



UDC 378.147:004.9

DOI 10.35433/pedagogy.4(123).2025.20

USE OF MULTIMEDIA RESOURCES IN TEACHING TECHNICAL DISCIPLINES (CAD SYSTEMS) IN THE CONDITIONS OF DIGITALIZATION OF EDUCATION IN BLENDED LEARNING

R. L. Yakobchuk*, **D. M Liulka****, **V. V. Ponomarenko*****, **I. S. Tymoshenko******

Modern education is in a state of transformation caused by global challenges – the COVID-19 pandemic and full-scale military aggression against Ukraine. These force majeure circumstances have actualized the problem of finding flexible, safe and effective models of organizing the educational process. Traditional classroom teaching methods, while remaining the main ones in obtaining a multifaceted educational experience, need to be supplemented with other equally effective teaching methods to ensure high quality of the educational process. Among such adaptive systems, blended learning occupies a key place.

At the same time, the issue of methodological justification for the use of multimedia tools in teaching technical disciplines, in particular computer-aided design (CAD) in the training of technical specialists, where visualization and practical skills are critically important, becomes particularly acute.

The research material is the scientific works of domestic and foreign scientists on the problems of digitalization of education, cognitive psychology of information perception. The empirical basis of the study was formed by educational and methodological complexes of disciplines developed on the Moodle and Google Workspace platforms at the Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture (KNUCA) and the National University of Food Technologies (NUFT).

To achieve the goal, a set of methods was used: theoretical and methodological analysis of the literature to clarify the conceptual apparatus; comparative analysis of blended learning models (Rotation, Flex, Flipped Classroom) to determine their advantages; case study method to study the practical experience of

* Candidate of Technical Sciences (PhD in Technic), Docent
(National University of Food Technologies, Kyiv)
yakroman@ukr.net
ORCID: 0000-0001-9777-5790

** Candidate of Technical Sciences (PhD in Technic), Docent
(National University of Food Technologies, Kyiv)
lulkadm@ukr.net
ORCID: 0000-0001-8014-5776

*** Doctor of Sciences (Technical), Docent
(National University of Food Technologies, Kyiv)
vponomarenkov@ukr.net
ORCID: 0000-0002-0732-4783

**** Director
(Vasylkiv Professional College of University "Ukraine")
url-ukraine@ukr.net
ORCID: 0000-0003-1323-1898

implementing multimedia technologies in higher education; methods of infographic structuring and generalization of pedagogical experience.

The article provides a thorough analysis of the phenomenon of blended learning as a pedagogical system that combines traditional face-to-face interaction with digital online components. Cognitive aspects of the use of multimedia are revealed, in particular, which prove an increase in memorization efficiency of up to 65% when using audiovisual channels. The experience of using CAD systems and LMS Moodle, which allowed to increase student success by 15...18%, is described in detail. Blended learning models are systematized, and recommendations are given for their adaptation in Ukrainian realities.

Blended learning is a strategic direction of education modernization, which allows implementing a student-centered approach. The integration of multimedia technologies and professional tools not only ensures the continuity of learning in force majeure conditions but also contributes to the formation of "soft skills": self-organization, digital literacy and critical thinking. Prospects for further research are related to the development of adaptive algorithms for content personalization.

Keywords: blended learning, multimedia technologies, computer-aided design, digitalization of education, CAD, Moodle, flipped classroom, independent work, distance learning, traditional learning.

ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ВИКЛАДАННІ ДИСЦИПЛІН ТЕХНІЧНОГО СПРЯМУВАННЯ (CAD СИСТЕМ) В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ОСВІТИ ПРИ ЗМІШАНОМУ НАВЧАННІ

Р. А. Якобчук, Д. М. Люлька, В. В. Пономаренко, І. С. Тимошенко

Сучасна освіта перебуває у стані трансформації, спричиненої глобальними викликами – пандемією COVID-19 та повномасштабною військовою агресією проти України. Ці форс-мажорні обставини актуалізували проблему пошуку гнучких, безпечних та ефективних моделей організації освітнього процесу. Традиційні аудиторні методи викладання, зостаючись основними в отриманні багатогранного освітнього досвіду, потребують доповнення іншими настільки ж ефективними методами викладання для забезпечення високої якості освітнього процесу. Серед таких адаптивних систем ключове місце посідає змішане навчання.

При цьому особливої гостроти набуває питання методичного обґрунтування використання мультимедійних засобів при викладанні дисциплін технічного спрямування, зокрема автоматизованого проектування (CAD) у підготовці фахівців технічного профілю, де візуалізація та практичні навички є критично важливими.

Матеріалом дослідження є наукові праці вітчизняних та закордонних вчених з проблем цифровізації освіти, когнітивної психології сприйняття інформації. Емпіричну базу дослідження склали навчально-методичні комплекси дисциплін, розроблені на платформах Moodle та Google Workspace у Київському національному університеті будівництва і архітектури (КНУБА) та Національному університеті харчових технологій (НУХТ).

Для досягнення мети використано комплекс методів: теоретико-методологічний аналіз літератури для уточнення понятійного апарату; порівняльний аналіз моделей змішаного навчання (Rotation, Flex, Flipped Classroom) для визначення їх переваг; метод кейс-стаді для вивчення практичного досвіду впровадження мультимедійних технологій у ЗВО; методи інфографічного структурування та узагальнення педагогічного досвіду.

У статті здійснено ґрунтовний аналіз феномену змішаного навчання як педагогічної системи, що поєднує традиційну очну взаємодію з цифровими онлайн-компонентами. Розкрито когнітивні аспекти застосування мультимедіа, зокрема, які доводять підвищення ефективності запам'ятовування до 65% при використанні аудіовізуальних каналів. Детально описано досвід застосування CAD-систем та LMS Moodle, що дозволило підвищити успішність студентів на 15...18%. Систематизовано моделі змішаного навчання та надано рекомендації щодо їх адаптації в українських реаліях.

Змішане навчання є стратегічним напрямом модернізації освіти, який дозволяє реалізувати студентоцентризований підхід. Інтеграція мультимедійних технологій та професійного інструментарію не лише забезпечує безперервність навчання в форс-мажорних умовах, але й сприяє формуванню "soft skills": самоорганізації, цифрової грамотності та критичного мислення. Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробкою адаптивних алгоритмів персоналізації контенту.

Ключові слова: змішане навчання, мультимедійні технології, комп'ютерне проектування, цифровізація освіти, CAD, Moodle, перевернутий клас, самостійна робота, дистанційне навчання, традиційне навчання.

Introduction of the issue. The digital transformation of education, force majeure circumstances such as the Covid-19 pandemic and military actions, necessitate the acceleration and renewal of traditional teaching and learning models. These challenges have led to significant changes in all spheres of life, including education [12].

The organization of the educational process has undergone significant adjustments and updates, including the introduction of blended learning (BL), which has become a kind of panacea and has made it possible not to interrupt the educational process [12].

One of the effective forms of response to modern challenges is blended learning, which combines face-to-face and distance learning components and uses multimedia and digital technology resources. Blended learning, according to many scientists, is considered as a flexible system of distance (online) learning, supplemented by direct interaction of the teacher with other students during traditional learning [12].

This approach allows to significantly intensify the educational process, while building independent learning and an individual educational trajectory of each student [12; 13].

Of particular relevance is the study of blended learning models that can adapt to the individual needs of the student, ensuring accessibility, flexibility and quality of the educational process [11]. In this context, it is important to consider the cognitive mechanisms of information assimilation, the role of visualization, the functionality of electronic platforms and technical learning tools [11].

Blended learning is a pedagogical model that combines elements of traditional face-to-face learning with online components, integrating digital technologies into the educational process [11]. The idea of such an approach was formed at the intersection of the needs for modernization of education and the growth of technological capabilities of the modern era.

Постановка проблеми. Цифрова трансформація освіти, форс-мажорні обставини, такі як пандемія Covid-19 та військові дії, зумовлюють потребу в прискоренні та оновленні традиційних моделей викладання та навчання. Ці виклики призвели до суттєвих змін у всіх сферах життя, зокрема і в освіті [12].

Організація освітнього процесу зазнала значних коректив та оновлень, зокрема і впровадження змішаного навчання (ЗН), яке стало своєрідною панацеєю та дало змогу не переривати навчальний процес [12].

Однією з ефективних форм відповіді на сучасні виклики є змішане навчання (blended learning), що поєднує очне та дистанційні компоненти навчання й використовує ресурси мультимедійних і цифрових технологій. Змішане навчання, на думку багатьох науковців, розглядається як гнучка система дистанційного (онлайн) навчання, що доповнюється безпосередньою взаємодією викладача з іншими здобувачами освіти під час традиційного навчання [12].

Такий підхід дозволяє значно інтенсифікувати навчальний процес, вибудовуючи при цьому самостійне навчання та індивідуальну навчальну траєкторію кожного здобувача освіти [12; 13].

Особливо актуальним є вивчення моделей змішаного навчання, здатних адаптуватися до індивідуальних потреб здобувача, забезпечуючи доступність, гнучкість і якість освітнього процесу [11]. У цьому контексті важливо враховувати когнітивні механізми засвоєння інформації, роль візуалізації, функціональність електронних платформ та технічних засобів навчання [11].

Змішане навчання це педагогічна модель, що поєднує в собі елементи традиційного очного навчання з онлайн-компонентами, інтегруючи цифрові технології у навчальний процес [11]. Ідея такого підходу сформувалася на перетині потреб модернізації освіти та зростання

Over the past two decades, this approach has been actively researched both in Ukraine and abroad. The main aspects that attract the attention of scientists are the methodology of organizing blended learning, its effectiveness, psychological and pedagogical advantages and challenges, as well as technical support and the role of multimedia in the educational process [11].

Current state of the issue. The scientific literature of recent years reflects the shift of the learning paradigm towards flexible digital approaches. There is a significant number of studies devoted to the theory and practice of blended learning in higher education institutions, the authors of which are both foreign [12] and Ukrainian scientists [11; 12]. Many researchers have analysed the content of the concept of "blended learning". Despite the wide range of issues raised, there is a need to clarify the conceptual apparatus and features of BL, since there is no unified view on this among scientists [12]. In particular, S. Buzhynska [3] and Yu. Vintyuk [4] describe the cognitive features of information perception, emphasizing the importance of combining visual, auditory and kinesthetic channels to increase the effectiveness of learning. According to UNESCO, the highest level of memorization (up to 65%) is achieved with the simultaneous use of visual and auditory channels, and with direct experience – up to 90%. This indicates the potential of multimedia tools that activate several channels of perception. As J. Comenius noted, everything possible should be provided for perception by the senses, and if objects can be perceived by several senses, let them be perceived in this way [11].

The work of O. Yeshchenko and V. Myronchuk (NUFT) [8] provides examples of the use of animated presentations, supporting notes and visual schemes, which significantly increase motivation and efficiency of memorization. In work [11], the authors draw attention to the need for methodological support for the use of multimedia and training the teacher for the new roles of facilitator, mentor, moderator.

технологічних можливостей сучасної епохи.

Протягом останніх двох десятиліть цей підхід активно досліджується як в Україні, так і за кордоном. Основними аспектами, які привертають увагу науковців, є методологія організації змішаного навчання, його ефективність, психолого-педагогічні переваги та виклики, а також технічне забезпечення й роль мультимедіа в освітньому процесі [11].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У науковій літературі останніх років відображено зміщення парадигми навчання в бік гнучких цифрових підходів. Існує значна кількість досліджень, які присвячено теорії та практиці змішаного навчання у закладах вищої освіти, авторами яких є як закордонні [12], так і українські вчені [11, 12]. Багато дослідників аналізували зміст поняття "змішане навчання". Незважаючи на широке коло порушених питань, залишається потреба в уточненні понятійного апарату та особливостей ЗН, оскільки серед учених немає єдиного погляду на це [12].

Зокрема, С. Бужинська [3] та Ю. Вінтюк [4] описують когнітивні особливості сприйняття інформації, наголошуючи на важливості поєднання візуального, аудіального та кінестетичного каналів для підвищення ефективності навчання. Згідно з даними ЮНЕСКО, найбільший рівень запам'ятовування (до 65%) досягається при одночасному використанні зорового та слухового каналів, а при безпосередньому досвіді – до 90%. Це свідчить про потенціал мультимедійних засобів, що активізують кілька каналів сприйняття. Як зазначав Я. Коменський, усе, що можливо, слід надавати для сприйняття чуттями, а якщо предмети можна сприйняти кількома чуттями, нехай вони так і сприймаються [11].

У роботі О. Єщенко та В. Мирончука (НУХТ) [8] подано приклади використання анімаційних презентацій, опорних конспектів та візуальних схем, які суттєво підвищують мотивацію та ефективність запам'ятовування. В роботі [11] автори звертають увагу на необхідність методичного супроводу використання

An analysis of the pedagogical literature [8; 15; 17] shows that the most effective approaches to blended learning are based on the concepts of individualization, flexible pace, project-based learning and the development of student autonomy. In English-language literature, the term "blended learning" has become widely used and was first formulated in the book "Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Projects" by American scholars S. Bonk and C. Graham in 2006, where it is stated that such learning combines traditional learning (face-to-face instruction) with online learning (computer mediated instruction) [8].

Problems and challenges identified in the literature.

Despite the obvious advantages, several authors point to the difficulties of implementing blended learning. The main challenges are the insufficient level of information and communication technology (ICT) competence of teachers [11] and the lack of high-quality educational content in the Ukrainian language. Along with this, technical limitations (Internet, equipment, access) are quite common [11]. The regulatory framework regulating online components in official programs needs to be improved [6]. According to the analytical report of IMZO (2022), only 38% of schools are fully equipped for the full implementation of blended learning. Also, the excess of ICT can limit opportunities for personal communication and group work [12]. An important problem is also the need for retraining of personnel and significant investments in the development of educational content [11].

Interpretation of results and current trends.

Analysing the current scientific discussion about the place and role of blended learning in the modern education system, several key aspects can be identified for the possibility of integrating blended learning into teacher education. This is the development of national LMS platforms and the growth of the role of mobile learning (mobile learning with the active use of virtual and augmented reality

мультимедіа та підготовки викладача до нових ролей фасилітатора, наставника, модератора.

Аналіз педагогічної літератури [8; 15; 17] засвідчує, що найбільш ефективні підходи до змішаного навчання базуються на концепціях індивідуалізації, гнучкого темпу, проєктного навчання та розвитку автономності учнів. В англійській літературі термін "змішане навчання" (blended learning) набув широкого вжитку та вперше був сформульований у книзі "Довідник змішаного навчання: глобальні перспективи, місцеві проєкти" американських учених С. Бонка та Ч. Грема у 2006 р., де зазначено, що таке навчання поєднує традиційне навчання (face-to-face instruction) з онлайн навчанням (computer mediated instruction) [8].

Проблеми та виклики, визначені в літературі.

Попри очевидні переваги, низка авторів вказує на труднощі впровадження змішаного навчання. Основними викликами є недостатній рівень інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) компетентності педагогів [11] та відсутність якісного навчального контенту українською мовою. Поряд з цим доволі часто зустрічаються технічні обмеження (інтернет, обладнання, доступ) [11]. Потребує удосконалення нормативна база, що регламентує онлайн-компоненти в офіційних програмах [6]. Згідно з аналітичним звітом ІМЗО (2022), лише 38% шкіл повністю забезпечені для повноцінного впровадження змішаного навчання. Також, надмірність ІКТ може обмежити можливості для особистого спілкування та групової роботи [12]. Важливою проблемою є також необхідність перепідготовки кадрів та значних інвестицій у розроблення навчального контенту [11].

Інтерпретація результатів і сучасні тенденції.

Аналізуючи сучасну наукову дискусію про місце і роль змішаного навчання в сучасній системі освіти, можна виділити декілька ключових аспектів для можливості інтеграції змішаного навчання в педагогічну освіту. Це

(VR/AR). But the most important factor in this is the rethinking of the role of the teacher – from a transmitter of knowledge to a facilitator [11].

A review of scientific sources indicates a high scientific interest in the issue of blended learning as a pedagogical phenomenon that transforms modern education. Blended learning combines technological resources with the psychological and pedagogical principles of active, personalized and interactive learning. Further research by scientists should be aimed at adapting world experience to the domestic context, developing didactic models, and improving digital tools. The role of the state in providing legal and regulatory support and investors to assist in resolving issues of technical training in terms of providing the latest equipment and unlimited access to the Internet remains extremely important.

Outline of unresolved issues brought up in the article. Most research focuses on general pedagogical aspects, while the specifics of teaching technical disciplines (requiring work with CAD systems, drawing boards, 3D models) in blended learning conditions are not sufficiently disclosed. The methodology for selecting multimedia content, considering the cognitive load of students in conditions of stress caused by force majeure, also needs clarification.

Aim of the research. The purpose of the study is to reveal the phenomenon of the concept of "blended learning" and its characteristic features, determine its potential and the role of multimedia technologies as a means of improving the quality of education in the context of digital transformation, as well as analyse practical models of its implementation in educational institutions of Ukraine.

Results and discussion. To achieve the goal, the following methods were used: theoretical and methodological analysis of scientific publications [12]; comparative analysis of blended learning models; case method (analysis of practices of KNUCA, NUFT, schools and colleges of Kyiv and Lviv, Vasylykiv Professional College of the University of Ukraine); generalization of practical experience; infographic structuring of the material. The study is

розробка національних LMS-платформ та зростання ролі мобільного навчання (mobile learning при активному використанні віртуальної та доповненої реальності (VR/AR). Але найважливішим фактором при цьому є переосмислення ролі викладача – з передавача знань на фасилітатора [11];

Огляд наукових джерел свідчить про високий науковий інтерес до проблематики змішаного навчання як педагогічного феномену, що трансформує сучасну освіту. Змішане навчання поєднує технологічні ресурси з психолого-педагогічними принципами активного, персоналізованого та інтерактивного навчання. Подальші дослідження науковців мають бути спрямовані на адаптацію світового досвіду до вітчизняного контексту, розробку дидактичних моделей, вдосконалення цифрових інструментів. Роль держави в наданні правової нормативної підтримки та інвесторів для надання допомоги при вирішенні питань технічної підготовки в плані забезпечення новітнім обладнанням, безлімітним доступом до інтернету залишається надзвичайно важливою.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується стаття. Більшість досліджень фокусується на загальнопедагогічних аспектах, тоді як специфіка викладання технічних дисциплін (що вимагають роботи з CAD-системами, креслениками, 3D-моделями) в умовах змішаного навчання розкрита недостатньо. Потребує уточнення і методика добору мультимедійного контенту з урахуванням когнітивного навантаження студентів в умовах стресу, спричиненого форс-мажорними обставинами.

Метою дослідження є розкриття феномену поняття "змішане навчання" та його характерних особливостей, визначення його потенціалу та ролі мультимедійних технологій як засобів підвищення якості освіти в умовах цифрової трансформації, а також аналіз практичних моделей його впровадження в освітніх закладах України.

Виклад основного матеріалу. Для досягнення поставленої мети використано: теоретико-методологічний

also based on the results of theoretical analysis of information sources, generalization and conceptual synthesis [11].

Initially, blended learning was considered as an auxiliary tool in the professional training of personnel of large corporations (for example, IBM, Oracle, HP). In the 1990s, this model began to penetrate academic education, in particular in American and British universities. The founder of the concept in higher education is considered to be Charles Graham, who outlined three key components of blended learning: face-to-face learning, online learning and independent activity of the applicant [22]. In Ukraine, active study of the issues of blended learning began in the 2010s in connection with the digitalization of education and the development of distance platforms, such as Moodle, Claroline, Edmodo, and later Google Classroom and Microsoft Teams [11; 13].

Theoretical foundations: cognitive and didactic approaches.

According to Jerome Bruner's concept [3], the learning process should correspond to the stages of the learner's cognitive development: action (enactive), image (iconic), and symbol (symbolic level). These stages are directly related to the forms of presentation of educational material:

- videos, infographics, virtual labs – activate the iconic channel;
- textual information and analytical tasks are a channel of symbolic perception;
- practical simulations and interactive exercises stimulate the development of the enactive channel.

In addition, L. Wekker [4] emphasizes the multisensory approach to the perception of information, which is the basis of multimedia learning. His studies have shown that the efficiency of learning increases by 60...70% when combining visual, auditory and motor channels. The authors [8] in their work on the methodology for creating multimedia manuals emphasize the importance of the emotional and aesthetic components in

аналіз наукових публікацій [12]; порівняльний аналіз моделей blended learning; кейс-метод (аналіз практик КНУБА, НУХТ, шкіл та коледжу міст Києва та Львова, Васильківського фахового коледжу Університету "Україна"); узагальнення практичного досвіду; інфографічне структурування матеріалу. Дослідження також базується на результатах теоретичного аналізу інформаційних джерел, узагальнення та концептуального синтезу [11].

Початково, blended learning розглядалось як допоміжний інструмент у професійній підготовці персоналу великих корпорацій (наприклад, IBM, Oracle, HP). У 1990-х роках ця модель почала проникати в академічну освіту, зокрема в американських і британських університетах. Основоположником концепції у вищій освіті вважають Чарльза Грема (C.R. Graham), який окреслив три ключові компоненти змішаного навчання: очне навчання, онлайн-навчання та самостійна активність здобувача [22]. В Україні активне вивчення проблематики змішаного навчання розпочалось у 2010-х роках у зв'язку з цифровізацією освіти та розвитком дистанційних платформ, таких як Moodle, Claroline, Edmodo, пізніше Google Classroom та Microsoft Teams [11; 13].

Теоретичні основи: когнітивні й дидактичні підходи.

Згідно з концепцією Джерома Брунера [3], процес навчання повинен відповідати етапам когнітивного розвитку здобувача: дія (енактивний), образ (іконічний) та символ (символічний рівень). Ці етапи безпосередньо співвідносяться з формами подачі навчального матеріалу:

- відео, інфографікою, віртуальними лабораторними – активізують іконічний канал.
- текстова інформація та аналітичні завдання – канал символічного сприйняття;
- практичні симуляції та інтерактивні вправи – стимулюють розвиток енактивного каналу.

Крім того, Л. Веккер [4] акцентує на мультисенсорному підході до сприйняття інформації, що становить основу

learning. The creation of multimedia manuals emphasizes that an effective educational multimedia product should be:

- logically structured and aimed at achieving clearly formulated learning objectives;
- user-oriented (taking into account the age, cognitive and technical characteristics of the audience);
- interactive – with the possibility of feedback and adaptation to the results of the applicant's activities;
- multimodal – rationally combine text, illustration, sound and video and be technically compatible and available on different platforms;
- developed in compliance with pedagogical principles of activating cognitive activity (modelling, problem-based learning, differentiation of tasks);
- provided with methodological elements (instructions, assessment criteria, tests) and regulatory frameworks (copyright, accessibility for people with disabilities).

In their opinion, multimedia resources should not only inform, but also motivate, arouse cognitive interest. Multimedia technologies enrich independent work, involving a significant number of sensory components of the learner in the perception of information [11].

Psychological and pedagogical advantages of blended learning.

Numerous studies have proven that blended learning contributes to the formation of metacognitive strategies and supports the differentiation and personalization of the educational process, develops self-organization, time management and self-control skills [11; 13]. In particular, S. Bandura's research indicates that the introduction of blended learning elements in a general education school allows for a significant increase in the level of student independence. Similar conclusions are contained in the works of A. Savchenko, who points to the increase in students' cognitive activity when theoretical material is taught in the format of a video or interactive presentation, and classes

мультимедійного навчання. Його дослідження показали, що ефективність засвоєння зростає на 60...70% при поєднанні зорових, слухових та моторних каналів.

Автори [8] у своїй праці про методику створення мультимедійних посібників підкреслюють важливість емоційного та естетичного компонентів у навчанні. Створення мультимедійних посібників підкреслюють, що ефективний навчальний мультимедійний продукт має бути:

- логічно структурований і спрямований на досягнення чітко сформульованих навчальних цілей;
- орієнтований на користувача (з урахуванням вікових, пізнавальних та технічних особливостей аудиторії);
- інтерактивним – з можливостями зворотного зв'язку й адаптації до результатів діяльності здобувача;
- мультимодальним – раціонально поєднувати текст, ілюстрацію, звук і відео та бути технічно сумісним і доступним на різних платформах;
- розробленим із дотриманням педагогічних принципів активізації пізнавальної діяльності (моделювання, проблемне навчання, диференціація завдань);
- забезпеченим методичними елементами (інструкціями, критеріями оцінювання, тестами) і нормативно-правовими засадами (авторські права, доступність для людей з інвалідністю).

На їхню думку, мультимедійні ресурси мають не лише інформувати, але й мотивувати, викликати пізнавальний інтерес. Мультимедійні технології збагачують самостійну роботу, залучаючи до сприйняття інформації значну кількість чуттєвих компонентів людини, яка навчається [11].

Психолого-педагогічні переваги змішаного навчання.

У численних дослідженнях доведено, що змішане навчання сприяє формуванню метапізнавальних стратегій та підтримує диференціацію і персоналізацію навчального процесу, розвиває навички самоорганізації, тайм-менеджменту та самоконтролю [11; 13]. Зокрема, дослідження С. Бандури

in the classroom are devoted to discussion, application of knowledge and reflection. Blended learning is considered as a flexible system of distance (online) learning, supplemented by direct interaction with the teacher and other students during traditional learning, which allows for the intensification of the educational process and the construction of an individual learning trajectory [12].

Multimedia technologies as a component of blended learning.

One of the key elements of blended learning is multimedia content – presentations, video lectures, interactive exercises, virtual laboratories [11]. According to research by O. Yeshchenko and V. Myronchuk [8], multimedia learning increases student motivation by 30...40%; memorization efficiency up to 65%; the level of engagement in classes up to 75% compared to the traditional form. These conclusions are also confirmed by foreign authors. For example, Clark & Mayer [17] note that effective multimedia learning should adhere to the principles of cognitive load, multimodality and integration of text with image. Electronic educational resources are necessary for the effective organization of the educational process [11].

Typology of blended learning models.

Several classifications of blended learning models are presented in the literature [11; 13]. The most common typology, proposed by the Christensen Institute (USA) [10; 17], includes: Rotation model – changing stations [6; 11; 13]; Flex model – mainly online, with teacher support [7; 10]; A La Carte model – the student chooses individual online courses [6; 13]; Enriched Virtual model – most classes are online, rare face-to-face meetings [6]; Flipped Classroom model – replaces traditional lecture delivery and homework [6; 9; 13]. The works of Ukrainian scientists – I. Pinchuk, T. Sydorenko, O. Bilous – present adaptations of these models to the conditions of secondary and higher

вказують, що впровадження елементів змішаного навчання у загальноосвітній школі дозволяє значно підвищити рівень самостійності учнів. Аналогічні висновки містяться у роботах А. Савченко, яка вказує на зростання пізнавальної активності учнів, коли теоретичний матеріал викладається у форматі відео або інтерактивної презентації, а заняття в класі присвячуються обговоренню, застосуванню знань і рефлексії. Змішане навчання розглядається як гнучка система дистанційного (онлайн) навчання, що доповнюється безпосередньою взаємодією з викладачем та іншими здобувачами освіти під час традиційного навчання, що дозволяє інтенсифікувати навчальний процес та вибудовувати індивідуальну навчальну траєкторію [12].

Мультимедійні технології як складова змішаного навчання.

Одним з ключових елементів змішаного навчання є мультимедійний контент – презентації, відеолекції, інтерактивні вправи, віртуальні лабораторії [11]. За даними досліджень О. Єщенко та В. Мирончука [8], мультимедійне навчання підвищує мотивацію учнів на 30...40%; ефективність запам'ятовування до 65%; рівень залучення на заняттях до 75% в порівнянні з традиційною формою. Ці висновки підтверджуються і закордонними авторами. Наприклад, Clark & Mayer [17] зазначають, що ефективне мультимедійне навчання повинно дотримуватися принципів когнітивного навантаження, мультимодальності та інтеграції тексту з зображенням. Електронні освітні ресурси необхідні для ефективної організації освітнього процесу [11].

Типологія моделей змішаного навчання.

У літературі подано кілька класифікацій моделей blended learning [11; 13]. Найбільш поширена типологія, запропонована Christensen Institute (США) [10; 17], містить: Rotation model – зміна станцій [6; 11; 13]; Flex model – переважно онлайн, з підтримкою викладача [7; 10]; A La Carte model – учень обирає окремі онлайн-курси [6; 13]; Enriched Virtual model – більшість занять онлайн, рідкісні очні зустрічі [6]; Flipped Classroom model – міняє місцями традиційну подачу лекцій

education in Ukraine, considering technical, organizational and social factors. The manual "Blended learning in vocational (vocational and technical) education institutions" [6] also examines these models in detail, adapting them for VET institutions. There are also models focused on the formation of skills and abilities, professional values, and a competency model [13].

Implementation practice in Ukrainian higher education institutions.

D. Mishchuk, M. Balaka, V. Rashkivsky [12] in the study "Experience of distance learning of students in CAD systems" describe the development of electronic courses in technical disciplines based on Moodle. The courses used: a modular structure of educational material, which includes video lessons for individual training in combination with interactive tests for self-control and virtual classrooms for collaborative work. Analysis of the results showed an increase in success rates by 15...18%, a decrease in anxiety during control measures, an increase in responsibility and self-discipline of applicants.

KNUCA also uses the Moodle platform to host electronic training courses, which include video lessons, interactive tests and virtual classrooms.

In international practice, various blended learning models are used, which can be adapted to the specific conditions of the educational institution and the needs of applicants [6]. The main ones are:

➤ rotation model: involves alternating different types of activities within one lesson or course, work with a teacher, independent online work, group project activities [6]. Advantages: active involvement, variability, possibility of individualization;

➤ lab rotation: students study theory mainly online, and perform practical and laboratory work in specially equipped premises of the educational institution [6]. Advantages: efficient use of resources, implementation of a competency-based approach;

та домашні завдання [6; 9; 13]. У працях українських науковців – І. Пінчук, Т. Сидоренко, О. Білоус – представлено адаптації зазначених моделей до умов середньої та вищої школи України з урахуванням технічних, організаційних і соціальних чинників. Посібник "Змішане навчання у закладах професійної (професійно-технічної) освіти" [6] також детально розглядає ці моделі, адаптуючи їх для закладів П(ПТ)О. Існують також моделі, орієнтовані на формування вмінь і навичок, професійних цінностей та компетентнісна модель [13].

Практика впровадження в українських ЗВО.

Д. Міщук, М. Балака, В. Рашківський [12] у дослідженні "Досвід дистанційного навчання студентів CAD-системам" описують розробку електронних курсів з технічних дисциплін на базі Moodle. У курсах застосовано: модульну структуру навчального матеріалу, що включає відеоуроки для індивідуальної підготовки в поєднанні з інтерактивними тестами для самоконтролю та віртуальні аудиторії для спільної роботи. Аналіз результатів показав підвищення показників успішності на 15...18%, зменшення тривожності під час контрольних заходів, зростання відповідальності та самодисципліни здобувачів.

КНУБА також використовує платформу Moodle для розміщення електронних навчальних курсів, що включають відеоуроки, інтерактивні тести та віртуальні аудиторії.

У міжнародній практиці застосовуються різні моделі blended learning, які можна адаптувати до конкретних умов закладу освіти та потреб здобувачів [6]. Основні з них:

➤ ротаційна (Rotation model): передбачає чергування різних видів діяльності в межах одного заняття або курсу, робота з вчителем, самостійна онлайн-робота, групова проектна діяльність [6]. Переваги: активне залучення, варіативність, можливість індивідуалізації;

➤ ротація за лабораторіями (Lab Rotation): здобувачі освіти вивчають теорію переважно онлайн, а практичні та лабораторні роботи виконують у

➤ flex model: the main educational content is provided online, and the physical space (classroom, laboratory) is used for consultations, individual assistance and group work under the guidance of the teacher [6]. Students have significant control over the pace and sequence of learning [13]. Advantages: high degree of personalization, flexibility, mobility;

➤ flipped classroom: students learn theoretical material independently at home (usually through video lectures, online resources, distance learning platforms), and classroom time is devoted to discussion, problem-solving, practical tasks, and project work [6]. Advantages: intensification of classroom work, development of critical thinking and collaboration skills;

➤ A La Carte model: learners choose one or more online courses in addition to their core curriculum to deepen their knowledge in a particular field or gain additional competencies [6, 13];

➤ Enriched Virtual model: most of the learning takes place online, but regular, albeit infrequent, face-to-face meetings with the teacher are envisaged for consultations, discussions and monitoring [6].

Ukrainian experience in implementing blended learning.

Let us analyse the experience of only two leading universities of Ukraine in teaching computer-based engineering disciplines. In KNUCA, when teaching computer-based disciplines (CAD disciplines), educational and methodological complexes based on Moodle have been developed. Students complete tasks using video lessons, have access to electronic assessments, feedback and self-control tools [12].

Multimedia lectures with animation, the use of supporting notes and visualization of educational material have been introduced in NUFT. This approach activates visual memory and forms associative thinking [8].

Secondary schools: in Lviv and Kyiv, the flipped classroom and rotational model are being actively implemented. Online platforms Google Workspace, Microsoft

спеціально обладнаних приміщеннях закладу освіти [6]. Переваги: ефективне використання ресурсів, реалізація компетентнісного підходу;

➤ гнучка (Flex model): основний навчальний контент надається онлайн, а фізичний простір (клас, лабораторія) використовується для консультацій, індивідуальної допомоги та групової роботи під керівництвом викладача [6]. Здобувачі мають значний контроль над темпом та послідовністю навчання [13]. Переваги: високий ступінь персоналізації, гнучкість, мобільність;

➤ перевернутий клас (Flipped Classroom): теоретичний матеріал здобувачі освіти опановують самостійно вдома (зазвичай через відеолекції, онлайн-ресурси, платформи дистанційного навчання), а аудиторний час присвячується обговоренню, вирішенню проблем, практичним завданням та проєктній роботі [6]. Переваги: активізація роботи в класі, розвиток критичного мислення та навичок співпраці;

➤ модель самостійного змішування (A La Carte model): здобувачі освіти обирають один або декілька онлайн-курсів на додаток до своєї основної освітньої програми, щоб поглибити знання в певній галузі або здобути додаткові компетенції [6; 13];

➤ збагачене віртуальне середовище (Enriched Virtual model): більша частина навчання відбувається онлайн, але передбачаються регулярні, хоч і нечасті, очні зустрічі з викладачем для консультацій, обговорень та контролю [6].

Український досвід реалізації змішаного навчання.

Проаналізуємо досвід лише двох провідних університетів України при викладанні інженерних дисциплін комп'ютерного спрямування. В КНУБА при викладанні дисциплін комп'ютерного спрямування (CAD-дисциплін) розроблено навчально-методичні комплекси на базі Moodle. Студенти виконують завдання за допомогою відеоуроків, мають доступ до електронних оцінок, зворотного зв'язку та інструментів самоконтролю [12].

В НУХТ впроваджено мультимедійні лекції з анімацією, використанням

Teams are used to organize a flexible educational environment [6; 13].

Vocational Education and Training (VET) institutions: actively use Google Classroom and Microsoft Office 365, develop electronic learning courses and video lessons for theoretical training, while practical classes are conducted in workshops or directly at industrial facilities [6; 13].

At Vasylykiv Professional College of the University "Ukraine", modern blended learning approaches are being implemented, combining face-to-face instruction with elements of distance learning delivered through the Moodle platform.

This form of training is especially relevant for applicants with special educational needs in order to create opportunities for education, professional orientation, involvement in labour activity, participation in socially useful life, as well as for physical education and sports.

Let us give an example of using the advantages of the Moodle educational platform over other forms of training when defending course projects. Thanks to working in Moodle, applicants had access to methodological material on both the methodology of writing a project and its design in accordance with modern requirements. They had the opportunity to download materials in advance, promptly receive online consultations, use electronic resources to finalize the project, and also view the evaluation criteria directly in the system.

The defense of projects took place using presentations and presenting the text of the work through multimedia means, which facilitated both the defense procedure itself by the applicant (Fig. 1) and its evaluation by the commission. At the same time, conditions for public defense were provided through video communication (Fig. 2).

опорних конспектів та візуалізацією навчального матеріалу. Такий підхід активізує зорову пам'ять і формує асоціативне мислення [8].

Загальноосвітні школи: у Львові та Києві активно впроваджується перевернутий клас та ротаційну модель. Онлайн-платформи Google Workspace, Microsoft Teams використовуються для організації гнучкого освітнього середовища [6; 13].

Заклади П(ПТ)О: активно використовують Google Classroom, MS Office 365, створюють електронні навчальні курси та відеоуроки для теоретичної підготовки, тоді як практичні заняття проводяться в майстернях або на виробництві [6; 13].

У Васильківському фаховому коледжі Університету "Україна" впроваджуються сучасні підходи змішаного навчання, які поєднують очну форму з елементами дистанційного навчання, що реалізуються через платформу Moodle.

Особливо актуальна така форма навчання є для здобувачів з особливими освітніми потребами з метою створення можливостей для отримання освіти, професійної орієнтації, залучення до трудової діяльності, участі в суспільно корисному житті, а також для занять фізичною культурою і спортом.

Приведемо приклад використання переваг освітньої платформи Moodle перед іншими формами навчання при захисті курсових проєктів. Завдяки роботі в Moodle здобувачі мали доступ до методичного матеріалу як по методології написання проєкту так і по його оформленню згідно сучасних вимог. Мали можливість завчасно завантажити матеріали, оперативно отримати консультації онлайн, використовувати електронні ресурси для доопрацювання проєкту, а також переглядати критерії оцінювання безпосередньо в системі.

Захист проєктів відбувався з використанням презентацій та представленням тексту роботи через мультимедійні засоби, що полегшувало як саму процедуру захисту здобувачем (рис. 1) так і його оцінювання комісією. Одночасно через засоби відеозв'язку було забезпечено умови публічного захисту (рис. 2).

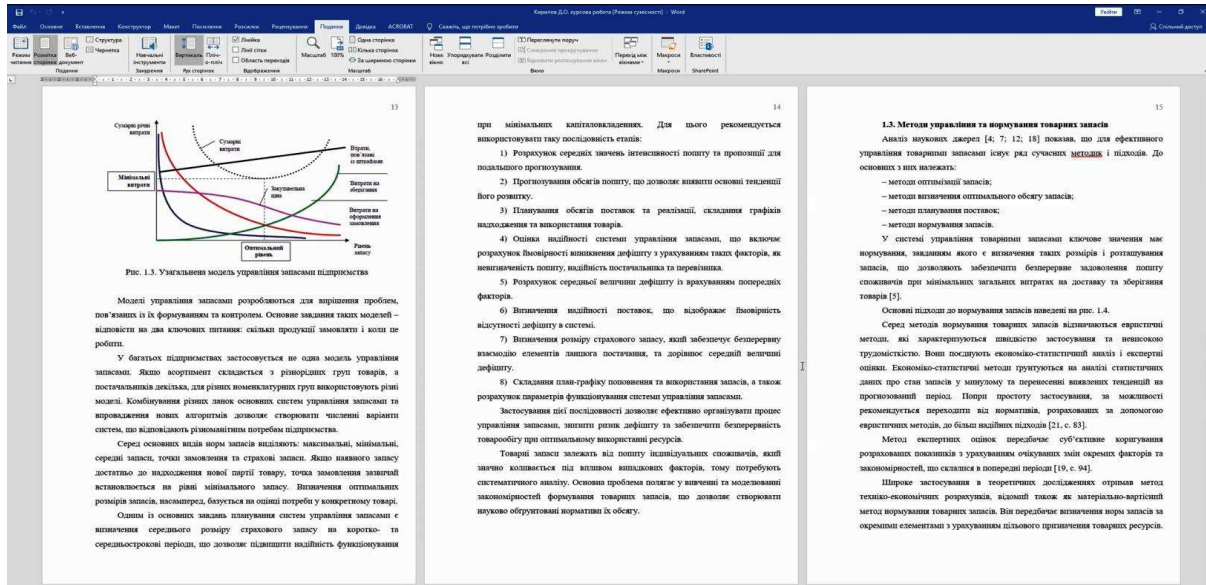


Fig. 1. Presentation of the work for defense

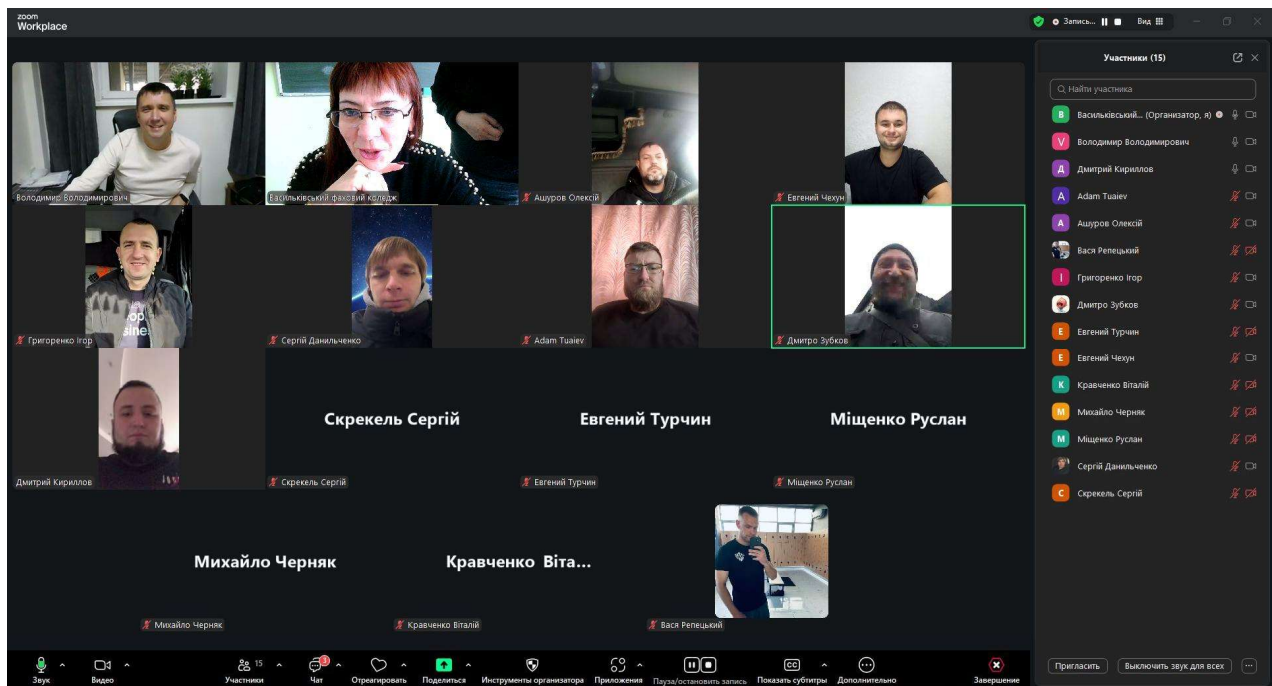


Fig. 2. Public defense

Using the results of a questionnaire and survey among college applicants and also based on a comparison of the indicators of defending course projects via a distance platform and in person, we note that in the first case, the success rate became higher by 10...15%. This is due to the fact that the distance format created more favourable conditions for the preparation and presentation of the results of course work. Online defense reduced the psychological pressure characteristic of face-to-face

Використовуючи результати анкетування та опитування серед здобувачів коледжу, та також спираючись на порівняння показників захисту курсових проєктів через дистанційну платформу та в очній формі, відмітимо, що в першому випадку успішність стала вищою на 10...15%. Це пов'язано з тим, що дистанційний формат створив більш сприятливі умови для підготовки та представлення результатів курсової роботи. Онлайн-захист зменшив психологічний тиск,

performances, which allowed applicants to present their projects more confidently.

Blended learning combines the best practices of traditional and digital education, creating a new quality of the educational process. The advantages are: adaptation to the individual characteristics of students [11]; development of self-study skills and independence [11; 12]; increased motivation through multimedia and interactivity [13]; flexibility in terms of time and place of study [8]; expansion of educational opportunities and accessibility [13]; the possibility of personalizing the educational process [13].

For the successful implementation of blended learning tasks, a policy of continuous professional development of teachers, in particular their ICT competence [13], must be implemented. Considering recent events in the educational environment, this is impossible without sufficient material support for teachers and raising their status. There are high risks of losing highly professional specialists, and training graduates and acquiring teaching experience require opportunities, time, and desire.

The second most important task is the development of high-quality Ukrainian-language educational content. This involves the creation, improvement, and adaptation of existing materials to the needs of applicants with their needs in accordance with the concept of an individual learning trajectory.

In addition to human resources, the problem of high-quality material support for access to digital resources [7; 9] needs to be solved, which involves the availability of both modern computers, their software, and access to high-speed Internet at any point in the location.

For the effective implementation of blended learning, systemic support is necessary: institutional, methodological, technical and regulatory [6]. It is also important to properly organize the independent work of applicants, providing clear instructions, methodological recommendations and providing feedback [13]. To determine priorities in the

характерний для очних виступів, що дало можливість здобувачам впевненіше презентувати свої проекти.

Змішане навчання об'єднує кращі практики традиційної та цифрової освіти, створюючи нову якість навчального процесу. Перевагами є: адаптація під індивідуальні особливості учнів [11]; розвиток навичок самонавчання та самостійності [11; 12]; підвищення мотивації через мультимедіа та інтерактивність [13]; гнучкість щодо часу та місця навчання [8]; розширення освітніх можливостей та доступності [13]; можливість персоналізації освітнього процесу [13].

Для успішної реалізації завдань змішаного навчання повинна бути реалізована політика постійного професійного розвитку педагогів, зокрема їх ІКТ-компетентність [13]. В світі останніх подій в освітньому середовищі це неможливо без достатнього матеріального забезпечення педагогів, підвищення їх статусу. Існують високі ризики втрати фахівців високого професійного рівня, а навчання випускників, опанування досвіду викладання потребують можливостей, часу, бажання.

Другою надважливою задачею є розробка якісного україномовного навчального контенту. Це передбачає створення, удосконалення, адаптацію наявних матеріалів до потреб здобувачів з їхніми потребами відповідно до концепції індивідуальної траєкторії навчання.

Крім людського ресурсу потребує вирішення проблема якісного матеріального забезпечення доступу до цифрових ресурсів [7; 9], що передбачає наявність як сучасних комп'ютерів, їх програмного забезпечення та доступу до швидкісного інтернету в будь яких точках локації.

Для ефективного впровадження змішаного навчання необхідна системна підтримка: інституційна, методична, технічна та нормативна [6]. Важливо також правильно організувати самостійну роботу здобувачів, надаючи чіткі інструкції, методичні рекомендації та забезпечуючи зворотний зв'язок [13]. Для визначення пріоритетів при

preparation of materials for blended learning, it is necessary to prepare and pass test tasks for a group of applicants, which will allow to more accurately determine the ratio of materials for presentation, animation or other formats of information perception. That is, to create such educational content that will allow mastering the educational material with the highest result.

Conclusions and research perspectives. It is substantiated that in the conditions of digitalization of education, blended learning should be transformed from a simple combination of traditional and online approaches into a flexible adaptive system. This will increase the motivation of students in learning the educational material by activating various channels of information perception.

It has been established that the use of specialized multimedia content increases the level of memorization by up to 65% and activates the process of forming spatial thinking. This is confirmed by an increase in success by 15...18%, which is the result of harmonizing the multimedia format with cognitive activity.

Studies on the effectiveness of multimedia-based learning, conducted at the Department of Technological Equipment and Computer Technology Design of the National University of Food Technologies and at Vasylkiv Professional College of the University "Ukraine" during the 2024/2025 academic year, confirmed that the flipped classroom model is the most effective for mastering the logic of design among advanced learners, whereas the lab rotation model minimizes cognitive load and technical barriers for entry-level students.

Prospects for further research include the development of algorithms for diagnosing the entry level of applicants to form an individual trajectory in the blended learning system, as well as targeted training of teachers for this, the development and adaptation of high-quality educational content.

підготовці матеріалів до змішаного навчання потрібно для групи здобувачів підготувати та пройти тестові завдання, що дозволить більш точно визначити співвідношення матеріалів для презентаційного, анімаційного чи іншого формату сприйняття інформації. Тобто створювати такий навчальний контент, який дозволить опанувати навчальний матеріал з найвищим результатом.

Висновки та перспективи досліджень. Обґрунтовано, що в умовах цифровізації освіти змішане навчання має трансформуватися з простого поєднання традиційних і онлайн-підходів у гнучку адаптивну систему. Це дозволить підвищити мотивацію здобувачів освіти при засвоєнні навчального матеріалу за рахунок активізації різних каналів сприйняття інформації.

Встановлено, що використання спеціалізованого мультимедійного контенту підвищує рівень запам'ятовування до 65% та активізує процес формування просторового мислення. Це підтверджено зростанням успішності на 15...18%, що є результатом узгодження мультимедійного формату з когнітивною діяльністю.

Проведені дослідження ефективності застосування мультимедійного навчання на кафедрі технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування НУХТ та Васильківського фахового коледжу Університету "Україна" за 2024/2025 навчальний рік підтвердили результати, що модель "перевернутого класу" є найбільш ефективною для засвоєння логіки проектування просунутими користувачами, тоді як модель "ротації за лабораторіями" мінімізує когнітивне навантаження та технічні бар'єри у студентів початкового рівня.

Перспективи подальших досліджень передбачають розроблення алгоритмів діагностики вхідного рівня здобувачів для формування індивідуальної траєкторії в системі змішаного навчання, а також цілеспрямованої підготовки викладачів для цього, розробки та адаптації якісного навчального контенту.

REFERENCES (TRANSLITERATED & TRANSLATED)

1. Bykov, V.Yu. (2013). Khmarna kompiuterno-tekhnologichna platforma vidkrytoi osvity ta vidpovidnyi rozvytok orhanizatsiino-tekhnologichnoi budovy IT-pidrozdiliv navchalnykh zakladiv [Cloud computer-technological platform of open education and corresponding development of organizational and technological structure of IT departments of educational institutions]. *Teoriia i praktyka upravlinnia sotsialnyimi systemamy – Theory and practice of social systems management*, № 1, 81-98 [in Ukrainian].
2. Buhaichuk, K.L. (2016). Zmishane navchannia: teoretychnyi analiz ta stratehiia vprovadzhennia v osvitnii protses vyshchychkh navchalnykh zakladiv [Blended learning: theoretical analysis and implementation strategy in the educational process of higher educational institutions]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia – Information technology and learning tools*, t. 54, № 4, 1-18 [in Ukrainian].
3. Buzhynska, S.M., & Odarchenko, V.I. (2019). Psykholoho-pedahohichni analiz vplyvu osvitnikh tekhnologii na rozvytok obraznoi pamiaty v ditei molodshoho shkilnoho viku [Psychological and pedagogical analysis of the influence of educational technologies on the development of figurative memory in primary school children]. *Pedahohichni nauky – Pedagogical Sciences*, № 5, 12-18 [in Ukrainian].
4. Vintiuk, Yu. (2018). Doslidzhennia pamiaty u navchalnii roboti zi studentamy-psykholohamy [Research of memory in educational work with psychology students] // *Molodyi vchenyi – Young scientist*, № 6 (58), 333-337. Retrieved from: <https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/4396> [in Ukrainian].
5. Hurevych, R.S., & Konoshevskiy, O.L. (2010). Samostiina robota studentiv v umovakh vykorystannia suchasnykh informatsiinykh tekhnologii [Independent work of students in conditions of using modern information technologies]. *Suchasni informatsiini tekhnologii ta innovatsiini metodyky navchannia u pidhotovtsi fakhivtsiv – Modern information technologies and innovative teaching methods in the training of specialists*, vyp. 24, 24-29 [in Ukrainian].
6. Hurevych, R.S., Konoshevskiy, O.L., & Opushko, N.R. (2023). Tsyfrovizatsiia navchalnoho protsesu v zakladakh profesiinoi osvity [Digitalization of the educational process in vocational education institutions]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia – Information technology and learning tools*, t. 94, № 2, 1-18 [in Ukrainian].
7. Yershova, O.L., Zuieva, A.B., Kruchek, V.A. & in. (2023). *Zmishane navchannia maibutnikh kvalifikovanykh robitnykiv u zakladakh profesiinoi (profesiino-tekhnichnoi) osvity u voiennyi ta povoiennyi chas [Blended learning of future skilled workers in institutions of vocational (vocational-technical) education in war and post-war times]: metod. posib.* Kyiv: In-t prof. osvity NAPN Ukrainy, 186. DOI: 10.32835/978-617-95325-8-0/2023 [in Ukrainian].
8. Yeshchenko, O.A., & Myronchuk, V.H. (2013). Shliakhy vykorystannia multymediinykh zasobiv u navchalnomu protsesi [Ways of using multimedia tools in the educational process]. *Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu kharchovykh tekhnologii – Scientific works of the National University of Food Technologies*, № 52, 219-226 [in Ukrainian].
9. Komenskiy, Ya.A. (2006). Velyka dydaktyka. Zakony dobre orhanizovanoi shkoly [The Great Didactic. Laws of a well-organized school]. *Istoriia zarubizhnoi pedahohiky – History of foreign pedagogy: khrestomatiia / ukl. Ye.I. Kovalenko, N.I. Bielkina.* Kyiv: Tsentr uchbovoho literatury, 155-185 [in Ukrainian].
10. Kukharenko, V.M. (2015). Systemnyi pidkhid do zmishanoho navchannia [System approach to blended learning]. *Informatsiini tekhnologii v osviti – Information technology in education*, vyp. 24, 53-67 [in Ukrainian].
11. Melnyk, A. (2022). Poniattia "zmishane navchannia": yoho teoretyko-metodolohichniy analiz [The concept of "blended learning": its theoretical and methodological analysis]. *Aktualni pytannia humanitarnykh nauk – Current issues in the humanities*, vyp. 56, t. 4, 226. DOI: 10.24919/2308-4863/56-4-12 [in Ukrainian].

12. Mishchuk, D., Balaka, M., & Rashkivskiy, V. (2022). Dosvid dystantsiinoho navchannia studentiv CAD-systemam [Experience of distance learning of CAD systems for students]. *Zbirnyk naukovykh prats – Collection of scientific papers* [in Ukrainian].
13. Pasichnyk, O., Yelfimova, Yu., Chushak, Kh., Shynarovska, O., & Donets, A. (2021). *Zmishane navchannia u zakladakh profesiinoi (profesiino-tekhnichnoi) osvity [Blended learning in institutions of vocational (vocational-technical) education]: navch.-metod. posib.* Kyiv, Retrieved from: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/pto/2021/11/30/Zmish.navch.u.zakl.P-PT-O.30.11.pdf> [in Ukrainian].
14. Rashevskaya, N.V. (2011). Mobilni informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii navchannia vyshchoi matematyky studentiv vyshchychykh tekhnichnykh navchalnykh zakladiv [Mobile information and communication technologies for teaching higher mathematics to students of higher technical educational institutions]. *Extended abstract of candidate`s thesis.* Kyiv, 20 [in Ukrainian].
15. *Rekomendatsii shchodo vprovadzhennia zmishanoho navchannia u zakladakh fakhovoi peredvyshchoi ta vyshchoi osvity [Recommendations regarding the implementation of blended learning in institutions of professional pre-higher and higher education].* Retrieved from: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/2020/zmyshene%20navchanny/zmishanenavchannia-bookletspreads-2.pdf> [in Ukrainian].
16. Slovinska, Yu.A. (2014). Do problemy vykorystannia pedahohichnykh prohramnykh zasobiv u protsesi pidhotovky maibutnykh uchyteliv informatyky [On the problem of using pedagogical software tools in the process of training future computer science teachers]. *Visnyk Zhytomyrskoho derzhavnoho universytetu imeni Ivana Franka – Zhytomyr Ivan Franko State University Journal*, vyp. 75, 172-175 [in Ukrainian].
17. Clark, R.C., & Mayer, R.E. (2016). e-Learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning. *John Wiley & Sons.* DOI: 10.1002/9781119239086 [in English].
18. Friesen, N. (2012). *Report: Defining Blended Learning.* Retrieved from: https://www.normfriesen.info/papers/Defining_Blended_Learning_NF.pdf [in English].
19. Gasevic, D., Siemens, G., & Dawson, S. (2015). *Preparing for the digital university: a review of the history and current state of distance, blended, and online learning.* DOI: 10.13140/RG.2.1.3515.8483 [in English].
20. Graham, C.R. (2006). Blended learning systems. *The handbook of blended learning: Global perspectives, local designs / ed. by C.J. Bonk, C.R. Graham.* San Francisco, CA: Pfeiffer Publishing, 3-21 [in English].
21. Muayad Abdullah, A.J. (2013). The Difficulties of the Digital Data Presentation. *Journal of Babylon University/Pure and Applied Sciences*, vol. 21, № 1, 87-94 [in English].
22. Staker, H., & Horn, M.B. (2012). *Classifying K-12 blended learning.* Mountain View, CA: Innosight Institute. Retrieved from: <http://www.christenseninstitute.org/wp-content/uploads/2013/04/Classifying-K-12-blended-learning.pdf> [in English].

Received: November 03, 2025

Accepted: November 28, 2025