak, M. I., Shut, M. I., Zhuk, Yu. O., Dementiievska, N. P., Pinchuk, O. P., Sokoliuk, O. M., Sokolov, P. K. / Za redaktsiiei: Zhuka, Yu. O. K.: Pedahohichna dumka.
11. Perminova, L. (2011). Motyvatsiia yak faktor navchalnoi uspishnosti studenta. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Seriia : Pedahohika. Sotsialna robota*, 20, 101–104.
12. Petukhova, L. Ye. (2016). Innovatsiini katehori trysubiektnoi dydaktychnoi systemy. *Realizatsiia nastupnosti v matematychnii osviti:realii ta perspektyvy : materialy vseukrainskoi nauково-praktychnoi konferentsii (15-16 veresnia 2016 r., m. Odesa).* Odesa, Pivdennoukrainskyi natsionalnyi pedahohichnyi universytet imeni K. D. Ushynskoho, 274–277.
13. Romanovskyi, O. H. (2002) Osvitnie seredovyshe yak vazhlyva predumova formuvannia humanitarno-tekhnichnoi elity. *Pedahohika i psykholohiia*, 3, 98–100.

14. Rossomakha, O. I., Pizintsali, L. V., & Aleksandrovska, N. I. (2022). Analiz vykorystannia dystantsiinoho formatu navchannia pryvykladanni dystsypliny «Vzaïemozaminnist, standartyzatsiia i tekhnichni vymiryuvannia za dopomohoiu GOOGLE FORMS. *Naukovi zapysky. Seriia: Pedahohichni nauky*, 207, 288–295. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2022-1-207-288-295>.
15. *Development strategy of Kherson State University for 2023–2027*. Retrieved from: <https://www.kspu.edu/Legislation/strategy.aspx>
16. *The use of artificial intelligence was legalized at KhSU*. Retrieved from: [https://www.kspu.edu/PublisherReader.aspx?newsId=17407#!/FileDownload.ashx/photo\\_2023-06-30\\_13-15-51.jpg?id=898ce729-ea89-4577-b6aa-47969d0a8cbe/0/](https://www.kspu.edu/PublisherReader.aspx?newsId=17407#!/FileDownload.ashx/photo_2023-06-30_13-15-51.jpg?id=898ce729-ea89-4577-b6aa-47969d0a8cbe/0/)
17. Khomulenko, T. B., Fomenko, K. I. (2012). *Hubrystychna motyvatsiia yak chynnyk prahnennia do uspihu: vikovyi aspekt*. Monohrafiia. Kh.: KhNPU. .
18. Tsymbalaru, A. D. (2016). Osvitnii prostir: sutnist, struktura i mekhanizmy stvorennia. *Ukrainskyi pedahohichnyi zhurnal*, 1, 41–50.
19. Chepil, M. M. (2012). *Pedahohichni tekhnolohii: navch. posib*. K.: Akademvydav (Seriia «Alma-mater»).

**Liudmyla Perminova**

**Kherson State University, Ivano-Frankivsk, Ukraine**

### **MEANS OF INFLUENCE ON THE MOTIVATION SPHERE OF HIGHER EDUCATION ACQUISITIONS IN CONDITIONS OF SYNCHRONOUS EDUCATION**

In the modern educational paradigm oriented towards the satisfaction of individual requests, the problems of professional formation of future specialists acquire special importance. Social problems, wartime force educators to constantly improve their practical professional skills. Many institutions switched to a distance learning format, and this led to the need to improve work skills with the use of innovative teaching technologies. This has both positive and negative components. The definition and substantiation of means of active learning in the mode of synchronous (asynchronous) learning, which teachers successfully cope with, can be attributed to the positive. However, in connection with remote learning, there is a problem with motivation, the manifestation of independence, and the formation of self-management qualities of higher education students. There is a problem of a positive influence on the motivational sphere of a modern student, which ensures his success both in studies and success in future professional activities. Means of motivation for success should be didactically and methodically coordinated with the needs and individual qualities of those who study. Informatization, digitization of the educational process provides ample opportunities for teachers' creativity. Modern IT technologies, especially cloud technologies, provide teachers with a fairly convenient, free set of tools for activating the educational and cognitive activities of students, including virtual whiteboards, multimedia presentations, tools for organizing group work, services for creating tests, intelligence cards, supplemented and virtual reality. It should be noted that the quality of information perception, motivation for activity increases when watching videos, listening to texts and musical works. Motivation increases when the winners themselves take an active part in creating drawings, multimedia presentations, etc. The influence on the development of the motivational sphere of higher education seekers is complex and requires a lot of time and effort of teachers.

**Key words:** motivational sphere, distance learning, synchronous learning, perception of information by students of higher education, means of influencing the development of the motivational sphere of students of higher education.

Стаття надійшла до редакції 02.01.2024

The article was received 02 January 2024



УДК 004.415:004.738.5

Євгеній Хоменко

Херсонський державний університет, Херсон, Україна

ORCID 0000-0002-5972-7410

**СУЧАСНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ  
РЕАЛІЗАЦІЇ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМ IOT (INTERNET OF THINGS)**

DOI 10.14308/ite000782

*У статті представлено аналіз сучасних методів, моделей та інструментів, що використовуються у процесі створення та оптимізації систем Інтернету речей (IoT). Детально розглянуто різноманіття підходів і програмних рішень, що відображає динамічне зростання у сфері автоматизації, які активно розвиваються як провідними міжнародними IT-компаніями, такими як Google, Apple та Xiaomi, так і вітчизняними фірмами, зокрема AJAX, і здобувають популярність на ринку. У статті висвітлено важливість IoT у різних аспектах сучасного життя, включаючи енергоефективність, безпеку та оптимізацію бізнес-процесів. Автор акцентує увагу на постійному розвитку технологій, що відкривають нові можливості для користувачів та сприяють поліпшенню якості їхнього життя. Розглянуто також інтеграцію IoT у різні сфери діяльності, що може призвести до значного позитивного впливу на суспільство та економіку. Окрім того, у статті подано огляд історії розвитку напряду інтернету речей, представлено еволюцію та ключові віхи у цій галузі. Розглянуто також сучасні комунікаційні технології, які є основою для IoT пристроїв. Автор визначає базові критерії, яким повинні відповідати сучасні надійні системи, аналізуючи їх із погляду ефективності, масштабованості та безпеки. Стаття також містить аналіз кількох популярних готових системних рішень, представлених на ринку. Для кожного з них наведено характеристики, переваги, недоліки та унікальні особливості. Це дає можливість глибше зрозуміти різноманітність доступних варіантів та допомагає у виборі відповідної системи в залежності від їхніх індивідуальних потреб і бюджету. Стаття є корисним ресурсом для тих, хто шукає оновлену та вичерпну інформацію про сучасні системи IoT та їх впровадження.*

**Ключові слова:** Internet of Things, методи керування пристроями, засоби автоматизації, системи автоматизації

**Вступ.** Розробленню та впровадженню IoT на цей час присвячено багато праць і наукових розробок. Актуальність цієї тематики є вельми виразною і популярною в сучасному цифровому світі, оскільки технологічний процес стрімко розвивається, як ніколи трансформуючи наше повсякденне життя. Розумні будинки та IoT стають не тільки реальністю, але й важливою частиною концепції «розумного міста». Ця концепція інтерпретувалася у більшості сфер нашого життя: власна оселя, бізнес, медицина, системи охорони, маркетингу й інші сфери. Водночас системи не лише забезпечують зручність і комфорт життя, але й можуть вирішувати проблеми сталого розвитку, енергоефективності та безпеки. За останні десятиліття розвиток технологій значно вплинув на ставлення людства до технологій, створюючи нові технологічні пристрої та покращуючи доволі старі та звичні пристрої новими функціями.

Зараз існує безліч пристроїв, з якими можна взаємодіяти поза межами будинку, використовуючи лише телефон. Цей аспект приніс у життя людства гнучкість відносно використання власного часу, адже достатньо лише раз автоматизувати свої буденні процеси, щоб у майбутньому не витратити на рутинну роботу свій час або не перейматися про безпеку власної оселі. Саме цей комфорт, який вносять сучасні технології у наше життя, зробило їх популярними. На сьогодні будь-який користувач може підібрати собі систему для вирішення своїх задач незалежно від розмірів приміщення (власна будівля або велике підприємство), так і



Євгеній Хоменко

за фінансовими можливостями. Завдяки цьому світ стає більш зв'язаним запровадженням «розумних концепцій», представниками яких є інтернет речей та «розумний» будинок [1].

Ураховуючи широке розповсюдження та важливість розвитку технологій Інтернету речей (IoT) у сучасному світі, основною метою цього огляду є надання всебічного аналізу сучасних методів, моделей та інструментів, які використовуються у створенні та оптимізації IoT-систем. Це включає дослідження того, як IoT трансформує різні аспекти нашого життя (від особистих просторів до бізнес-середовищ) та впливає на ключові сфери, такі як енергоефективність, безпека та сталий розвиток. Огляд також покликаний проаналізувати тенденції і напрями розвитку IoT, включаючи варіативність і доступність технічних рішень для різних користувацьких потреб, з метою надання глибокого розуміння потенціалу цих технологій та їхнього майбутнього розвитку.

**Виклад основного матеріалу.** За результатами дослідження компанії Cisco визначаємо, що масовий перехід до «Інтернету речей» відбувся між 2008 і 2009 роками. З цього часу можна стверджувати, що кількість пристроїв, які з'єднані з глобальною мережею Інтернет, перевищила кількість населення Землі [2]. На основі статистичного вебсайту в 2015 році через мережу було підключено понад 15 мільярдів пристроїв IoT [3]. У 2020 році очікувалося вдвічі більше кількості, що перевищує 30 мільярдів пристроїв IoT. Загальний ринок пристроїв IoT коштуватиме понад 1 мільярд доларів США на рік [4].

Сучасний підхід до Інтернету речей (IoT) є популярним і широко використовується в різних галузях, таких як медицина, послуги, домашня автоматизація, готельний бізнес та охоронні служби. Концепція Internet of Things виникла як результат розвитку та розширення ідеї «Розумного будинку».

Розумні будинки є галуззю повсюдних обчислень, що передбачає включення розумності в помешкання для забезпечення комфорту, охорони здоров'я, безпеки та енергозощадження [5]. Функціонально система пов'язує між собою всі електроприлади будівлі, використовуючи телекомунікаційні та вебтехнології, що надає можливість керувати централізовано системою через інтернет. Розумні будинки пропонують кращу якість життя завдяки впровадженню автоматизованого контролю приладів і допоміжних послуг, оптимізують комфорт користувача за допомогою усвідомлення контексту та попередньо визначених обмежень [6]. Користувач може керувати побутовою технікою та пристроями віддалено, що дозволяє йому або їй виконувати завдання раніше. Системи зовнішньої розвідки, які здійснюють моніторинг розумних будинків, іноді оптимізують використання електроенергії домогосподарства [7].

Розвиток технології «Інтернет речей» (IoT) припадає на далекий 1950 рік, коли в журналі "Popular Mechanics" з'явилася стаття під назвою "Push-Button Manor". Автором цього інноваційного підходу був американський інженер, який вирішив зробити свій будинок дійсно «розумним». Він обладнав кожную кімнату безліччю електричних пристроїв і встановив кнопки для їх керування. Завдяки цим кнопкам він зміг дистанційно вмикати та вимикати радіо, відчиняти двері гаража і керувати іншими пристроями у будинку. Однак найцікавішою частиною була автоматизована система сигналізації, яку він вбудував у будинок, забезпечуючи його не лише функціональністю, але й високим рівнем безпеки. Для реалізації цього проекту інженер використав понад 2 кілометри кабелю. Важливо відзначити, що всі ці кабелі та проміжні пристрої були відмінно приховані в стінах та підлозі будинку, що робило цю систему не лише передовою для свого часу, а й визначною точкою в історії розвитку Розумного будинку та IoT [8].

Найзначніші етапи розвитку технології "Internet of Things" охоплюють період із 1960 років по сьогоднішній день. Активний розвиток технології відбувався в межах 2000-2010 років [9]. Інтернет речей активно використовується в кожному сегменті сфери діяльності людини – промисловість, бізнес, охорона здоров'я, споживчі товари та інше [4].



**Основними критеріями для систем «Інтернет речей» є :**

1. *Легкість управління та інтеграція.* Система повинна бути легкою у використанні, зручною для користувача і здатною інтегруватися з іншими пристроями та системами.
2. *Безпека.* Забезпечення високого рівня безпеки для ваших даних і фізичного приміщення. Це може включати системи відеоспостереження, сигналізації та захист від несанкціонованого доступу.
3. *Енергоефективність.* Можливість ефективного управління енергоспоживанням, у такий спосіб забезпечуючи оптимальну енергоефективність будинку.
4. *Автоматизація та сценарії.* Здатність програмувати різні сценарії для автоматизації рутинних операцій або подій у будинку.
5. *Сумісність з пристроями.* Можливість взаємодії та сумісності з різними розумними пристроями та платформами [10].
6. *Масштабованість.* Здатність розширення та адаптації системи відповідно до змін потреб користувача.
7. *Доступність інформації.* Забезпечення зручного доступу до інформації про стан системи та віддаленого управління через мобільні додатки або інтернет.
8. *Вартість інфраструктури.* Урахування витрат на встановлення та обслуговування системи, зокрема вартості розумних пристроїв та їхньої інфраструктури.
9. *Приватність і дані.* Захист особистих даних та забезпечення приватності користувача у процесі використання системи.
10. *Підтримка сучасних і декількох протоколів зв'язку одночасно.* Комбінування декількох протоколів зв'язку надає можливість обрати більш доцільні та економічно вигідні пристрої для розв'язання поставлених задач [11].

Зв'язок між пристроями в IoT здійснюється за допомогою провідних та безпроводних протоколів. Протокол – це набір правил, які дозволяють пристроям мережі встановити захищений та надійний зв'язок для обміну даними. Більшість пристроїв у «розумних домах» використовують безпроводні з'єднання, оскільки вони є зручнішими для пересічного користувача, але провідні підключення є більш швидкими та надійними [12]. На рис. 1 зображено сучасні протоколи зв'язку, які використовуються в пристроях IoT. Кожен із протоколів має як свої переваги, так і недоліки, тому користувачу необхідно на початку ознайомитися з ними, щоб побудувати свою систему, найбільш ефективно використовуючи переваги кожного в залежності від факторів. У сучасний час активно використовуються бездротові комунікаційні технології, такі як: Wi-Fi [13], Zigbee [14], Bluetooth Low Energy (BLE) [15], Thread, Matter [16]. Сучасні системи взаємодіють не лише з локальними мережами, а і глобальними для взаємодії з користувачем поза будинком і відстеження його місцеположення для виконання певних автоматизацій. До цих протоколів належать GPRS, 3G, 4G та 5G [17]. Великою популярністю внаслідок надійності та високої швидкості користуються рішення пристроїв, що використовують для підключення мережу Ethernet. Для пристроїв, що працюють на інфрачервоній частоті, для віддаленого контролю було розроблено пристрої, що керують такими пристроями та взаємодіють із системою за допомогою інших комунікаційних технологій, таких як Zigbee або WiFi [18].

## КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ в IoT СЕРЕДОВИЩІ

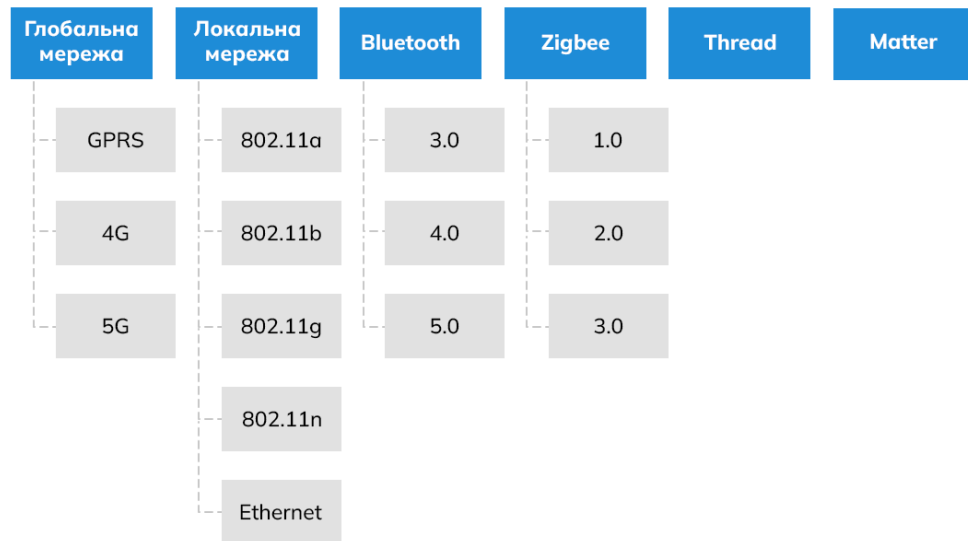


Рис. 1. Комунікаційні технології в IoT середовищі

Системи Internet of Things вже широко відомі та добре зарекомендували себе. Як наслідок, провідні IT-компанії вирішили зайняти цю сферу. До таких компаній належать Apple, Google, Amazon, Xiaomi та інші. За оцінками, на сьогодні лише в нашій країні діє приблизно сотня компаній, які спеціалізуються на створенні проєктів для автоматизації та забезпечення безпеки будинків. Однак важливо відзначити, що на українському ринку переважно використовується імпортне обладнання для збудованих систем. Вартість впровадження такої системи може починатися від 2-3 тисяч євро [19]. Такий рівень інтересу та розвитку відображає важливість і популярність IoT у сучасному житті.

На ринку представлено безліч готових систем для створення своєї системи для вирішення потреб користувача:

**MiHome**

Додаток MiHome (рис. 2) є офіційним мобільним застосунком [20] від Китайської компанії Xiaomi, спрямованим на забезпечення контролю та управління їхніми розумними пристроями для дому. Це програмне забезпечення розроблене для спрощення взаємодії з широким спектром розумних пристроїв Xiaomi та інших пристроїв, які використовують стандарти комунікації, розроблені цією компанією.

У роботі з системою можуть виникати проблеми, пов'язані з прив'язкою певних пристроїв до певного регіону, які не завжди можливо вирішити. Система має голосового помічника, але він працює лише в пристроях, призначених для Китаю, та підтримує лише китайську мову. Інтеграція в інші популярні системи – обмежена, якщо в Google Home додати пристрої є можливість, то в HomeKit можливість відсутня. Популярність цього рішення зумовлена низькою ціною стартового набору та великою кількістю серверів у всьому світі [21].

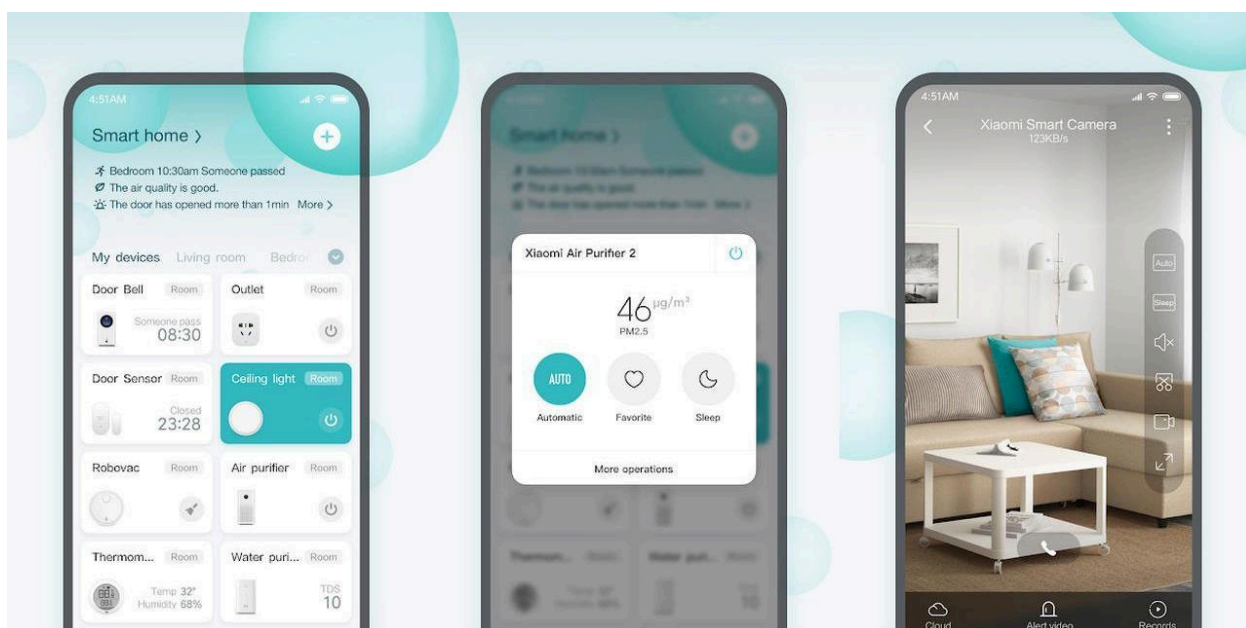


Рис. 2. Додаток «MiHome» від компанії Xiaomi

### *Переваги та недоліки MiHome*

#### Переваги системи:

- Широкий асортимент пристроїв: Xiaomi пропонує різноманіття розумних пристроїв, включаючи освітлення, камери, датчики, розетки тощо.
- Доступна вартість: багато пристроїв Xiaomi приваблюють споживачів доступною ціною порівняно з іншими брендами.
- Інтеграція з іншими екосистемами: продукція Xiaomi може інтегруватися з іншими розумними екосистемами, такими як Google Home та Amazon Alexa, що робить її більш універсальною.
- Додаток MiHome: MiHome дозволяє зручно керувати всіма пристроями в одному додатку, надає можливість налаштувань та сценарії автоматизації, а також ділитися своєю системою з іншими користувачами.
- Інновації та постійне оновлення: Xiaomi відома своїми інноваційними рішеннями та системними оновленнями, які можуть покращувати функціонал пристроїв.
- Підтримка декількох протоколів зв'язку – Bluetooth, Zigbee та WiFi.
- Часткова залежність від інтернет-підключення завдяки режиму прямого біндингу та локальних автоматизацій.

#### Недоліки системи:

- Обмежена локалізація деяких пристроїв: деякі пристрої Xiaomi можуть мати обмежену локалізацію або підтримку, що може бути проблемою для користувачів поза ключовими ринками, що унеможливує використання пристроїв поза зоною їх регіону.
- Проблеми з безпекою: як і з будь-якими підключеними до мережі рішеннями IoT, існують питання щодо безпеки та конфіденційності даних.
- Залежність від хмарних сервісів: деякі функції та взаємодія пристроїв можуть вимагати доступ до хмарних сервісів, що може призвести до обмежень у випадку відсутності Інтернет-з'єднання.
- Можливість конфліктів з іншими пристроями: при використанні різних брендів розумних пристроїв можуть виникати проблеми із сумісністю та інтеграцією.
- Наявна колонка з голосовим асистентом доступна лише для Китаю і підтримує лише китайську мову.

### *Apple HomeKit*

Додаток Apple HomeKit є технологічною платформою [22], що являє собою комплексну технологічну екосистему, яка надає можливості для створення розумного будинку, використовуючи пристрої IoT. Як запевняє компанія, технологію засновано на принципах інновацій. Екосистема від Apple пропонує інтегроване управління розумними пристроями та взаємодію з електронікою в домі, виготовленою відповідно до високих стандартів компанії, і надає користувачу широкі можливості при використанні інших пристроїв з їх екосистеми. Система вирізняється використанням механізмів безпеки, таких як шифрування та аутентифікація, для забезпечення захищеного обміну даними між пристроями та платформою. Одним із найголовніших критеріїв є підтримка голосового асистента – Siri. За допомогою голосового асистента можна керувати іншими пристроями в домі, отримувати інформацію про стан приладів в оселі та змінювати їх стан за допомогою голосу [23]. HomeKit має можливість додавати у свою систему пристрої інших виробників, якщо виробник зробив їх ПЗ сумісне з даною системою.

#### *Переваги та недоліки HomeKit.*

Переваги системи:

- HomeKit гармонійно вписується в екосистему Apple, забезпечуючи повну сумісність із пристроями iPhone, iPad, Apple Watch та Mac.
- Платформа акцентує на високому рівні безпеки та захисту приватності, використовуючи ефективне шифрування та аутентифікацію.
- Забезпечує зручне голосове управління за допомогою особистого асистента Siri, що додає високий рівень інтерактивності та зручності користування.
- Відзначається розширеною системою автоматизації та сценаріїв, які можна легко програмувати для оптимізації роботи розумних пристроїв.
- Забезпечує можливість віддаленого керування розумним будинком через сервіс iCloud, що дозволяє користувачам здійснювати контроль навіть здалеку.
- Наявна можливість інтеграції в систему пристроїв сторонніх виробників.
- Підтримка протоколу Matter.

Недоліки системи:

- HomeKit обмежений вибором сумісних пристроїв, і виробники повинні відповідати специфікаціям Apple, що може обмежувати вибір.
- Вартість розумних пристроїв від Apple вище, порівняно з конкурентами, що може створювати бар'єр для входження нових користувачів.
- Повний функціонал доступний тільки в тому випадку, якщо користувач вже використовує продукцію Apple, що може обмежити привабливість для тих, хто вибирає інші марки.
- HomeKit працює ефективно лише в екосистемі Apple, що може ускладнювати інтеграцію з іншими платформами.
- Залежність від інтернет-підключення.

### *Google Home*

Додаток Google Home (рис. 3) є системою, розробленою компанією Google [24], призначеною для впровадження концепції «розумного будинку». Платформа базується на використанні штучного інтелекту, голосового керування та підключення до Інтернету для створення ефективної та зручної системи управління різноманітними пристроями та послугами в оселі користувача. Взаємодіяти з системою користувач може як за допомогою мобільного додатку, так і за допомогою голосу, що значно полегшує досвід роботи з системою. Google Home підтримує інтеграцію з різноманітними розумними пристроями та платформами, такі як освітлення, термостати, аудіо- та відеоапаратура, через протоколи зв'язку, такі як Wi-Fi, Bluetooth та Matter [25]. Саме ця відкритість та універсальність приваблює користувачів до цієї системи.

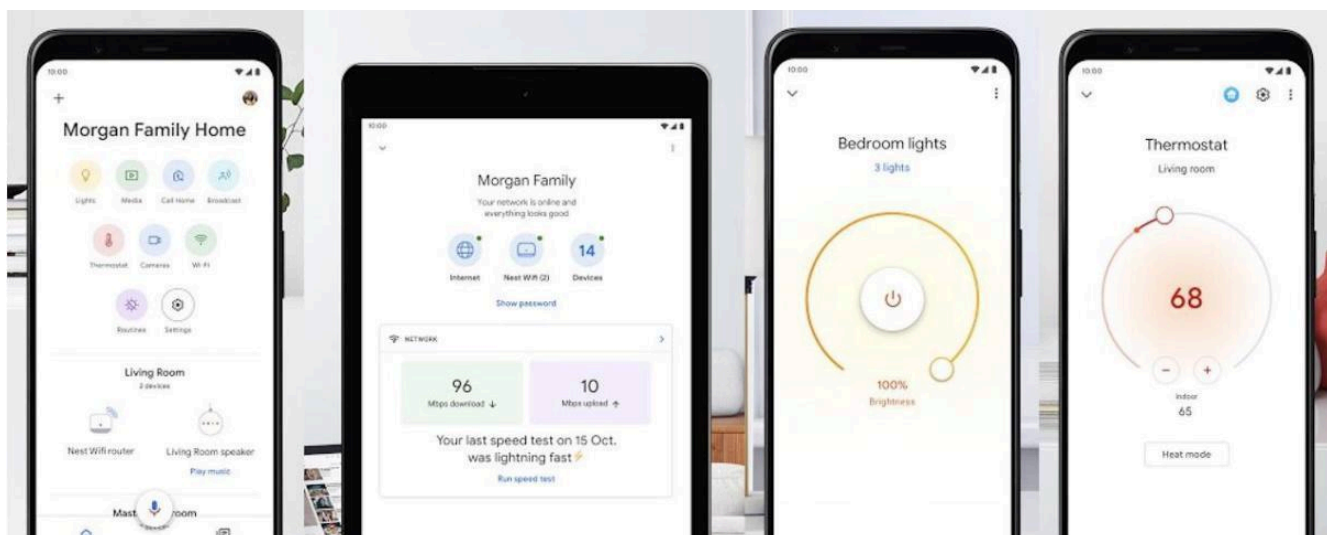


Рис. 3. Додаток «Google Home» від компанії Google

### *Переваги та недоліки Google Home.*

#### *Переваги системи:*

- Наявність голосового керування та можливість керувати підключеними пристроями та отримувати інформацію за допомогою голосових команд.
- Google Home легко інтегрується з екосистемою Google, включаючи Google Assistant, YouTube, Google Calendar та інші сервіси.
- Є велика кількість підтримуваних пристроїв і виробників, що робить його універсальним рішенням для «розумного будинку».
- Користувачі можуть створювати персоналізовані сценарії та розклади для автоматизації певних дій у визначений час.
- Система володіє високим рівнем розпізнавання голосу та може адаптуватися до різних мовних акцентів та стилів.
- Можливість інтегрувати в систему пристрої та системи інших виробників для керування голосом.
- Підтримка декількох протоколів зв'язку –WiFi, Zigbee та Matter.

#### *Недоліки системи:*

- У порівнянні з іншими системами Google Home може бути менш гнучким у створенні складних автоматизованих сценаріїв, що може негативно вплинути на можливість покриття потреб користувача.
- Використання голосового асистента може створювати питання щодо приватності, оскільки пристрої з голосовим асистентом постійно працюють та опрацьовують звук, що може негативно вплинути на конфіденційність життя. Деякі дані можуть бути записані та використані для створення персональних рекламних пропозицій.
- Деякі пристрої можуть не підтримувати Google Home, що може створити обмеження для користувачів, які вже володіють конкретною технологією.
- Деякі функції можуть бути недоступними без стабільного інтернет-з'єднання, що може бути проблемою у випадку відключення мережі.

### **AJAX**

Додаток Ajax Security Systems (рис. 4) – система, яку створила високотехнологічна компанія, що спеціалізується на створенні та виробництві інтелектуальних систем безпеки для дому та бізнесу [26]. Заснована в Україні, Ajax здобула визнання на світовому ринку завдяки своїм передовим технологіям та забезпеченню надійного захисту для користувачів. Система та датчики мають високий рівень надійності від пошкоджень, спроб їх підмінити або заглушити і сповістять користувача у таких випадках. Система на початку орієнтувалася на охоронний

сектор приміщень, але з часом компанія розширювала свій асортимент, створюючи нові пристрої, такі як реле, розетки, камери, датчики вогню та диму й інші [27]. На популярність системи впливає складність налаштування системи та висока ціна – 9000 гривень за стартовий набір, який складається зі шлюза, датчика руху, датчика відкриття та брелка сигналізації, що значно дорожче стартових наборів інших виробників.

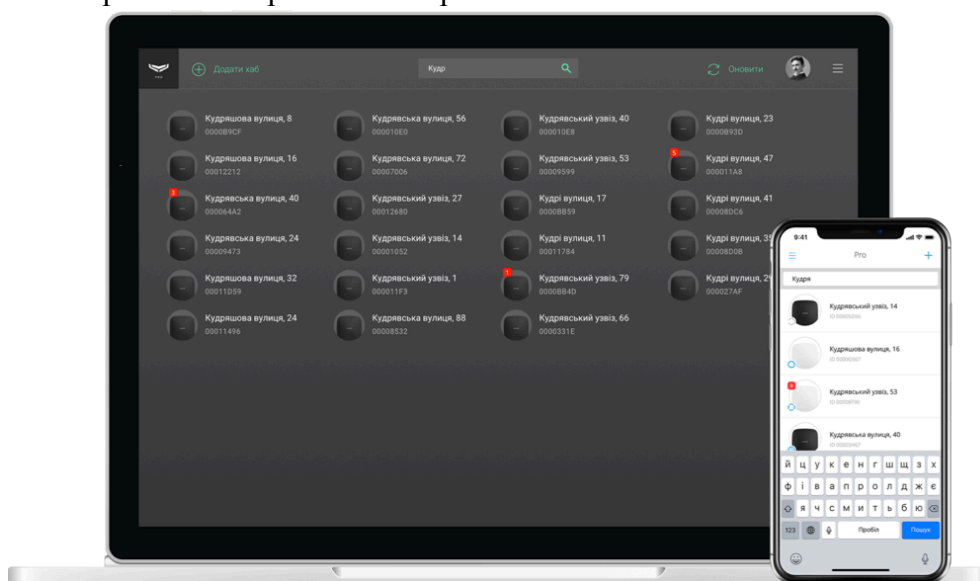


Рис. 4. Додаток «AJAX» від компанії AJAX System

#### *Переваги та недоліки AJAX.*

##### *Переваги системи:*

- Ажах відома своєю сфокусованістю на інноваціях у сфері безпеки. Вони впроваджують передові технології, такі як двостороння передача даних, шифрування та антисаботажні заходи.
- Однією з ключових переваг є використання бездротових технологій, що робить встановлення та налаштування системи Ажах простим і ефективним.
- Інтуїтивний і зручний інтерфейс додатків для смартфонів дозволяє користувачам легко керувати своєю системою безпеки з будь-якого місця.
- Ажах пропонує різноманіття пристроїв для різних потреб, включаючи датчики руху, відеокамери, датчики витoku газу та багато інших.
- Система відома своєю надійністю, а також можливістю інтеграції з іншими розумними системами та платформами, такими як Google Home та Amazon Alexa.
- Ажах систематично надає оновлення програмного забезпечення для підвищення ефективності та безпеки системи.

##### *Недоліки системи:*

- Продукти Ажах мають доволі високу ціну у порівнянні з іншими системами, що може бути стримувальним фактором для деяких користувачів.
- Оскільки багато функцій працюють через хмарні сервіси, існує залежність від стабільного інтернет-з'єднання.
- Для некваліфікованих користувачів налаштування може бути складними і необхідна буде допомога спеціаліста.
- Висока сумісність відносно власної лінійки продуктів Ажах та високий рівень захисту ускладнює інтеграцію з іншими виробниками.

#### *Tuya Smart*

Додаток Tuya Smart (рис. 5) – система, створена компанією Tuya Smart Inc [28], що надає інтегровані та інноваційні рішення для споживачів та бізнес-сегментів, використовуючи технологію «Розумний будинок». Технології та підхід спрямований на забезпечення ефективної і зручної автоматизації різноманітних пристроїв у домашньому оточенні. Система має зручний



інтуїтивний інтерфейс, пристрої цієї системи коштують значно дешевше, що робить цю систему привабливою для нових користувачів. Окрім цього, перевагою є використання пристроїв з різними протоколами зв'язку – WiFi, Bluetooth, Zigbee та Matter. Як наслідок, компанія має безпроводні пристрої, які працюють на протоколі WiFi і мають проблеми з енергоефективністю, але коштують дешевше, ніж аналогічні пристрої з протоколом зв'язку Zigbee або Matter. Можливості інтеграції пристроїв в інші системи досить широкі: можливість додати пристрої в інші екосистеми та керувати ними за допомогою голосового помічника від компанії Google, окрім цього, пристрої легко інтегруються до власних користувацьких серверів IoT [29].

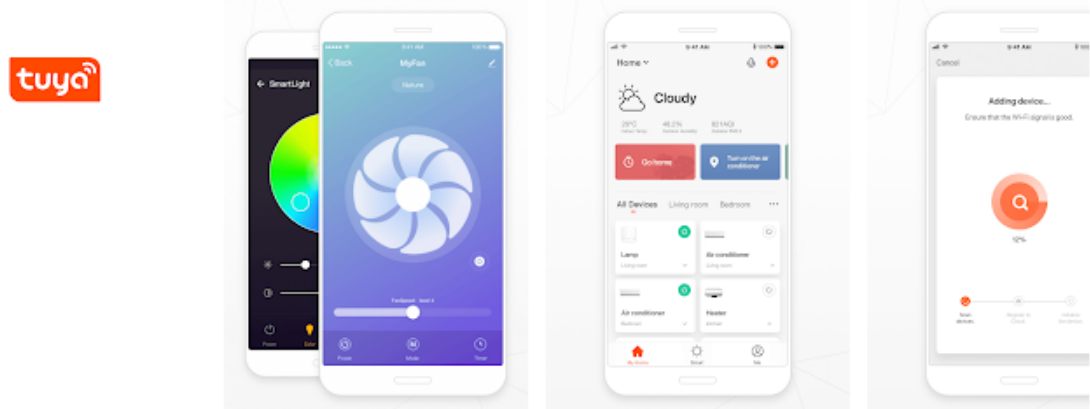


Рис. 5. Додаток «TuYa Smart» від компанії TuYa Smart Inc.

#### *Переваги та недоліки TuYa Smart.*

##### *Переваги системи:*

- TuYa Smart пропонує широкий асортимент розумних пристроїв, включаючи лампи, розетки, термостати, датчики руху та інші, що надає користувачам гнучкість у виборі продуктів для розумного будинку.
- Вироби, підтримувані TuYa Smart, легко інтегруються з різними популярними платформами розумного дому, такими як Amazon Alexa, Google Assistant та Apple HomeKit.
- Мобільний додаток TuYa Smart дозволяє користувачам віддалено керувати своїми розумними пристроями, створювати розумні сценарії та налаштовувати параметри за допомогою зручного інтерфейсу.
- TuYa Smart пропонує інструменти для розробників, що дозволяють швидко створювати та інтегрувати розумні пристрої відповідно до власних потреб.
- Компанія активно розвивається, маючи глобальний вплив та партнерські відносини у багатьох регіонах світу.

##### *Недоліки системи:*

- Деякі функції можуть бути залежні від стабільного інтернет-з'єднання, що може викликати проблеми у разі відключення.
- Можливі проблеми зі стабільністю підключення між деякими розумними пристроями та головним хабом.
- Можливості налаштування та кастомізації інтерфейсу є більш обмеженим у порівнянні з конкурентами.
- Задля зменшення вартості пристроїв компанія використовує більш прості компоненти та протоколи, що негативно впливає на якість зв'язку, можливості та тривалості автономної роботи.

**Висновки.** Після аналізу наявних на ринку рішень у сфері IoT можна підтвердити, що інтерес та значимість цих технологій неухильно зростають із кожним роком. Сектор IoT демонструє швидке збільшення кількості доступних пристроїв, компаній, що пропонують ці рішення, а також методів та підходів у роботі систем. Інтеграція голосових помічників як приклад застосування Штучного Інтелекту для зручної взаємодії з системами є однією з



ключових інновацій, яка продовжуватиме поліпшувати користувацький досвід. Клієнти мають змогу обирати рішення, які відповідають їхнім технологічним потребам і фінансовим можливостям. Ознайомлення з наявними IoT-системами надає змогу користувачам визначити напрям для розробки власної системи, ураховуючи такі аспекти, як вартість, безпека, функціональність і потенціал для майбутнього розвитку. Постійне дослідження та вдосконалення систем Інтернету речей великими IT-компаніями та ентузіастами сприяє прогресу в цій галузі, вносячи нові можливості та переваги. Це водночас позитивно впливає на продуктивність та зменшує навантаження, пов'язане з повсякденними завданнями, розширюючи функціональність і гнучкість використання цих систем.

До подальших перспектив досліджень автора слід віднести пошук рішень, що дозволив би об'єднати найкращі технічні та програмні засоби та імплементувати їх в окрему систему. Так ми б отримали систему, позбавлену більшості недоліків, що наявні у готових рішеннях та більшу гнучкість у побудові власної. Подібне рішення позитивно вплинуло би на функціонал, захист та вартість системи, а найголовніше – користувачі зможуть розвивати систему з тим функціоналом і пристроями, які вони вважають найбільш доречними до поставленої задачі.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Himmat, Mubarak & Algazoli, Gada & Hammam, Nazar & Abdalla, Ashraf (2022). Review on the Current State of the Internet of Things and its Extension and its Challenges. *European Journal of Information Technologies and Computer Science*, 2, 1–5.
2. Cisco, Cisco Networking Academy. Introduction to IoT (2020). URL: <https://1331758.netacad.com/courses/1012514>
3. IHS, “IoT: number of connected devices worldwide 2012-2025,” Statista, 27-Nov-2016. [Online]. Available: <https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/> (дата звернення – 24.10.2023).
4. Simadiputra, Vincent & Surantha, Nico (2021). Rasefiberry: Secure and efficient Raspberry-Pi based gateway for smarthome IoT architecture. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 10, 1036.
5. Stojkoska, R., Trivodaliev, K. (2017). A review of Internet of Things for smart home: Challenges and solutions. *Journal of cleaner production*, 140, 1454–1464.
6. Robles, J., Kim, H. (2010). Applications, systems and methods in smart home technology: A. *Int. Journal of Advanced Science And Technology*, 15, 37–48.
7. Alam, Muhammad Raisul & Reaz, Mamun Bin Ibne & Mohd Ali, Mohd (2012). A Review of Smart Homes – Past, Present, and Future. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics -Part C: Applications and Reviews*, 42, 1190–1203.
8. Railton, A., R. (1950). Push Button Manor, *Popular Mechanics Magazine*, 252, 85–87.
9. Tanwar, Sudeep & Patel, P. & Patel, K. & Tyagi, Sudhanshu & Kumar, Neeraj & Obaidat, Mohammad (2017). An advanced Internet of Thing based Security Alert System for Smart Home. 25–29. 10.1109/CITS.2017.8035326.
10. Mohammed Ghazi Sami, Teba & Zeebaree, Subhi & Ahmed, Sarkar (2023). A Novel Multi-Level Hashing Algorithm to Enhance Internet of Things Devices' and Networks' Security. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 12, 676–696.
11. Tomaş, M. & Dostoğlu, N. (2020). Smart House with Artificial Intelligence. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (18), 486–493.
12. Apostolos Gerodimos, Leandros Maglaras, Mohamed Amine Ferrag, Nick Ayres, Ioanna Kantzavelou (2023). Internet of Things and Cyber-Physical Systems, 3, 1–13.
13. Turgut Z., Kakisim A.G. (2023). An explainable hybrid deep learning architecture for WiFi-based indoor localization in Internet of Things environment. *Future Generation Computer Systems*, 151, 196–213.

14. Romputtal, A., Phongcharoenpanich C. (2023). T-Slot Antennas-Embedded ZigBee Wireless Sensor Network System for IoT-Enabled Monitoring and Control Systems. *IEEE Internet of Things Journal*, 10 (23), 20834–20845.
15. Al-Shareeda, M. A., Alsadhan, A. A., Qasim, H. H., Manickam, S. (2023). Long range technology for internet of things: review, challenges, and future directions. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 12 (6), 3758–3767.
16. De Castro Tomé, M., Nardelli, P.H.J., Alves, H. (2019). Long-Range Low-Power Wireless Networks and Sampling Strategies in Electricity Metering. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 66 (2), 1629–1637.
17. Gupta, N., Juneja, P. K., Sharma, S., Garg, U. (2023). An intelligent technique for network resource management and analysis of 5G-IoT smart healthcare application. *Journal of Autonomous Intelligence*, 7 (1), art. no. 694.
18. Singh, H., Pokhriyal, A., Sachan, A., Saxena M. (2023). SCPS: An IoT Based Smart Car Parking System. *Studies in Systems, Decision and Control*, 472, 533–542.
19. Паньків, В. Г. (2011). Український ринок систем автоматизації та диспетчеризації. *Мережі та бізнес системи*, 3, 58–62.
20. Smart Home| Xiaomi. URL: <https://www.mi.com/global/smart-home/> (дата звернення – 22.10.2023).
21. Zheng, Z., Li, C., Tu, Y. (2023). Xiaomi: How Do the World's Top Enterprises for Product Ecosystem Layout the Internet of Things? *Management for Professionals*, Part F540, 319–333.
22. Home App – Apple. URL: <https://www.apple.com/home-app/> (дата звернення – 28.10.2023)
23. Vongchumyen, C., Torthitithum, S., Khamsopa, J., Watanachaturaporn, P. (2019). Home appliances-controlled platform with homekit application. *Proceeding – 5th International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology, ICEAST 2019*.
24. Smart home automation from Google. URL: <https://home.google.com/welcome/> (дата звернення – 03.11.2023)
25. Tamanna, Iffat & Lima, Sweetey (2023). An IoT Based Smart Home Automation Using Google Assistant. *International Journal of Research and Innovation in Applied Science*, VIII, 112–119.
26. Охоронна система AJAX – сигналізація та смарт-система. URL: <https://ajax.systems/ua/> (дата звернення – 10.11.2023)
27. Dragonas, E., Lambrinoudakis, C. (2023). IoT Forensics: Analysis of Ajax Systems' mobile app for the end user. *Proceedings of the 2023 IEEE International Conference on Cyber Security and Resilience, CSR 2023*, 446–451
28. Tuya Smart – Global IoT Developer Service Provider. URL: <https://www.tuya.com/> (дата звернення – 17.11.2023)
29. Bakti, Very & Sutanto, Achmad & Arfani, Mohammad (2022). Penerapan Tuya Application Programming Interface (API) pada Sistem IoT Monitoring Suhu Ruang Server. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 8, 45–49.

## REFERENCES

1. Himmat, Mubarak & Algazoli, Gada & Hammam, Nazar & Abdalla, Ashraf (2022). Review on the Current State of the Internet of Things and its Extension and its Challenges. *European Journal of Information Technologies and Computer Science*, 2, 1–5.
2. Cisco, Cisco Networking Academy. Introduction to IoT (2020). URL: <https://1331758.netacad.com/courses/1012514>
3. IHS, “IoT: number of connected devices worldwide 2012-2025,” Statista, 27-Nov-2016. [Online]. Available: <https://www.statista.com/statistics/471264/iot-number-of-connected-devices-worldwide/> (дата звернення – 24.10.2023).
4. Simadiputra, Vincent & Surantha, Nico (2021). Rasefiberry: Secure and efficient Raspberry-Pi based gateway for smarthome IoT architecture. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 10, 1036.

5. Stojkoska, R., Trivodaliev, K. (2017). A review of Internet of Things for smart home: Challenges and solutions. *Journal of cleaner production*, 140, 1454–1464.
6. Robles, J., Kim, H. (2010). Applications, systems and methods in smart home technology: A. *Int. Journal of Advanced Science And Technology*, 15, 37–48.
7. Alam, Muhammad Raisul & Reaz, Mamun Bin Ibne & Mohd Ali, Mohd (2012). A Review of Smart Homes – Past, Present, and Future. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics -Part C: Applications and Reviews*, 42, 1190–1203.
8. Railton, A., R. (1950). Push Button Manor, *Popular Mechanics Magazine*, 252, 85–87.
9. Tanwar, Sudeep & Patel, P. & Patel, K. & Tyagi, Sudhanshu & Kumar, Neeraj & Obaidat, Mohammad (2017). An advanced Internet of Thing based Security Alert System for Smart Home. 25–29. 10.1109/CITS.2017.8035326.
10. Mohammed Ghazi Sami, Teba & Zeebaree, Subhi & Ahmed, Sarkar (2023). A Novel Multi-Level Hashing Algorithm to Enhance Internet of Things Devices' and Networks' Security. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 12, 676–696.
11. Tomaş, M. & Dostoğlu, N. (2020). Smart House with Artificial Intelligence. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (18), 486–493.
12. Apostolos Gerodimos, Leandros Maglaras, Mohamed Amine Ferrag, Nick Ayres, Ioanna Kantzavelou (2023). Internet of Things and Cyber-Physical Systems, 3, 1–13.
13. Turgut Z., Kakisim A.G. (2023). An explainable hybrid deep learning architecture for WiFi-based indoor localization in Internet of Things environment. *Future Generation Computer Systems*, 151, 196–213.
14. Romputtal, A., Phongcharoenpanich C. (2023). T-Slot Antennas-Embedded ZigBee Wireless Sensor Network System for IoT-Enabled Monitoring and Control Systems. *IEEE Internet of Things Journal*, 10 (23), 20834–20845.
15. Al-Shareeda, M. A., Alsadhan, A. A., Qasim, H. H., Manickam, S. (2023). Long range technology for internet of things: review, challenges, and future directions. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 12 (6), 3758–3767.
16. De Castro Tomé, M., Nardelli, P.H.J., Alves, H. (2019). Long-Range Low-Power Wireless Networks and Sampling Strategies in Electricity Metering. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 66 (2), 1629–1637.
17. Gupta, N., Juneja, P. K., Sharma, S., Garg, U. (2023). An intelligent technique for network resource management and analysis of 5G-IoT smart healthcare application. *Journal of Autonomous Intelligence*, 7 (1), art. no. 694.
18. Singh, H., Pokhriyal, A., Sachan, A., Saxena M. (2023). SCPS: An IoT Based Smart Car Parking System. *Studies in Systems, Decision and Control*, 472, 533–542.
19. Pankiv, V. H. (2011). Ukrainskyi rynek system avtomatyzatsii ta dyspetcheryzatsii [Ukrainian market of automation and dispatching systems]. *Networks and business systems*, 3, 58–62.
20. Smart Home| Xiaomi. URL: <https://www.mi.com/global/smart-home/> (дата звернення – 22.10.2023).
21. Zheng, Z., Li, C., Tu, Y. (2023). Xiaomi: How Do the World's Top Enterprises for Product Ecosystem Layout the Internet of Things? *Management for Professionals*, Part F540, 319–333.
22. Home App – Apple. URL: <https://www.apple.com/home-app/> (дата звернення – 28.10.2023)
23. Vongchumyen, C., Torthitithum, S., Khamsopa, J., Watanachaturaporn, P. (2019). Home appliances-controlled platform with homekit application. *Proceeding – 5th International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology, ICEAST 2019*.
24. Smart home automation from Google. URL: <https://home.google.com/welcome/> (дата звернення – 03.11.2023)
25. Tamanna, Iffat & Lima, Sweetey (2023). An IoT Based Smart Home Automation Using Google Assistant. *International Journal of Research and Innovation in Applied Science*, VIII, 112–119.
26. Okhoronna systema AJAX – syhnalizatsiia ta smart-systema [AJAX security system – alarm and smart system]. URL: <https://ajax.systems/ua/> (data zvernennia – 10.11.2023)

27. Dragonas, E., Lambrinoudakis, C. (2023). IoT Forensics: Analysis of Ajax Systems' mobile app for the end user. *Proceedings of the 2023 IEEE International Conference on Cyber Security and Resilience, CSR 2023*, 446–451
28. Tuya Smart – Global IoT Developer Service Provider. URL: <https://www.tuya.com/> (дата звернення – 17.11.2023)
29. Bakti, Very & Sutanto, Achmad & Arfani, Mohammad (2022). Penerapan Tuya Application Programming Interface (API) pada Sistem IoT Monitoring Suhu Ruang Server. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 8, 45–49.

**Yevheniy Khomenko**

**Kherson State University, Kherson, Ukraine**

**MODERN METHODS, MODELS AND SOFTWARE TOOLS FOR IMPLEMENTATION AND OPTIMIZATION OF IOT SYSTEMS (INTERNET OF THINGS)**

This article presents an analysis of modern methods, models, and tools used to create and optimize Internet of Things (IoT) systems. It examines in detail the variety of approaches and software solutions, reflecting the dynamic growth in the field of automation, which is being actively developed by both leading international IT companies such as Google, Apple and Xiaomi, and domestic firms, in particular AJAX, which are gaining popularity in the market. The article highlights the importance of IoT in various aspects of modern life, including energy efficiency, security, and business process optimization. The author focuses on the continuous development of technologies that open up new opportunities for users and improve their quality of life. The author also considers the integration of IoT into various fields of activity, which can lead to a significant positive impact on society and the economy. In addition, the article provides an overview of the history of the Internet of Things, presenting the evolution and key milestones in this area. Modern communication technologies that are the basis for IoT devices are also considered. The author identifies the basic criteria that modern reliable systems must meet, analyzing them in terms of efficiency, scalability, and security. The article also contains an analysis of several popular off-the-shelf system solutions on the market. Each of them is characterized by characteristics, advantages, disadvantages, and unique features. This provides a deeper understanding of the variety of options available and helps in choosing the right system for their individual needs and budget. The article is a useful resource for those looking for updated and comprehensive information on modern IoT systems and their implementation.

**Keywords:** Internet of Things, device control methods, automation tools, automation systems.

Стаття надійшла до редакції 07.12.2023

The article was received 07 December 2023

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Афузова Ганна**, Український державний університет імені Михайла Драгоманова, Київ, Україна, <https://orcid.org/0000-0001-8112-8943>

**Hanna Afuzova**, Dragomanov Ukrainian State University, Kyiv, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0001-8112-8943>

**Бабічев Сергій**, Херсонський державний університет, Херсон, Україна, <https://orcid.org/0000-0001-6797-1467>

**Sergii Babichev**, Kherson State University, Kherson, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0001-6797-1467>

**Буйницька Оксана**, Київський університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-3611-2114>

**Oksana Buinytska**, Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-3611-2114>

**Варченко-Троценко Лілія**, Київський університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна, <https://orcid.org/0000-0003-0723-4195>

**Liliia Varchenko-Trotsenko**, Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-0723-4195>

**Вербовецький Дмитро**, Інститут цифровізації освіти Національної академії педагогічних наук України, Київ, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-4716-9968>

**Dmytro Verbovetskyi**, Institute for Digitalisation of Education National Academy of Educational Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-4716-9968>

**Гончаренко Тетяна**, Херсонський державний університет, Херсон, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-2021-9320>

**Tetiana Goncharenko**, Kherson State University, Kherson, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-2021-9320>

**Грицеляк Богдан**, Київський університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна, <https://orcid.org/0000-0003-2953-8560>

**Bohdan Hrytseliak**, Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-2953-8560>

**Дягилева Олена**, Херсонська державна морська академія, Херсон, Україна, <https://orcid.org/0000-0003-3741-4066>

**Olena Diahyleva**, Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-3741-4066>

**Кротенко Валентина**, Український державний університет імені Михайла Драгоманова, Київ, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-6382-984X>

**Valentyna Krotenko**, Dragomanov Ukrainian State University, Kyiv, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-6382-984X>



**Лещенко Альона**, Херсонська державна морська академія, Херсон, Україна,  
<https://orcid.org/0000-0002-6586-2926>

**Alona Leshchenko**, Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine,  
<https://orcid.org/0000-0002-6586-2926>

**Матасар Євген**, Київський університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна,  
<https://orcid.org/0009-0007-3968-1295>

**Yevhen Matasar**, Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv, Ukraine,  
<https://orcid.org/0009-0007-3968-1295>

**Найдьоновна Ганна**, Український державний університет імені Михайла Драгоманова, Київ, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-6679-0469>

**Ganna Naydonova**, Dragomanov Ukrainian State University, Kyiv, Ukraine,  
<https://orcid.org/0000-0002-6679-0469>

**Олексюк Василь**, Інститут цифровізації освіти Національної академії педагогічних наук України, Київ, Україна, <https://orcid.org/0000-0003-2206-8447>

**Vasyl Oleksiuk**, Institute for Digitalisation of Education National Academy of Educational Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-2206-8447>

**Пазяк Алла**, Херсонська державна морська академія, Херсон, Україна,  
<https://orcid.org/0000-0002-7699-6428>

**Alla Paziak**, Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine,  
<https://orcid.org/0000-0002-7699-6428>

**Пермінова Людмила**, Херсонський державний університет, Івано-Франківськ, Україна,  
<https://orcid.org/0000-0002-6818-3179>

**Liudmyla Perminova**, Kherson State University, Ivano-Frankivsk, Ukraine,  
<https://orcid.org/0000-0002-6818-3179>

**Смірнова Валерія**, Київський університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна,  
<https://orcid.org/0000-0001-9965-6373>

**Valeriia Smirnova**, Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv, Ukraine,  
<https://orcid.org/0000-0001-9965-6373>

**Тютюнник Анастасія**, Київський університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна,  
<https://orcid.org/0000-0003-2909-7697>

**Anastasiia Tiutiunnyk**, Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv, Ukraine,  
<https://orcid.org/0000-0003-2909-7697>

**Хоменко Євгеній**, Херсонський державний університет, Херсон, Україна,  
<https://orcid.org/0000-0002-5972-7410>

**Yevheniy Khomenko**, Kherson State University, Kherson, Ukraine,  
<https://orcid.org/0000-0002-5972-7410>

**Юрженко Альона**, Херсонська державна морська академія, Херсон, Україна,  
<https://orcid.org/0000-0002-6560-4601>

**Alona Yurzhenko**, Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine,  
<https://orcid.org/0000-0002-6560-4601>

## АНОТАЦІЇ / SUMMARY

**Oksana Buinytska, Liliia Varchenko-Trotsenko, Valeriia Smirnova, Anastasiia Tiutiunnyk, Bohdan Hrytseliak, Yevhen Matasar**

**Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv, Ukraine**

**INTRODUCTION OF AN INDIVIDUAL EDUCATIONAL TRAJECTORY IN A HIGHER EDUCATION INSTITUTION THROUGH THE IMPLEMENTATION OF A CATALOG OF ELECTIVE DISCIPLINES**

Institutions of higher education are increasingly faced with the diversity of needs and expectations of students, which calls into question traditional educational curricula. In this context, there is a need to introduce new approaches that provide students with greater flexibility in learning and the opportunity to independently shape their educational path. One of these approaches is an individual educational trajectory, which allows students to actively participate in the formation of their individual learning paths, increasing their motivation and interest in the learning process. The urgency of introducing an individual educational trajectory in universities reflects the need to adapt the educational system to modern realities and individual needs of students. It is also a response to the challenge of ensuring flexibility, differentiation and personalization of training, which is becoming increasingly important in light of the rapidly changing labor market and the requirements for the competencies of future professionals. The article examines the possibility of introducing an individual educational trajectory for students of higher education institutions through the implementation of the “catalog of elective disciplines” module in the e-learning system, evaluation and planning of the educational process, determination of success criteria and support of students in the process of selection and advancement along an individual trajectory. The relevance of this issue is due to changes in the modern educational environment, which requires a more flexible approach to learning to take into account the individual needs and interests of students. An analysis of research related to the implementation of an individual educational trajectory and the implementation of the catalog of selective disciplines was carried out.

**Keywords:** student-centered learning, individual educational trajectory, elective subjects, e-learning system, catalog of elective subjects

**Буйницька О., Варченко-Троценко Л., Смірнова В., Тютюнник А., Грицеляк Б., Матасар Є.**

**Київський університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна**

**РЕАЛІЗАЦІЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ОСВІТНЬОЇ ТРАЄКТОРІЇ У ЗАКЛАДІ ВИЩОЇ ОСВІТИ ШЛЯХОМ УПРОВАДЖЕННЯ КАТАЛОГУ ВИБІРКОВИХ ДИСЦИПЛІН**

Заклади вищої освіти все частіше стикаються з розмаїттям потреб і очікувань студентів, що ставить під сумнів традиційні навчальні програми. У цьому контексті виникає необхідність запровадження нових підходів, які надають студентам більшу гнучкість у навчанні та можливість самостійно формувати свій освітній шлях. Одним із таких підходів є індивідуальна освітня траєкторія, яка дозволяє студентам брати активну участь у формуванні власних індивідуальних освітніх траєкторій, підвищуючи їх мотивацію та інтерес до процесу навчання. Актуальність запровадження індивідуальної освітньої траєкторії у ЗВО відображає необхідність адаптації освітньої системи до сучасних реалій та індивідуальних потреб студентів. Це також відповідь на виклик забезпечення гнучкості, диференціації та персоналізації навчання, що стає все більш важливим у світлі швидкозмінного ринку праці та вимог до компетенцій майбутніх фахівців. У статті досліджено можливість реалізації індивідуальної освітньої траєкторії студентів закладів вищої освіти шляхом упровадження в систему електронного навчання модуля «каталог дисциплін за вибором», оцінювання та планування освітнього процесу, визначення критеріїв успішності та підтримки студентів у процесі вибору та просування індивідуальною траєкторією. Актуальність цього питання зумовлена змінами в сучасному освітньому



середовищі, що потребує більш гнучкого підходу до навчання з урахуванням індивідуальних потреб та інтересів учнів. Проведено аналіз досліджень щодо реалізації індивідуальної освітньої траєкторії та впровадження каталогу вибіркових дисциплін.

**Ключові слова:** студентоцентроване навчання, індивідуальна освітня траєкторія, дисципліни за вибором, система електронного навчання, каталог дисциплін за вибором

**Olena Diahyleva, Alona Leshchenko, Alla Paziak, Alona Yurzhenko**

**Kherson State Maritime Academy, Kherson, Ukraine**

## **KAHOOT! AS A TOOL TO GAMIFY LEARNING PROCESS AT MARITIME HIGHER EDUCATION**

The article is devoted to the use of Kahoot! as a game-based learning platform at a higher education institution. This paper has analyzed the influence of Kahoot! on learning outcomes of future maritime professionals. The process of the “Feedback” tool use in the educational process at a higher maritime education institution is described.

The article reviews the scientific literature on gamification in learning, e.g., the study of other researchers and their approaches to using the tools such as Kahoot!. The paper emphasizes the fact of limited opportunities for the Kahoot! free use despite the company’s commercial interests.

The paper describes the usage of Kahoot! as an interactive tool in both synchronous and asynchronous modes. The synchronous mode enables teachers to conduct quizzes in real time, and students to take part in them using their devices, which promotes active participation and healthy competition. In asynchronous mode, teachers can assign independent study tasks to students, who can perform them with Kahoot! at their own convenience, allowing for flexibility in learning.

The study presents the results of an experiment conducted at Kherson State Maritime Academy, where Kahoot! has been used in teaching Maritime English and humanities. The data analysis has identified positive changes in the level of students’ professional competence, which confirms the improvement of the learning material understanding.

The research analyzed the role of Kahoot! in the organization of feedback between teacher and students during classes. Its specifics and features are determined precisely as a pedagogical toolkit for quickly conducting a section of students’ acquired knowledge during any form of education and various forms of educational classes. In general, the research and implementation of novel approaches in gamification and game-based learning give access to creating an effective learning environment.

Further research prospects include the study of the use of other gamification tools and game-based learning at maritime higher education institutions (e.g., Mentimeter, Miro).

**Keywords:** Kahoot!, gamification, e-learning, LMS MOODLE

**Дягілева О., Лещенко А., Пазяк А., Юрженко А.**

**Херсонська державна морська академія, Херсон, Україна**

## **КАНОТ! ЯК ІНСТРУМЕНТ ГЕЙМІФІКАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ В МОРСЬКІЙ ВИЩІЙ ОСВІТІ**

Стаття присвячена використанню Kahoot! як ігрової навчальної платформи у закладі вищої освіти. У цій статті проаналізовано вплив Kahoot! на результати навчання майбутніх морських фахівців. Описано процес використання інструменту «Зворотній зв’язок» в освітньому процесі вищого морського навчального закладу.

Проведено огляд наукової літератури щодо гейміфікації в навчанні, зокрема досліджень інших вчених та їх підходів до використання інструментів, таких як Kahoot!. Зроблено акцент на тому, що навіть за умови комерційного характеру Kahoot! існують обмежені можливості для безкоштовного використання.

Описано можливості використання Kahoot! як інтерактивного інструмента як у синхронному, так і в асинхронному режимах. У синхронному режимі викладачі можуть проводити вікторини в реальному часі, а студенти можуть брати участь у них, використовуючи свої пристрої, що сприяє активній участі та здоровій конкуренції. В асинхронному режимі

викладачі можуть давати завдання на самостійне вивчення студентам, які мають можливість працювати з Kahoot! у зручний для них час, що сприяє гнучкості в навчанні.

Представлено результати експерименту в Херсонській державній морській академії, де Kahoot! був використаний для навчання морської англійської мови та гуманітарних курсів. Після аналізу даних виявлено позитивні зміни у рівні сформованості професійної компетентності студентів, що підтверджує покращення розуміння навчального матеріалу.

У дослідженні проаналізовано роль Kahoot! в організації зворотного зв'язку між викладачем і студентами під час занять. Саме його специфіка та особливості визначаються як педагогічний інструментарій для швидкого проведення зрізу знань, набутих студентами під час будь-якої форми навчання та різних форм навчальних занять. Загалом дослідження і впровадження новаторських підходів у сфері гейміфікації та ігрового навчання відкривають шлях до створення ефективного освітнього середовища.

Перспективи подальших досліджень ми вбачаємо у дослідженні використання інших засобів гейміфікації та ігрового навчання у вищих морських навчальних закладах (наприклад, Mentimeter, Miro).

**Ключові слова:** Kahoot!, гейміфікація, електронне навчання, LMS MOODLE

**Valentyna Krotenko, Hanna Afuzova, Ganna Naydonova**

**Dragomanov Ukrainian State University, Kyiv, Ukraine**

# **THE CASE METHOD AS A TECHNOLOGY FOR ENSURING THE QUALITY OF HIGHER EDUCATION DURING DISTANCE LEARNING USING ICT TOOLS: WORK EXPERIENCE**

Current socio-ecological and socio-political challenges dictate the implementation of a complex of information and communication (digital) technologies into the organization of the educational process. This makes it possible to implement the process of distance learning in educational institutions in situations of natural and technogenic uncertainty. The organization of the educational process is directed not only to the assimilation of individual blocks of theoretical information but also to the ability of students to make independent decisions and act in various situations, practically using the accumulated knowledge. To achieve such results, it is necessary to apply new approaches to the organization of the educational process, focusing on personal and professional individuality of each student, relying on a differential and creative approach in the learning process, and using variability of interactive forms and training methods. This approach not only increases the likelihood of knowledge assimilation but also allows going beyond them in the area of development of students' analytical skills and self-awareness, communication and leadership skills, and formation of decision-making in conditions of uncertainty.

In this context, it is worth considering the problem of using the case method in professional training with an emphasis on the essence of the case method as an interactive learning method and as a form of organization of educational and cognitive activities of students; as a pedagogical technology used in the process of professional training; on the potential of the case-method as a powerful tool for interactive, personality-oriented student learning strategy aimed at developing their critical thinking, communication skills and interpersonal communication skills.

The most powerful are cases that make it possible to obtain a number of reasonable estimates, which leads to variable, but equally plausible and proven conclusions. Also, an effective means of professional training in the system of continuous and open education is the use of case triggers, which are presented in the form of unresolved or provocative issues that require further searches and discussions. Particular attention is paid to developing cases specifically focused on the development of students' scientific skills (interrupted case).

The results of using the case method, as one of the most promising interactive methods of organizing vocational training, to ensure the quality of education during distance learning using ICT tools on the example of professional training of future specialists in the field of special and clinical psychology are analyzed.

**Keywords:** The case method, quality of education, higher education, vocational training, distance learning, knowledge control, ICT tools

**Кротенко В., Афузова Г., Найдьонова Г.**

**Український державний університет імені Михайла Драгоманова, Київ, Україна**

### **КЕЙС-МЕТОД ЯК ТЕХНОЛОГІЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИЩОЇ ОСВІТИ ПІД ЧАС ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАСОБІВ ІКТ: ДОСВІД РОБОТИ**

Сучасні соціально-екологічні та соціально-політичні виклики диктують упровадження комплексу інформаційно-комунікаційних (цифрових) технологій в організацію освітнього процесу. Це дає можливість реалізувати процес дистанційного навчання в закладах освіти в умовах природної та техногенної невизначеності. Організація освітнього процесу спрямована не лише на засвоєння окремих блоків теоретичних відомостей, а й на вміння студентів самостійно приймати рішення та діяти в різноманітних ситуаціях, практично використовуючи накопичені знання. Для досягнення таких результатів необхідно застосовувати нові підходи до організації освітнього процесу, орієнтуючись на особистісно-професійну індивідуальність кожного студента, спираючись на диференційно-креативний підхід у процесі навчання, використовуючи варіативність інтерактивних форм і методів навчання. Такий підхід не тільки підвищує вірогідність засвоєння знань, але й дозволяє вийти за їх межі у сфері розвитку аналітичних здібностей і самосвідомості студентів, комунікативних і лідерських якостей, формування здатності приймати рішення в умовах невизначеності.

У цьому контексті варто розглянути проблему використання кейс-методу у професійній підготовці з акцентом на сутності кейс-методу як інтерактивного методу навчання та як форми організації навчально-пізнавальної діяльності студентів; як педагогічної технології, що використовується у процесі професійної підготовки; про потенціал кейс-методу як потужного інструменту інтерактивної, особистісно-орієнтованої стратегії навчання студентів, спрямованої на розвиток їхнього критичного мислення, комунікативних навичок та навичок міжособистісного спілкування.

Найпотужнішими є кейси, що дають змогу отримати низку обґрунтованих оцінок, що призводить до змінних, але однаково правдоподібних і перевірених висновків. Також ефективним засобом професійної підготовки в системі безперервної та відкритої освіти є використання кейс-тригерів, що представлені у вигляді не вирішених чи провокативних проблем, що потребують подальших пошуків та обговорень. Особливу увагу приділено розробленню кейсів, спеціально орієнтованих на розвиток наукових навичок студентів (перерваний кейс).

Здійснюється аналіз результатів використання кейс-методу як одного з найперспективніших інтерактивних методів організації професійного навчання для забезпечення якості освіти під час дистанційного навчання з використанням засобів ІКТ на прикладі професійної підготовки майбутніх фахівців спеціальної та клінічної психології.

**Ключові слова:** кейс-метод, якість освіти, вища освіта, професійне навчання, дистанційне навчання, контроль знань, засоби ІКТ

**Dmytro Verbovetskyi, Vasyl Oleksiuk**

**Institute for Digitalisation of Education National Academy of Educational Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine**

### **EMPIRICAL EVALUATION OF GAMING SOFTWARE OF THE GAMIFICATION ENVIRONMENT FOR THE PREPARATION OF FUTURE BACHELORS OF INFORMATICS**

The article presents a model of introducing a gamification environment into the educational process for the preparation of future bachelors of informatics. We have analyzed the domestic and foreign experience in selecting criteria for software and hardware, determined the criteria for selecting the components of the gamification environment and the indicators of each criterion, selected the

components of the gamification environment, conducted an experimental evaluation of some software samples according to the defined criteria. The purpose of the article is to design a model of a gamification environment for training future bachelors of computer science in higher education institutions. Design, cloud-oriented, content and information and communication criteria were selected for the selected platforms and their components were outlined. A table of evaluation by experts was developed and the results were analyzed. A ranking of the received data was also made and conclusions were drawn based on the evaluation results. According to experts' assessments, the environment most suitable and least suitable for the selected criteria was determined, as it scored the highest and lowest number of points. An expert assessment of gamification platforms was conducted, criteria for selecting such platforms were developed, and indicators of each environment were outlined. We see the design of other components of the gamification environment, the creation of tasks using gamification technologies, the analysis of feedback, the development of technological infrastructure and the creation of methodological recommendations for the implementation and use of the environment as further perspectives of the research.

**Keywords:** Digitization, digital educational environment, gamification, gamification environment, bachelor of computer science

**Вербовецький Д., Олексюк В.**

**Інститут цифровізації освіти Національної академії педагогічних наук України, Київ, Україна**

#### **ЕМПІРИЧНА ОЦІНКА ІГРОВОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГЕЙМІФІКАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ БАКАЛАВРІВ ІНФОРМАТИКИ**

У статті представлено модель упровадження середовища гейміфікації в освітній процес для підготовки майбутніх бакалаврів інформатики. Проаналізовано вітчизняний та зарубіжний досвід вибору критеріїв програмно-технічного забезпечення, визначено критерії відбору компонентів середовища гейміфікації та показники кожного критерію, відібрано компоненти середовища гейміфікації, проведено експериментальну оцінку окремих зразків програмного забезпечення відповідно до визначених критеріїв. Метою статті є розробка моделі середовища гейміфікації для підготовки майбутніх бакалаврів інформатики у закладах вищої освіти. Для обраних платформ було обрано дизайн, хмароорієнтованість, контент та інформаційно-комунікаційні критерії й окреслено їх компоненти. Розроблено таблицю оцінювання експертами та проаналізовано результати. Також проведено ранжування отриманих даних та зроблено висновки за результатами оцінювання. За оцінками експертів було визначено середовище, яке найбільш та найменш відповідає обраним критеріям, оскільки воно набрало найбільшу та найменшу кількість балів. Проведено експертну оцінку гейміфікаційних платформ, розроблено критерії відбору таких платформ, окреслено показники кожного середовища. Подальшими перспективами дослідження ми вбачаємо проєктування інших компонентів середовища гейміфікації, створення завдань із використанням технологій гейміфікації, аналіз зворотного зв'язку, розвиток технологічної інфраструктури та створення методичних рекомендацій щодо впровадження та використання середовища.

**Ключові слова:** цифровізація, цифрове освітнє середовище, гейміфікація, середовище гейміфікації, бакалавр інформатики

**Бабічев С., Гончаренко Т.**

**Херсонський державний університет, Херсон, Україна**

#### **ЗАСТОСУВАННЯ БІКЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПІДМНОЖИН КОЕРЕНТНИХ ДАНИХ**

У статті запропоновано новий підхід до аналізу даних за допомогою бікластерного аналізу, який суттєво відрізняється від традиційної кластеризації. Проаналізовано наявні наукові праці, у яких схарактеризовано метод бікластерного аналізу та особливості його застосування. Автори зосереджуються на виявленні коерентних підмножин у складних даних, що виходять за

межі звичайних даних, наприклад, експресії генів. Основну увагу приділено дослідженню, як бікластерний аналіз може виявляти приховані зв'язки у даних, що часто залишаються непоміченими при використанні традиційних методів. Сформовано критерії якості бікластеризації даних експресії генів та оцінено ефективність внутрішніх критеріїв. Автори детально розглядають якість бікластерів, використовуючи середньоквадратичну помилку (MSE) та взаємну інформацію, забезпечуючи в такий спосіб достовірність та об'єктивність результатів. Особливість бікластерного аналізу полягає у його здатності виявляти бікластери різних розмірів та форм, що є важливим для розуміння складних та неоднорідних даних. Це дозволяє не тільки виділяти локальні шаблони в підмножинах даних, але й розкривати більш складні взаємозв'язки. Стаття також акцентує на оптимізації гіперпараметрів і використанні критеріїв якості для досягнення найбільш точних результатів. Мета дослідження полягає не тільки в ідентифікації коерентних підмножин даних, але й у глибшому розумінні структурних особливостей і взаємозв'язків, відкритих завдяки бікластерному аналізу. Ця робота відкриває нові перспективи для аналізу складних даних, пропонуючи більш глибоке розуміння їх структури та динаміки. Особливо цінним є здатність методу виявляти перетинні бікластери, що сприяє виявленню складніших і глибших залежностей у даних.

**Ключові слова:** бікластерний аналіз, штучні бікластери, критерії якості бікластеризації, взаємна інформація, середньоквадратична помилка

**Sergii Babichev, Tetiana Goncharenko**

**Kherson State University, Kherson, Ukraine**

#### **APPLICATION OF BICLUSTERING ANALYSIS FOR FORMING COHERENT DATA SUBSETS**

This paper introduces a new approach to data analysis using biclustering, which significantly differs from traditional clustering methods. Available scientific works were analyzed, which characterized the method of bicluster analysis and the features of its application. The authors focus on identifying coherent subsets within complex data, extending beyond typical data such as gene expression. They emphasize exploring how biclustering analysis can uncover hidden connections in data, often overlooked by conventional methods. Quality criteria for biclustering of gene expression data were formed and the effectiveness of internal criteria was evaluated. The quality of biclusters is thoroughly examined using mean squared error (MSE) and mutual information, ensuring the reliability and objectivity of the results. A distinctive feature of biclustering analysis is its ability to identify biclusters of various sizes and shapes, crucial for understanding complex and heterogeneous data. This approach not only highlights local patterns in data subsets but also reveals more intricate interrelations. The article also stresses the importance of optimizing hyperparameters and using quality criteria to achieve the most accurate results. The research aims not only to identify coherent data subsets but also to gain a deeper understanding of structural features and interconnections revealed by biclustering analysis. This work opens new prospects for analyzing complex data, offering a deeper insight into their structure and dynamics. Particularly valuable is the method's ability to detect overlapping biclusters, aiding in uncovering more complex and profound dependencies in the data.

**Keywords:** Biclustering analysis, artificial biclusters, quality criteria for biclustering, mutual information, mean squared error

**Пермінова Л.**

**Херсонський державний університет, м. Івано-Франківськ, Україна**

#### **ЗАСОБИ ВПЛИВУ НА МОТИВАЦІЙНУ СФЕРУ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ В УМОВАХ СИНХРОННОГО НАВЧАННЯ**

У сучасній освітній парадигмі, зорієнтованій на задоволення запитів особистості, особливого значення набувають проблеми професійного становлення майбутніх фахівців. Соціальні проблеми, воєнний час змушують освітян постійно вдосконалювати свої практичні фахові навички. Багато закладів перейшло на дистанційний формат навчання, а це призвело до необхідності вдосконалювати навички роботи із застосуванням інноваційних технологій

викладання. У цьому є як позитивні, так і негативні складові. До позитивних можна зарахувати визначення і обґрунтування засобів активного навчання в режимі синхронного (асинхронного) навчання, з чим викладачі успішно справляються. Однак у зв'язку з віддаленим навчанням виникає проблема з мотивацією, проявом самостійності, сформованістю якостей самоменеджменту здобувачів вищої освіти. Постає проблема позитивного впливу на мотиваційну сферу сучасного здобувача, що забезпечує його успішність як у навчанні, так і в майбутній професійній діяльності. Засоби мотивації до успіху мають бути дидактично і методично узгоджені з потребами, індивідуальними якостями тих, хто навчається. Інформатизація, цифровізація освітнього процесу надає широкі можливості для творчості викладачів. Сучасні ІТ-технології, особливо хмарні технології, надають педагогам досить зручний, безкоштовний набір інструментів для активізації навчально-пізнавальної діяльності здобувачів, зокрема це віртуальні дошки, мультимедійні презентації, засоби організації групової роботи, сервіси для створення тестів, інтелект-картки, доповнена та віртуальна реальність, перевернуте навчання. Слід зазначити, що якість сприйняття інформації, вмотивованість на діяльність, підвищується у процесі перегляду відео, прослуховування текстів та музичних творів. Мотивація підвищується, коли здобувачі беруть активну участь у створенні малюнків, мультимедійних презентацій тощо. Вплив на розвиток мотиваційної сфери здобувачів вищої освіти складний і вимагає багато часу та зусиль викладачів.

**Ключові слова:** мотиваційна сфера, дистанційне навчання, синхронне навчання, сприйняття інформації здобувачами вищої освіти, засоби впливу на розвиток мотиваційної сфери здобувачів вищої освіти

**Liudmyla Perminova**

**Kherson State University, Ivano-Frankivsk, Ukraine**

#### **MEANS OF INFLUENCE ON THE MOTIVATION SPHERE OF HIGHER EDUCATION ACQUISITIONS IN CONDITIONS OF SYNCHRONOUS EDUCATION**

In the modern educational paradigm oriented towards the satisfaction of individual requests, the problems of professional formation of future specialists acquire special importance. Social problems, wartime force educators to constantly improve their practical professional skills. Many institutions switched to a distance learning format, and this led to the need to improve work skills with the use of innovative teaching technologies. This has both positive and negative components. The definition and substantiation of means of active learning in the mode of synchronous (asynchronous) learning, which teachers successfully cope with, can be attributed to the positive. However, in connection with remote learning, there is a problem with motivation, the manifestation of independence, and the formation of self-management qualities of higher education students. There is a problem of a positive influence on the motivational sphere of a modern student, which ensures his success both in studies and success in future professional activities. Means of motivation for success should be didactically and methodically coordinated with the needs and individual qualities of those who study. Informatization, digitization of the educational process provides ample opportunities for teachers' creativity. Modern IT technologies, especially cloud technologies, provide teachers with a fairly convenient, free set of tools for activating the educational and cognitive activities of students, including virtual whiteboards, multimedia presentations, tools for organizing group work, services for creating tests, intelligence cards, supplemented and virtual reality. It should be noted that the quality of information perception, motivation for activity increases when watching videos, listening to texts and musical works. Motivation increases when the winners themselves take an active part in creating drawings, multimedia presentations, etc. The influence on the development of the motivational sphere of higher education seekers is complex and requires a lot of time and effort of teachers.

**Key words:** motivational sphere, distance learning, synchronous learning, perception of information by students of higher education, means of influencing the development of the motivational sphere of students of higher education



**Хоменко Є.**

**Херсонський державний університет, Херсон, Україна**

### **СУЧАСНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМ ІОТ (INTERNET OF THINGS)**

У статті представлено аналіз сучасних методів, моделей та інструментів, що використовуються у процесі створення та оптимізації систем Інтернету речей (IoT). Детально розглянуто різноманіття підходів і програмних рішень, що відображає динамічне зростання у сфері автоматизації, які активно розвиваються як провідними міжнародними ІТ-компаніями, такими як Google, Apple та Xiaomi, так і вітчизняними фірмами, зокрема AJAX, і здобувають популярність на ринку. У статті висвітлено важливість IoT у різних аспектах сучасного життя, включаючи енергоефективність, безпеку та оптимізацію бізнес-процесів. Автор акцентує увагу на постійному розвитку технологій, що відкривають нові можливості для користувачів та сприяють поліпшенню якості їхнього життя. Розглянуто також інтеграцію IoT у різні сфери діяльності, що може призвести до значного позитивного впливу на суспільство та економіку. Окрім того, у статті подано огляд історії розвитку напрямку інтернету речей, представлено еволюцію та ключові віхи у цій галузі. Розглянуто також сучасні комунікаційні технології, які є основою для IoT пристроїв. Автор визначає базові критерії, яким повинні відповідати сучасні надійні системи, аналізуючи їх із погляду ефективності, масштабованості та безпеки. Стаття також містить аналіз кількох популярних готових системних рішень, представлених на ринку. Для кожного з них наведено характеристики, переваги, недоліки та унікальні особливості. Це дає можливість глибше зрозуміти різноманітність доступних варіантів та допомагає у виборі відповідної системи в залежності від їхніх індивідуальних потреб і бюджету. Стаття є корисним ресурсом для тих, хто шукає оновлену та вичерпну інформацію про сучасні системи IoT та їх впровадження.

**Ключові слова:** Internet of Things, методи керування пристроями, засоби автоматизації, системи автоматизації

**Yevheniy Khomenko**

**Kherson State University, Kherson, Ukraine**

### **MODERN METHODS, MODELS AND SOFTWARE TOOLS FOR IMPLEMENTATION AND OPTIMIZATION OF IOT SYSTEMS (INTERNET OF THINGS)**

This article presents an analysis of modern methods, models, and tools used to create and optimize Internet of Things (IoT) systems. It examines in detail the variety of approaches and software solutions, reflecting the dynamic growth in the field of automation, which is being actively developed by both leading international IT companies such as Google, Apple and Xiaomi, and domestic firms, in particular AJAX, which are gaining popularity in the market. The article highlights the importance of IoT in various aspects of modern life, including energy efficiency, security, and business process optimization. The author focuses on the continuous development of technologies that open up new opportunities for users and improve their quality of life. The author also considers the integration of IoT into various fields of activity, which can lead to a significant positive impact on society and the economy. In addition, the article provides an overview of the history of the Internet of Things, presenting the evolution and key milestones in this area. Modern communication technologies that are the basis for IoT devices are also considered. The author identifies the basic criteria that modern reliable systems must meet, analyzing them in terms of efficiency, scalability, and security. The article also contains an analysis of several popular off-the-shelf system solutions on the market. Each of them is characterized by characteristics, advantages, disadvantages, and unique features. This provides a deeper understanding of the variety of options available and helps in choosing the right system for their individual needs and budget. The article is a useful resource for those looking for updated and comprehensive information on modern IoT systems and their implementation.

**Keywords:** Internet of Things, device control methods, automation tools, automation systems



ISSN 1998-6939

Наукове видання

Збірник наукових праць

# **Information Technologies in Education**

## **Випуск 1 (55)**

Коректор – Вінник М.О., Тарасіч Ю.Г., Гнєдкова О.О.  
Комп'ютерне макетування – Мандич Т. М.

Фінансування видання  
збірника наукових праць «Information Technologies in Education» 1 (55)  
здійснюється коштом головного редактора, професора О.В. Співаковського

Видавець і виготовлювач  
Херсонський державний університет.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ХС № 69 від 10 грудня 2010 р.  
73000, Україна, м. Херсон, вул. Університетська, 27. Тел. (0552) 32-67-95.